Modification de la mobilité de pesticides dans les sols après addition de matières organiques exogènes.

E. BARRIUSO[1], O.M. EKLO[2], E. IGLESIAS[3] ET S. HOUOT[1]

[1] I.N.R.A., Unité de Science du Sol, 78850 Thiverval-Grignon, France

[2] Norwegian Plant Protection Institute, Department of Herbology, 1432 Ås-NLH, Norvège

[3] C.S.I.C., Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, 37071 Salamanca, Espagne

INTRODUCTION

Les matières organiques des sols (MOS) conditionnent le comportement de la plupart des pesticides dans les sols. Elles sont les agents les plus réactifs dans les phénomènes de rétention et interviennent directement ou indirectement dans les phénomènes de transformation. L'addition au sol de matières organiques exogènes (MOE) modifie les MOS tant en quantité qu'en qualité, ce qui est susceptible de modifier le devenir des pesticides, soit par réaction directe de ces MOE ou d'une partie de leurs constituants avec les pesticides, soit indirectement par modification des propriétés des sols[1]. D'un point de vue environnemental, une des résultantes majeures des modifications induites par les MOE est la modification du transfert des pesticides dans les sols. L'augmentation de la teneur en C des sols provoque pour la plupart des pesticides une augmentation de leur rétention se traduisant par une diminution de leur mobilité[2].

Des expériences d'élution sur colonne de deux pesticides de solubilité très différente permettent d'illustrer les effets de l'addition d'un compost sur leur mobilité dans le sol. Le compost utilisé est une MOE complexe dont la fraction organique a des propriétés hydrophobes en liaison avec son caractère lipidique. Le couplage des phénomènes de transport et de dégradation a été étudié par l'analyse des produits de dégradation des pesticides, par la mesure de la fraction de pesticide minéralisé et par la comparaison d'expériences menées en conditions stériles et non stériles.

MATERIEL ET METHODES

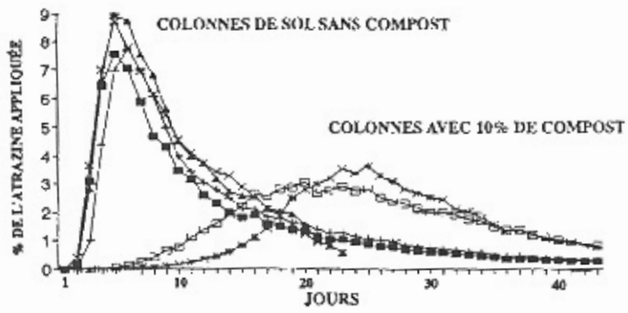
Les expériences ont été faites avec du sol provenant de l'horizon 0-20 cm d'un sol limono-argileux développé sur limon éolien (Brunisol) du dispositif expérimental de Grignon (Yvelines). Le compost provient du compostage de la fraction fermentescible des ordures ménagères du SIVOM de Bapaume. Le sol et le compost ont été séchés à l'air et tamisés à 2 mm. Des colonnes en verre (200 x 35 mm) sont remplies sur 10 cm avec du sol ou du sol plus 10 % en poids de compost. Les matériaux sont ensuite saturés en eau par le bas.

Deux herbicides ont été utilisés, l'atrazine et la sulcotrione[3], marqués au ^{14}C sur leur noyau aromatique. Le comportement des deux herbicides dans le sol et dans les mélanges sol-compost a été caractérisé du point de vue des propriétés de dégradation et de rétention selon les protocoles classiques d'incubation à 28°C et de mesures des coefficients d'adsorption. Des solutions aqueuses sont préparées dont 2 ml sont ajoutés en haut des colonnes. Un pilulier contenant de la soude pour piéger le $^{14}CO_2$ est placé dans les colonnes à 1 cm de la surface du sol, et les colonnes sont hermétiquement fermées. Après 24 h, toutes les colonnes sont éluées en discontinu avec 10 ml d'eau par jour pendant 40 jours. Tous les jours, les piluliers de soude sont remplacés et la radioactivité piégée mesurée par scintillation liquide. Les percolats sont collectés quotidiennement, leur radioactivité totale mesurée par scintillation liquide et la nature chimique des résidus est analysée par C.L.H.P. avec détection du ^{14}C. En fin d'expérience, les résidus de pesticides extractibles et non extractibles restant dans les colonnes sont analysés par tranches de 2 cm. Des expériences complémentaires avec des colonnes maintenues en milieu stérile sont menées en parallèle. Toutes les expériences ont été réalisées en triple dans une armoire thermostatée à 28 ± 0.5°C.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'addition du compost au sol provoque une augmentation de la rétention des deux herbicides. Les coefficients d'adsorption (Kf des isothermes de Freundlich) sont 0.36 et 0.64 pour l'adsorption respectivement de la sulcotrione et de l'atrazine sur le sol. En revanche dans les mélanges sol-compost ces coefficients d'adsorption sont respectivement 0.59 et 1.71.

EFFET DU COMPOST SUR LE LESSIVAGE D'ATRAZINE



Ces valeurs de coefficient d'adsorption sont directement reliées aux allures des courbes d'élution obtenues lors des expériences de percolation ; en particulier, l'addition de compost provoque une atténuation des pics d'élution avec un décalage des maxima d'élution. Dans la figure sont présentées à titre d'exemple des exemples des courbes d'élution de l'atrazine en absence et en présence de compost. En fin d'expérience, le volume d'eau percolé représente entre 6 et 8 fois le volume poral des colonnes de sol.

80 % de l'atrazine apportée sont récupérés dans les percolats des colonnes de sol seul, mais uniquement 60 % dans les colonnes contenant du compost. Par contre, la sulcotrione est très peut retenue,

dans les colonnes avec du sol seul et pratiquement la totalité de la sulcotrione apportée est récupérée dans les percolats. L'addition de compost réduit de 10 % le taux de percolation.

L'analyse chromatographique des percolats montre que la radioactivité récupérée dans les premiers volumes des percolats correspond surtout à des produits de dégradation des herbicides apportés. Les colonnes de sols effectuent une chromatographie des produits de dégradation et les premiers produits qu'on retrouve à la sortie des colonnes sont les produits de dégradation les plus mobiles. Dans le cas de l'atrazine, la déisopropyl-atrazine est le métabolite retrouvé dans tous les premiers percolats, mais c'est la dééthyl-atrazine qui représente la proportion la plus élevée de la radioactivité des percolats. La proportion d'hydroxy-atrazine augmente progressivement avec le temps de percolation. Dans le cas de la sulcotrione, le métabolite le plus important, se formant rapidement dans les sols, est un acide carboxylique, faiblement adsorbé par les sols et très mobile. La dégradation des deux herbicides dans les colonnes est très réduite comparée à celle mesurée lors d'expériences d'incubation. En particulier, la minéralisation de la sulcotrione, représente 60 % de la sulcotrione appliquée après 40 j d'incubation classique, alors que dans les expériences de percolation elle est réduite à moins de 2 %. Les conditions stériles lors des percolations inhibent la production de $^{14}CO_2$, ainsi que l'apparition des produits de dégradation des herbicides. Dans le cas de l'atrazine, ces conditions stériles font augmenter la proportion d'hydroxy-atrazine dans les percolats à partir du 20ème jour de percolation.

L'analyse des résidus restant dans les colonnes de sol après les expériences de percolation montre qu'une proportion importante de ces résidus n'est pas extractible dans des solutions aqueuse mais est extractible avec des solvants organiques. La proportion des métabolites dans les résidus extraits est très importante. En particulier, on ne retrouve plus de sulcotrione dans les colonnes de sol, toute la radioactivité extractible correspondant à des produits de dégradation. La formation des résidus non extractibles ou "résidus liés" reste limitée, ne dépassant pas 10 % de la radioactivité appliquée dans le cas de l'atrazine. D'une façon générale, l'addition de compost favorise la conservation des herbicides non dégradés, en particulier dans le cas de la sulcotrione. Ce résultat a été obtenu avec d'autres pesticides lors des incubations au laboratoire[4]. Il y a peu de modifications des profils métaboliques et de répartition de la radioactivité en fonction de la profondeur dans les colonnes. On retrouve une proportion légèrement supérieure des résidus extractibles en profondeur.

Bibliographie :

1.- Barriuso E., Calvet R. et Houot S. (1995). Field study of the effect of sewage sludge application on atrazine behaviour in soil. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 59, 107-121.

2.- Zsolnay A. (1992). Effect of an organic fertilizer on the transport of the herbicide atrazine in soil. Chemosphere, 24, 663-669.

3.- Compagnon J.M. et Beraud J.M. (1992). ICIA0051, un nouvel herbicide polyvalent de post-levée sélectif du maïs. *ANPP-XV Conf. COLUMA*, Versailles, 349-356.

4.- Barriuso E., Houot S. et Serra-Wittling C. Influence of compost addition to soil on herbicides behaviour. *Pesticide Sci.* (soumis, 1996).

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'ETUDE DES SOLS

Actes des 5e Journées Nationales de l'Etude des Sols

Sols et transferts des polluants dans les paysages

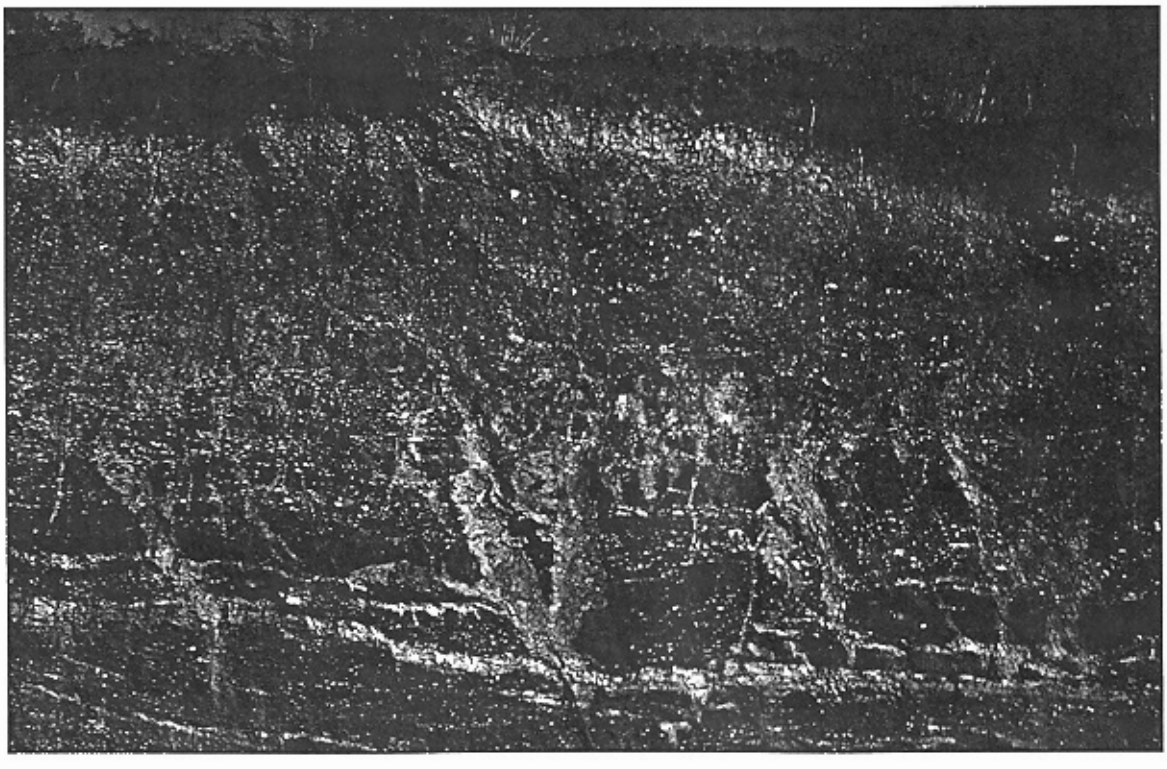


Photo Penestin (Morbihan) - P. Curmi - INRA Rennes

RENNES 96

ENSA - INRA Rennes

22 au 25 avril 1996

Pour la terre et les hommes 50 ans de recherches à l'INRA

1896 ~ 1996 100 ans à Rennes