

Suivi des ETM sur le site d'Ensisheim (68)

- ✓ **Bilan après 10 ans d'apports de boues,**
- ✓ **Evolution après l'arrêt des épandages.**

Magali Imhoff ¹, Anne Schaub ², Marc Lollier ³, Nathalie Valentin ¹

¹ Syndicat mixte Recyclage Agricole du Haut-Rhin, Bâtiment Europe, 2 allée de Herrlisheim, 68 000 Colmar

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

³ Université de Haute Alsace, IUT de Colmar, Département Génie Biologique, Laboratoire Vigne Biotechnologies et Environnement (EA 3991), Biopôle - BP 50568 - 68008 Colmar Cedex

Mots clés : boues, pH, ETM totaux, extraction EDTA, maïs

Le dispositif d'Ensisheim est un site expérimental de plein champ, mis en place en 1995, avec une vocation de démonstration et pour répondre aux questions concrètes et légitimes des exploitants agricoles : des épandages de boues réalisés selon la réglementation en vigueur, génèrent-ils un risque de dégradation de la qualité des sols et des récoltes comparés à une fertilisation minérale classique ?

Durant la première phase de 10 ans, 5 épandages de boues ont été réalisés sur un sol à tendance acide. Le suivi a porté sur les principaux paramètres d'innocuité visés par la réglementation, en particulier dans les compartiments sol et plante. En parallèle, un suivi de l'évolution des paramètres agronomiques a été mené. A l'issue des 10 premières années d'expérimentation, le suivi du site a été prolongé pour suivre les paramètres pour lesquels une évolution avait été constatée durant la 1^{ère} phase.

Aucune atteinte à la fertilité du sol n'a été mise en évidence à travers cette expérimentation qui représente les pratiques normales d'usage des boues de station d'épuration urbaine.

La première phase consistait à évaluer l'impact d'épandages successifs de boues de station d'épuration urbaine, l'une chaulée (traitement BCH) et l'autre non (traitement BOUE), en comparaison à une fertilisation minérale classique (traitement MIN),

- sur le maintien de la fertilité des terres, d'une part,
- et sur la qualité des récoltes (10 maïs grain et un blé), d'autre part.

Cette première phase a duré 10 ans. Les apports de boues étaient complétés par des engrais minéraux de manière à obtenir des rendements équivalents entre les 3 modalités de traitement. Les paramètres surveillés étaient, outre les paramètres permettant de caractériser l'intérêt agronomique de ces boues, une série de 13 éléments traces métalliques, dont les 7 visés par la réglementation. Le suivi des composés traces organiques dans les cultures et les terres a été rapidement abandonné, les teneurs mesurées dans les échantillons prélevés sur le site étant inférieures à la limite de quantification des laboratoires.

La seconde phase a consisté, durant la décennie suivante, à étudier avec des pas de temps plus longs, le comportement des paramètres pour lesquels une évolution notable avait été constatée dans le sol durant la première phase. Il s'agissait, entre autres, de suivre l'évolution du pH et du taux de calcium échangeable, dans les terres des parcelles ayant reçu des épandages de boues chaulées, et de le mettre en relation avec le comportement des éléments traces métalliques. Ce dernier est évalué, d'une part, par des dosages EDTA sur des échantillons de terre et par des dosages de teneurs dans les grains et les résidus de culture. A noter que toutes les manipulations sont réalisées manuellement, de manière à limiter la contamination des échantillons par les machines agricoles, les différences de teneurs mesurées étant minimales.

Les principaux résultats à retenir sur les paramètres du sol influençant le comportement des ETM, à l'issue de ces 20 ans d'expérimentation.

A l'issue de 5 apports de boues chaulées, le **pH** du sol du traitement BCH est relevé, en moyenne, de 1,5 point sur l'horizon de surface. En 2006, comparé au témoin minéral, une différence de 1,3 point de

pH est constatée en surface et 0,4 point dans l'horizon 40-60cm. En 2015, soit 11 ans après le 5^{ème} et dernier épandage de boues, l'impact des boues chaulées sur l'état calcique du sol (**CaO** échangeable) est toujours visible puisque l'écart de pH entre les deux traitements est toujours de 0,4 pt en surface, comme en profondeur. Les carbonates issus de la chaux des boues ont progressivement migré vers la profondeur.

Par ailleurs, en comparaison du traitement minéral, les apports de boues n'influent pas notablement la teneur en matière organique du sol. L'effet des boues est masqué, d'une part, par le retour au sol systématique des résidus et, d'autre part, par la technique culturale du non labour, employée sur le dispositif depuis 2001. A l'issue de l'essai, et quel que soit le traitement, le stock de matière organique a augmenté de 32 % par rapport à l'état initial.

Selon les intrants utilisés, les flux de métaux apportés au sol varient.

Compte tenu des apports réalisés sur les différents traitements au cours de la première phase de l'essai, les flux en éléments traces sont différenciés pour un certain nombre d'éléments traces ; ainsi, comparés au témoin MIN, les traitements BOUES et BCH ont reçu un flux 2 fois moins élevé en Cd. En revanche, ils ont reçu un flux 15 à 50 fois plus important pour Hg, Cu, Zn et Mn et 130 à 200 fois plus élevé pour le Pb que le traitement MIN. Pour les 7 autres ETM les flux sont similaires. On s'attend donc à constater des évolutions et des différences de teneurs en ETM dans les sols à l'issue de ces apports

Qu'en est-il au plan de l'innocuité ?

Même si des augmentations de **teneurs totales** sont constatées dans le sol des parcelles ayant reçu des boues pour trois des treize éléments traces suivis (Cu, Zn et Hg), ces augmentations restent minimes par rapport à une fertilisation minérale classique. Concrètement cela correspond à une augmentation de teneur dans le sol de 0,006 mg/kg MS pour le Hg (+13 %), 1 mg/kg MS pour le Cu (+ 8 %) et 3 mg/kg MS pour le Zn (+ 7 %). A noter que ces deux derniers éléments sont également à considérer comme des oligoéléments nécessaires aux cultures et à la vie du sol. Les teneurs mesurées à l'issue des épandages restent, par ailleurs, dans la moyenne nationale pour ces éléments [1]. Aucune évolution de la teneur totale en Pb n'a par ailleurs été constatée, contrairement à ce qui était attendu.

La **mobilité des éléments traces** est également évaluée, au laboratoire, au moyen de différents extractants (ici l'EDTA : un indicateur utilisé en laboratoire pour évaluer le risque de prélèvement par les plantes). A noter que la mobilité des éléments traces évolue dans le temps en fonction de deux critères prioritaires : le pH et le taux de matière organique. Une augmentation du pH du sol a tendance à limiter la mobilité de la plupart des éléments traces. Ceci est confirmé dans le traitement boues chaulées BCH pour 5 éléments traces (Cd, Co, Cr, Mn et Ni). A l'inverse, la mobilité du Cu et du Zn est accrue dans les deux traitements boues. Elle est davantage à mettre en relation avec la teneur totale et, peut-être aussi, avec la teneur en matière organique qui augmente dans les 3 traitements suite à l'absence de labour.

A noter que 11 ans après l'arrêt des épandages, la mobilité des éléments traces n'est toujours pas redevenue identique à celle du témoin MIN, à l'instar du paramètre pH ou du calcium échangeable.

Enfin, les épandages de boues comparés à une fertilisation minérale classique sont, dans le cadre de ce dispositif, **sans conséquence sur la qualité des récoltes et des résidus de cultures**. Choix avait pourtant été fait de se placer sur un site, dont le sol à l'état initial présentait, en surface, un pH < 6, pour maximiser le risque ETM. Dans les faits, les différences de teneurs, observées dans les résidus de culture comme dans les grains, sont davantage à attribuer à l'effet année culturale. Il n'y a pas de différence significative constatée durablement pour le traitement BOUE par rapport à MIN. Seules tendances avérées, une diminution des teneurs en Mn (8 récoltes /13) et en Cd (7 récoltes /13) pour le traitement BCH par rapport à MIN dans les résidus de récolte.

[1] Saby N., Baize D., octobre 2011. Groupement d'Intérêt Scientifique Sol. La Base de Données des Eléments Traces Métalliques BDetm (www.gissol.fr), 2 pages.