



**HAL**  
open science

## Transfert sol-plantes des métaux lourds des boues d'épuration urbaines et industrielles

Nadjla Lassoued, Essaïd Bilal, Saloua Rejeb, Frédéric Gallice, Marc Doumas

► **To cite this version:**

Nadjla Lassoued, Essaïd Bilal, Saloua Rejeb, Frédéric Gallice, Marc Doumas. Transfert sol-plantes des métaux lourds des boues d'épuration urbaines et industrielles. 4<sup>e</sup> Conférence sur les Techniques Analytiques Nucléaires et Conventionnelles et leurs Applications (TANCA 2012), Oct 2012, Rabat, Maroc. pp.7-10. hal-00805133

**HAL Id: hal-00805133**

**<https://hal.science/hal-00805133>**

Submitted on 2 Apr 2013

**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.

## TRANSFERT SOL-PLANTES DES METAUX LOURDS DES BOUES D'EPURATION URBAINES ET INDUSTRIELLES

N. Lassoued<sup>1</sup>, E. Bilal<sup>2\*</sup>, S. Rejeb<sup>1</sup>, F. Gallice<sup>2</sup>, M. Dumas<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Laboratoire de recherche Gestion des Risques Environnementaux en Agriculture Irriguée à l'Institut National de Recherche en Génie Rural Eaux et Forêts (INRGREF), Soukra, Tunis.

<sup>2)</sup> Ecole Nationale Supérieure des Mines, SPIN-EMSE, CNRS-UMRS600, F-42023 Saint Etienne, France  
(\* : bilalessaid@gmail.com)

### INTRODUCTION

Le principal objectif de cette étude consiste à évaluer sur le blé et le colza l'effet de deux types de boues résiduaires (boues urbaines / boues industrielles) chargées en métaux lourds surtout en plomb et chrome. Ces boues sont apportées à différentes doses (5, 25, 50 et 100 t/ha). Nous nous intéressons donc à la croissance et l'absorption des métaux lourds par les plantes (le Blé dur et le colza) et à suivre le devenir de ces derniers dans le sol afin de prévenir des phénomènes de pollution et de toxicité.

### MATERIEL ET METHODE

La boue urbaine utilisée durant cette étude est prélevée de la station d'épuration de Korba dotée d'un système de traitement à boue activée à faible charge suivi d'une maturation. Les boues issues de cette station ont subi une stabilisation en aérobie suivie d'un séchage sur lits. La boue sèche est prélevée du lit de séchage.

La boue industrielle est originaire de la station d'épuration de Bou Argoub qui accueille deux zones industrielles, les entreprises de la Société frigorifique et brasserie de Tunis (SFBT) spécialisées dans l'industrie agroalimentaire, et Assad spécialisées dans l'industrie électrique.

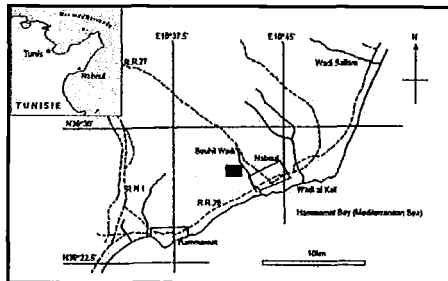


Figure 1: Location map of Oued Souhil – Nabeul Agricultural Experiment Station (the black rectangle).

Les boues issues de cette station ont subi une stabilisation en aérobie suivie d'un séchage sur lits. Ces boues sont chargées en métaux lourds surtout en plomb et chrome.

Le protocole expérimental a été installé en plein champ à la Station d'Expérimentation Agricole de Oued Souhil – Nabeul, située à environ 60 Km de Tunis (figure 1) et appartenant à l'Institut National de Recherche en Génie Rural Eaux et forêt.

Le matériel végétal utilisé dans cette expérimentation est le Blé, plante herbacée, monocotylédone appartenant au genre *triticum* de la famille des graminées et le Colza (*Brassica napus*) qui est une plante annuelle à fleurs jaunes de la famille des Brassicacées.

Ces deux espèces ont été choisies pour leurs capacités de prélèvement des métaux. Le blé est un faible accumulateur des métaux lourds alors que le colza est un accumulateur de ces éléments.

Le dispositif d'essai est installé sur deux parcelles juxtaposées réservée chacune pour une culture (blé ou colza). Pour chaque type de boues, 4 doses (5, 25, 50 et 100 t/ha) ont été mises en jeu et comparées à un témoin sans aucun apport.

Le travail de terrain a démarré en septembre 2010 avec l'épandage des boues d'épuration réalisé le 20 septembre 2010. Elles ont été manuellement enfouies dans le sol. Avant leur épandage, les boues ont été analysées.

Le sol a été échantillonné à deux reprises, la première fois avant l'épandage des boues et la deuxième fois après la récolte. Les prélèvements ont été effectués entre les lignes avec une tarière à quatre profondeurs (0-10, 0-20, 20-40 et 40-60 cm). Au laboratoire, les échantillons du sol sont séchés à l'air libre puis tamisés à 2mm ou 0.2mm selon le type d'analyse à effectuer. L'analyse du sol est en cours de réalisation. Les principaux paramètres déterminés sont la granulométrie, calcaire total, conductivité, carbone, matière organique, azote total et dosage des métaux lourds. Pour la granulométrie nous avons utilisé la méthode internationale de la pipette de Robinson, cela consiste en premier lieu à la destruction de matière organique du sol en utilisant le H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et à la dispersion des argiles par l'hexaméthaphosphate de sodium.

Les argiles et les limons sont mesurés dans cette suspension de terre suivant le temps de chute qui dépend des diamètres des particules (NF X 31-107). Les vitesses de chute des particules peuvent être calculées par la formule de STOKES.

Concernant les plantes, nous avons effectuée le semi du colza (50 graine/m<sup>2</sup>) le 29 décembre 2010 et le semi du blé (350 graine/m<sup>2</sup>) le 05 janvier 2011. La récolte du colza a été effectuée après la formation des siliques le 25 Mai 2011. Nous avons pesé la partie aérienne et la partie racinaire. Le même travail a été réalisé avec le blé le 09 juin 2011. Les échantillons ont par la suite été séchés, broyés et minéralisés en vue de déterminer le dosage des métaux dans les différentes parties de la plante.

## RESULTATS

Le sable est la fraction granulométrique la plus représentative dans notre sol qui correspond à un sol sableux limoneux. Les résultats analytiques montrent que le sol de la parcelle utilisée est caractérisé par un ph alcalin, une conductivité qui varie de 1.06 à 1.52mmho/cm traduisant une faible salinité la saturation du sol est entre 30.4 et 31.8ml/100g.

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol, éventuellement léger et modifiable par apport massifs et répétés d'amendements basiques. L'analyse du calcaire est nécessaire pour affiner la caractérisation des constituants du sol. L'examen de la figure 2 montre que les pourcentages du calcaire dans les différentes horizons sont inférieur à 5% par conséquent il s'agit d'un sol non calcaire, présentant un taux de matière organique très faible.

Les teneurs en azote fournies par les analyses de sol comprennent la totalité de l'azote, ces teneurs sont relativement faibles. Or la connaissance des teneurs en carbone et en azote permet le calcul du rapport (C/N). Ce rapport est largement utilisé pour caractériser et classer les types de matières organiques contenues dans un sol.

En ce qui concerne notre sol, le rapport (C/N) est de l'ordre de 7 au niveau du premier horizon cela indique une matière organique va être rapidement minéralisée en fournissant beaucoup.

Concernant les éléments traces, le fer est plus représenté. Les teneurs moyennes trouvées dans le sol s'organisent selon la séquence suivante : Fe >> Mn > Zn > Pb > Cu > Ni > Co > Cd.

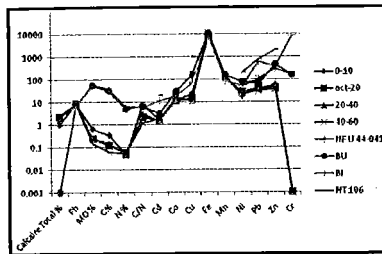


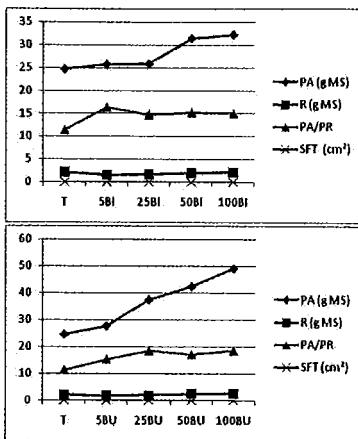
Figure 2 : Variation de la composition chimique des différents horizons du profil du sol, des boues urbaine et industrielle et les normes NF U44-041 et NT (norme tunisienne).

La boue urbaine utilisée durant cette étude est prélevée de la station d'épuration de Korba dotée d'un système de traitement à boue activée à faible charge suivi d'une maturation. Les boues issues de cette station ont subi une stabilisation en aérobie suivie d'un séchage sur lits. La boue sèche est prélevée du lit de séchage.

La boue industrielle est originaire de la station d'épuration de Bou Argoub qui accueille deux zones industrielles, les entreprises de la Société frigorifique et brasserie de Tunis (SFBT) spécialisées dans l'industrie agroalimentaire, et Assad spécialisées dans l'industrie électrique. Les boues issues de cette station ont subi une stabilisation en aérobie suivie d'un séchage sur lits. Ces boues sont chargées en métaux lourds surtout en plomb et chrome.

Avec l'apport de boues on constate parallèlement une augmentation du nombre d'épis et une augmentation du nombre de grain par m<sup>2</sup>, avec l'apport de boues ce nombre augmente avec l'augmentation de la doses de la boue quelque soit le type de boues apportée, elle peut atteindre une augmentation de 53 épis et 23 épis avec l'apport respective de 100t/ha de boue urbaine et 100t/ha boue industrielle. Or le nombre de grains augmente avec l'apport de boue par conséquent le PMG diminue cela peut être expliqué par la diminution du poids et de la qualité de la graine suite au stress. On peut déduire que le nombre de pieds du blé augmente dès l'apport de 5t/ha de boues, cette augmentation est plus accentuée avec l'apport de boues urbaines.

On peut constater que la surface foliaire augmente avec l'apport des boues aussi bien pour la boue urbaine que pour la boue industrielle (figure 3). La surface foliaire de cette culture varie entre 15.77 de la feuille la plus âgée à 3.78 pour la feuille la plus jeune chez le témoin, alors que cette variation augmente avec l'apport de 5BI de 10cm<sup>2</sup> et de 11cm<sup>2</sup> avec l'apport 5t/ha BU, notant bien que la jeune feuille apparaît avec l'apport de 5 BI et de 25 BI par contre elle n'est pas encore développée avec l'apport de 50 et 100t/ha or cette dernière apparaissent dès l'apport de 5t/ha boue urbaine et développement important avec l'apport de 100t/ha cela peut être due à un effet de toxicité plus prononcé avec la boue industrielle.



**Figure 3 :** Effet de différents apports et type de boues d'épuration (BU : boue urbaine et BI : boue industrielle) sur la croissance pondérale de la partie aérienne(PA) et de la racine(R) et la surface foliaire totale du Blé en comparaison au sol témoin T.

## CONCLUSION

Les effets de l'apport des boues d'épuration se manifestent par une augmentation considérable de la croissance pondérale de la plante entière, ceci entraîne une variation du rapport PA/R qui a tendance à augmenter avec l'augmentation de la dose de boue apporté. Dans tous les cas, l'augmentation de la croissance pondérale foliaire suite à un apport de boue est toujours perceptible dès les faibles apports appliqués avec un effet plus appréciable avec l'apport de boue urbaine.