

## **Suivi des ETM sur le site PROspective de Colmar, avec apports de boues, fumiers et composts tous les deux ans depuis 2000**

**Denis Montenach<sup>1</sup>, Marc Lollier<sup>2</sup>, Nathalie Valentin<sup>3</sup>, Anne Schaub<sup>4</sup>, Magali Imhoff<sup>3</sup>, Sabine Houot<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>INRA Colmar, UE SEAV – Biopôle, 28 rue de Herrlisheim 68 000 Colmar

<sup>2</sup>Université de Haute Alsace, LVBE – Biopôle, 33 rue de Herrlisheim 68 008 Colmar Cedex

<sup>3</sup>Syndicat Mixte Recyclage Agricole du Haut-Rhin, Bâtiment Europe, 2 allée de Herrlisheim, 68 000 Colmar

<sup>4</sup>Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est, Service Innovation-Recherche-Développement, Maison de l'Agriculture, 2 rue de Rome, BP30022, Schiltigheim, 67013 Strasbourg Cedex

<sup>5</sup>INRA, UMR ECOSYS, INRA-AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850 Thiverval Grignon

**Mots clefs :** Epandages répétés de PRO en agriculture, flux d'ETM, évolutions des sols, qualité/innocuité des récoltes

### **Suivi de 17 ETM, sur la partie « pratique agriculteur » du dispositif expérimental**

Le dispositif PROspective de Colmar est un site expérimental de 2 ha, très instrumenté, mis en place en 2000 par l'INRA de Colmar et le SMRA68, sur le domaine expérimental du Service d'Expérimentation Agronomique et Viticole (SEAV INRA Colmar). Son objectif est double : évaluer, d'une part, l'intérêt agronomique du recyclage de Produits Résiduaux Organiques (PRO) en agriculture et, d'autre part, leur impact environnemental.

Cinq types de PRO y sont étudiés : trois d'origine « urbaine » (boue de station d'épuration (BOUE) et son compost (DVB), compost de biodéchets (BIO)) et deux d'origine « agricole » (fumier de bovin laitier (FUM) et son compost (FUMC)). Ils sont épandus tous les deux ans, sur la base de 170 kgN<sub>total</sub>/ha, sur une rotation Maïs grain-Blé d'hiver-Betterave sucrière-Orge de printemps brassicole, avec retour au sol des résidus de culture. Les apports de PRO sont complétés en engrais minéraux de façon à assurer une production végétale optimale et similaire à celle obtenue avec engrais minéral uniquement (traitement témoin TEM). Ceci correspond à une pratique équivalente à celle des agriculteurs utilisateurs de PRO.

L'objectif est d'évaluer, pour les ETM, les flux dans l'agrosystème, ainsi que de mesurer les risques de transferts éventuels vers différents compartiments impactés à partir du sol, en l'occurrence les récoltes et les eaux de percolation.

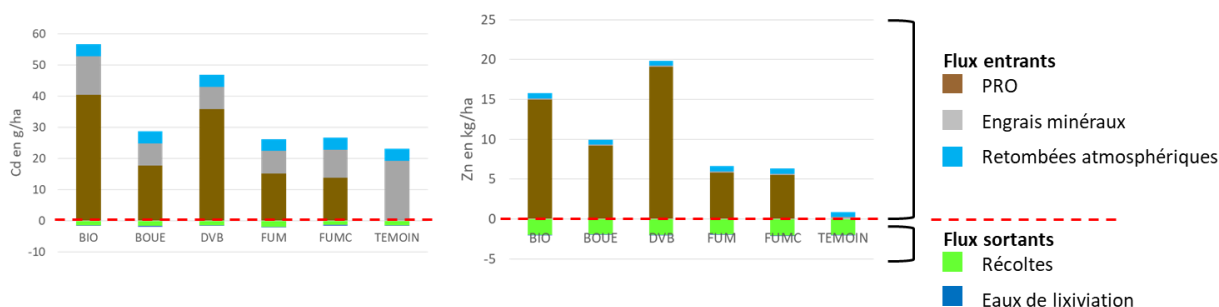
Ainsi 17 ETM ont été suivis sur cet essai : 9 éléments visés par les textes réglementaires (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn ainsi que As et Se) et 8 hors cadre réglementaire (Ag, Al, Bore, Co, Fe, Mn, Mo et Tl). Les flux d'entrées de ces ETM ont été mesurés dans les PRO, les autres intrants agricoles et les eaux de pluie. Les flux de sorties ont été évalués dans les récoltes (grains ou betteraves) et dans les eaux de percolation prélevées dans des lysimètres à 45 cm de profondeur. Un suivi de l'évolution des ETM dans le sol a été réalisé tous les 4 ans depuis 2000 pour les ETM totaux, et depuis 2004 pour les ETM biodisponibles. Les résultats présentés prendront la période 2000-2012 en référence, soit 12 ans, 6 épandages et 3 rotations. Le prochain bilan est prévu en automne 2018.

### **Des flux d'ETM variables**

**Les flux moyens d'entrées via les PRO respectent les exigences réglementaires les plus strictes** (normes NFU 44-095 et 44-051) et n'excèdent pas 62 % des flux décennaux autorisés pour les 9 ETM concernés, avec 7 d'entre-deux en dessous des 50 % (Cd, Cr, Hg, Ni, Zn, As et Se). **Les flux sont globalement plus faibles et plus homogènes avec les PRO « agricoles »** (moins de 18% des apports autorisés), **mais on observe une homogénéisation et une diminution des apports d'ETM au cours du temps avec les boues de station d'épuration et les composts de biodéchets** (à mettre en relation avec l'amélioration de la qualité du tri pour ces derniers). Après 12 ans et 6 épandages, pour chaque ETM, ces apports représentent moins de 10 % du stock initial du sol en 2000 sur l'horizon 0-28 cm (sauf pour Hg avec les composts de boue et Ag avec les boues et leur compost) et sont inférieurs à 1% de ce stock pour Cr, Ni, As, Al, Fe et Mn dans toutes les modalités.

Sur la même période, les flux d'entrées d'ETM par les engrais sont faibles par rapport aux flux d'entrées par les PRO. Ils correspondent, par exemple, à moins de 3,1% des apports par les PRO pour Cu et Zn. Dans le cas du Cd par contre, les flux générés par les engrais phosphatés peuvent être équivalents à deux tiers des apports moyens par les PRO. Les retombées atmosphériques mesurées dans les eaux de pluies

sont également faibles. Elles sont estimées à respectivement 1,7 à 11,4 % des flux d'entrée par les PRO, pour Cu et Zn. Par contre, dans le cas du Hg elles peuvent représenter plus de 10 fois les flux générés par les PRO. A noter cependant que les flux totaux (PRO + engrais + retombées atmosphériques) en Cd et Hg restent faibles avec au maximum 57 g/ha de Cd sur BIO et 153 g/ha de Hg sur DVB de 2000 à 2012.



Flux entrants et sortants, sur 6 épandages de 2000 à 2012, pour Cd (en g/ha) et Zn (en kg/ha)

### **Pas de différences entre traitements pour les ETM totaux dans le sol après 6 apports de PROs, à l'exception de l'Argent et du Molybdène.**

Il n'y a pas d'évolution significative des stocks en ETM totaux dans les sols, sur l'horizon 0-28 cm après 12 ans et 6 épandages, pour le Cr, le Pb et le Tl. Une baisse significative moyenne, pour l'ensemble des modalités, est observée pour Ni (-1,3 %) ainsi que, dans l'ordre, pour Co, Se, B, Fe, Mn et Al (de -25 % pour Co à -1,1 % pour Al). A l'inverse, une hausse significative moyenne est constatée pour Hg et As (+13 %), Zn (+ 7,1 %), Cu (+3,7 %) et Cd (+ 2,2 %). Cependant, pour l'ensemble de ces éléments, aucune différence significative des stocks dans le sol n'est observée en 2012, entre traitements.

Des différences significatives sont cependant constatées pour Mo, entre le témoin minéral, dont les stocks ne varient pas entre 2000 et 2012, et les traitements PROs pour lesquels une augmentation globale de + 5.5 % des stocks est mesurée. De même, pour Ag, une augmentation des stocks dans les sols de + 54 % est constatée sur BOUE et DVB, alors qu'elle n'est que de + 2,8 % sur TEM et les autres traitements PROs.

Concernant les éléments potentiellement biodisponibles l'analyse des teneurs en Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn extraits à l'EDTA BCR montre une différenciation progressive des traitements à partir de 2004. Les dosages réalisés en 2012 font apparaître des teneurs plus élevées en Cd biodisponible sur FUM, BIO et DVB, en Cu sur BOUE, en Pb sur BIO et en Zn sur tous les PROs, par rapport au témoin minéral (TEM).

**Il semble donc qu'une différenciation entre traitements, sur les teneurs en ETM biodisponibles, soit observable après 6 épandages, bien que les stocks en ETM totaux dans l'horizon labouré ne soient pas significativement différents.**

### **Pas d'impact notable sur la qualité des récoltes, ni sur la qualité des eaux de lixiviation après 6 apports de PROs**

Les flux d'ETM exportés par lixiviation sont très faibles et équivalents, voire inférieurs, aux flux d'entrées apportés par les eaux de pluie. **Dans ce sol limono-argileux calcaire, riche en matière organique (2.3 % de MO et pH 8.3), les ETM sont peu mobiles**, et se retrouvent donc en très faibles concentrations en solution.

**Au niveau des récoltes**, des différences significatives de teneurs en ETM sont observées, entre traitements, certaines années pour les produits exportés. Ces teneurs restent toutefois nettement en dessous des seuils limites autorisés pour la consommation. De plus, **les variations des teneurs en ETM entre traitements une année donnée sont très inférieures aux variations interannuelles**, pour la même culture, attribuables aux variations climatiques et variétales.

### **En conclusion**

Après 12 ans et 6 apports de PROs conformes à la réglementation, conduisant à des flux d'ETM faibles par rapport aux stocks initiaux du sol, on ne note pas d'accumulation différentielle significative au niveau des ETM totaux dans les sols entre les traitements. Les différences apparaissent progressivement au niveau des ETM extractibles à l'EDTA, mais aucune différence significative sur la qualité des produits récoltés n'est constatée. Les flux sortant par lixiviation sont faibles, en raison de la faible mobilité des éléments dans ce type de sol carbonaté.