

## Visite du centre EGER INA-Paris-Grignon centre de Grignon

par Claude Sultana<sup>1</sup>



En l'absence de notre confrère Antoine MESSEAN, directeur du centre alors en déplacement, Thierry DORE accueillait le jeudi 16 novembre l'Académie d'Agriculture pour une visite des nouveaux laboratoires.

Le centre EGER, pour Environnement et Gestion de l'Espace Régional, est une structure sans assise juridique qui fonctionne avec les moyens de ses composants. Il comporte de très nombreuses unités de recherches dont 3 interviendront pour exposer quelques uns de leurs travaux :

- L'UMR INRA – INA-PG, Environnement et Grandes Cultures
- l'UR 251, Physicochimie et Ecotoxicologie des SolS d'Agrosystèmes Contaminés (PESSAC)
- l'UMR IRA-CNRS-UMPC-INAPG-ENS-ENSCP, BIOgéochimie et Ecologie des Milieux Continentaux (BIOEMCO)

L'objectif général est de constituer un pôle de recherche, enseignement et

---

<sup>1</sup> Correspondant de l'Académie d'Agriculture, ancien directeur de l'Institut technique du Lin.

développement à vocation internationale. Les travaux envisagent la durabilité et les fonctions environnementales de l'Agriculture sous 2 angles prioritaires:

- le fonctionnement et la modélisation des agrosystèmes d'Europe du Nord
- la conception et l'évaluation de nouveaux agrosystèmes dans une optique de développement durable.

Thierry DORE donne 2 exemples de travaux récents:

- l'influence de la pollution d'ozone sur les rendements du blé dans la région sud-ouest de Paris,
- l'influence des techniques de travail du sol sur la qualité sanitaire des blés.

Il expose les objectifs spécifiques qui se définissent en 15 points que nous ne détaillons pas ici, et l'organisation d'EGER avec une structuration en 3 axes scientifiques,

- activités de recherche conduites en commun,
- activités d'intégration,
- activités de dissémination.

Les travaux sont conduits principalement au centre de Versailles-Grignon où 8 équipes regroupent quelques 150 chercheurs et techniciens et aussi au centre de Lille et à celui d'Orléans pour constituer un pôle de quelques 176 personnes.

En conclusion Thierry DORE insiste sur le potentiel scientifique important du centre, ses liens forts avec l'enseignement et la grande concentration en Ile de France de partenaires potentiels.

Cette présentation générale sera suivie de 4 exposés. Le premier, est relatif aux **travaux sur les matières organiques des sols** (MOS), Il est présenté par N. NUMAN, UMR BIOEMCO.

L'objectif est de comprendre et prévoir la dynamique des MOS et leurs fonctions. Différentes voies sont possibles dans le processus de stabilisation des MOS dans le sol, la récalcitrance, la protection chimique, la protection physicochimique. Les études sont conduites à l'échelle globale, moléculaire ou à celle des éléments.

Pour la récalcitrance des macromolécules végétales (MMV), la démarche procède par quantification, mesure de la vitesse de renouvellement, de la vitesse de biodégradation et de modification du devenir de ces MMV. Dans l'étude, la lignine a été choisie pour sa récalcitrance à la décomposition et le suivi utilise le traçage isotopique au  $C_{13}$ .

Une question fait débat: la stabilisation du carbone est-elle anté ou post assimilation microbienne ?

- dans le modèle Anté, il y a récalcitrance intrinsèque, adsorption, piégeage. C'est la théorie la plus commune pour laquelle la modélisation met en jeu des cinétiques à 1 ou plusieurs compartiments  $f(T, \theta)$ ,
- dans le modèle Post, la stabilisation se fait différemment selon la localisation de la décomposition. Selon GIRARDIN, il y a stabilisation préférentielle des MO solubles. L'expérimentation est conduite par marquage au  $C_{13}$  des solubles des végétaux; puis incubation dans le sol et ensuite mesure des profils de métabolites in vitro, Il apparaît ainsi que les communautés microbiennes sont associées aux cultures (ex du blé et du maïs).

Reste des questions et des perspectives:

- Faut-il une modélisation par famille moléculaire?

- Mieux connaître l'écophysio­logie des microorganismes de la décomposition?
- Quels apports complémentaires aurait une étude à partir de l'azote isotopique?
- La génomique serait-elle un outil plus sensible pour mettre en évidence d'autres différences?
- Peut-on agir sur la séquestration du carbone selon les cultures?

Ensuite intervient Sylvie HOUOT sur **la valorisation agricole des déchets urbains**. L'étude est menée par l'UMR UNRA – INA-PG, Environnement et Grandes Cultures et Véolia Environnement R&D.

Dans le contexte de traitement des déchets urbains, il ressort que le compostage ne représente que 6 % des tonnages traités. Cette production, un peu supérieure à 2 millions de T/an, ne fournit que 1 % des MO apportées au sol. Il est rappelé que les composts sont classés matières fertilisantes et, du fait, soumis à homologation ou normalisation, En 2003, 60 % des composts étaient réglementaires.

La recherche menée à Grignon porte sur la valeur agronomique des composts d'origine urbaine et leur effet sur l'environnement.

Pour cela des essais de longue durée ont été mis en place dans une rotation maïs/blé comparant à un témoin *fumure minérale* 4 amendements organiques, 3 composts d'*ordures ménagères résiduelles* (OMR), *biodéchets* (BIO), *déchets verts et boues* (DVB) et du *fumier*.

La détermination de la contribution à la MO du sol pour un apport/ha de 11 à 13 T de C fait apparaître la meilleure efficacité pour le compost DVB, double de celle du compost OMR, alors que le témoin affiche un déficit d'apport au sol. L'étude porte aussi sur la contribution à la stabilité biologique des sols par le calcul de l'indice de stabilité biologique (ISB); tous les composts améliorent la stabilité des sols, L'OMR à un degré moindre (c'est le moins stable) mais avec en contrepartie une plus grande disponibilité de N.

L'évolution des éléments traces métalliques (EMT) est également suivie. Leur teneur diminue de l'OMR au BIO et leur flux peut représenter jusqu'à 6 % des teneurs initiales du sol.

Les conclusions provisoires de cette étude en cours montrent un gradient dans le stockage potentiel du C, mesuré par ISB, où DVB > BIO > fumier > OMR, pour l'amélioration de la fertilité du sol liée à la stabilité du compost, l'efficacité diminue dans l'ordre OMR > DVB > fumier > BIO.

Les composts imparfaitement stabilisés doivent être épandus quelques mois avant semis et il n'y a pas d'impact négatif sur le sol et les plantes après 6 ans d'expérimentation.

Les **travaux sur les pesticides dans les sols** sont présentés par Enrique BARRIUSO, UMR INRA – INA-PG, Environnement et Grandes Cultures.

L'étude porte sur le devenir des pesticides dans le sol et les risques de contaminations ou pollutions qu'ils peuvent engendrer. La partie des pesticides qui, au cours de l'application, va directement au sol subit une rétention ou elle est dégradée. Il en résulte une certaine disponibilité de produits soumis soit à volatilisation, soit à lixiviation, soit au ruissellement. L'étude des processus conduit à l'évaluation de l'impact qui est fonction de l'exposition (dépendant de la disponibilité) et de la toxicité.

Plusieurs facteurs influencent la disponibilité.

- *les pratiques*: travail du sol, choix des produits, dates d'application etc.,
- *la mobilité*: la rétention dépend de la nature chimique des sols, du climat,
- *la persistance*,
- *le transfert*: l'importance de la lixiviation, du ruissellement, de la volatilisation varie selon les sols, l'interception, le climat.

L'étude du déterminisme de la disponibilité montre que

- l'adsorption augmente avec la teneur en C organique,
- la dégradation est fonction de la nature chimique du sol, du climat, de la dynamique des populations microbiennes, du couvert (par ex. le *glyphosate* se dégrade plus vite dans un sol avec mulch),
- la stabilisation suit l'adsorption, le pesticide adsorbé passe dans les résidus liés,
- volatilisation et lixiviation sont évaluées à partir de d'équipements spéciaux, en conditions contrôlées ou semi-contrôlées.

A partir de données ponctuelles, la prévision spatialisée du devenir des pesticides dans l'environnement conduit à proposer un modèle et des outils de prévision des risques de pollution. A titre d'exemple, les bandes enherbées constituent une zone tampon efficace contre le ruissellement.

En conclusion l'objectif de ces travaux est de contribuer à maintenir une bonne efficacité de la protection des cultures en réduisant les impacts sur l'environnement.

En dernier intervient Daniel TESSIER de l'UR 251, PESSAC sur l'**écotoxicologie des sols**.

L'unité PESSAC, créée depuis le début de l'année, regroupe l'équipe des Xénobiotiques et l'unité de Science du sol avec pour objectif l'étude du devenir des polluants et leur impact sur l'environnement.

A partir du constat de contamination des sols, les objectifs visent à identifier, comprendre et hiérarchiser les mécanismes d'exposition des organismes du sol à des composés toxiques et leur réponse puis, dans un deuxième temps, à expliciter des modifications du fonctionnement bio-physico-chimique (b-p-c) du sol au vu des modifications des organismes.

Valider des descripteurs b-p-c de l'impact des polluants, développer des méthodes et outils de diagnostic sont les objectifs pour évaluer risques, impacts et effet sur les sols de la pollution chimique.

En s'appuyant sur un schéma conceptuel constatant d'une part un stress physique agissant sur les milieux et d'autre part un stress chimique par le fait des contaminants, on détermine la réponse des microorganismes au moyen d'un traitement mathématique via un modèle.

Ainsi on en arrive à adosser les recherches en écotoxicologie des sols à une problématique agronomique en adoptant les concepts de l'écologie et une démarche pluridisciplinaire.

Pour cela il faut définir,

1. l'état de référence d'un sol, situation d'équilibre; se basant sur un certain nombre

d'hypothèses. La stratégie met en oeuvre 40 descripteurs b-p-c analysés en différents lieux et pendant une certaine période.

Dans les principales conclusions il apparaît un effet pratiques culturales: l'activité biologique est plus forte sous prairie qu'en grandes cultures. Il y a constat de redondance des b-p-c.

2. l'impact des contaminants: une expérimentation réalisée en sols d'Yvetot (prairie et grande culture) sur le cuivre montre que le Cu n'agit pas sur les descripteurs biologiques. C'est un résultat qui contredit d'autres études en microcosme. Y a-t-il un biais expérimental ou une remise en cause des systèmes experts en conditions contrôlées?
3. pour l'impact des pratiques, le choix porte sur la durabilité des techniques culturales simplifiées (TCS). L'hypothèse de travail avance une altération possible du fonctionnement du sol avec effet sur l'impact des contaminants. Après 30 ans il est constaté une acidification progressive vers la surface en cas de non labour avec relargage de minéraux et augmentation de la MO. On se trouve devant une contradiction apparente entre données physico-chimiques et biologiques.
4. de nouveaux outils se développent: des champignons filamenteux comme bioindicateurs et des enzymes fongiques comme biomarqueurs. En exemple l'impact sur *T. versicolor*: le Cu provoque un épaississement et le Cd une rugosité des filaments. Les réponses enzymatiques sont spécifiques à la contamination avec un accroissement très net du seuil de sensibilité.
5. Dans l'évaluation des impacts écotoxicologiques de contaminants de produits résiduels organiques sur une longue période, la concentration et les zones d'accumulation des métaux sont bien caractérisées. L'étude de la pollution par HAP (benzopyrène) issu de boues montre une accumulation au bout de 20 ans et la teneur se maintient à un niveau élevé pendant longtemps après apport. Les boues ont des effets toxiques sur certaines cultures, notamment de légumineuses.

En conclusion, l'écotoxicologie est une problématique en phase avec les préoccupations de la société; elle est en prise avec les systèmes et les pratiques culturales et a besoin d'une approche pluridisciplinaire pour répondre aux nouveaux défis en terme de contaminants.

Monsieur Jean-François MOROT-GAUDRY, secrétaire perpétuel adjoint, remercie les intervenants pour la clarté et la pédagogie de leurs exposés et Thierry DORE pour l'organisation de cette visite et souligne que ces travaux pourraient faire l'objet d'une séance de l'AAF, notamment ceux sur les déchets urbains et boues. La matinée s'achève tardivement par un parcours dans les laboratoires où sont présentés les équipements qui permettent la précision des résultats.

