



LA LETTRE DE L'ASSOCIATION

BULLETIN DE LIAISON DE
L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ETUDE DU SOL

n°65-décembre 2002

supplément à la revue Etude et Gestion des Sols n°4-2002 (ISSN 1252-6851 -CPPAP : 0602668366)

EDITORIAL

Des élections vont avoir lieu en mars prochain pour élire nos représentants au conseil d'administration. Cette année nous devons remplacer notre secrétaire général, Micheline Eimberck dont le mandat arrive à échéance ; c'est donc une élection importante car un nouveau secrétaire général doit être choisi parmi les nouveaux ou les anciens membres du conseil. Chacun d'entre nous se doit d'être conscient de cet enjeu et de voter !

Jean-Pierre Rossignol



NOUVELLES DE L'ASSOCIATION

Section AFES Massif Central - Réunion d'automne

La section AFES Massif Central a tenu sa rencontre d'automne exclusivement sur le terrain, le jeudi 21 novembre 2002, dans le bassin d'Ambert (Puy de Dôme).

Elle était organisée par MM Jean Luc Meloux, enseignant, et Hervé Cubizolle, spécialiste des tourbières.

La journée a été consacrée à l'examen de quelques

sols régionaux :

- paléosol ferrallitique éocène
 - Luvisols rédoxiques et Brunisols oligotrophes sur alluvions quaternaires
 - Histosols des « alvéoles » du Livradois -Forez
- Une trentaine de participants venus d'horizons et de départements différents ont suivi cette tournée qui a donné lieu à des échanges intéressants.

Jean Dejou

Quelques nouvelles de l'atelier « Référentiel Pédologique », Orléans, JNES, jeudi 24 Octobre 2002

A l'occasion des dernières JNES, D. Baize, organisateur principal, a souhaité relancer une réflexion sur le Référentiel Pédologique : bilan de 10 années d'utilisation, évolutions et améliorations possibles dans le contexte national ou international, intérêt d'une remise en chantier.

Cette première réflexion s'est faite autour de deux axes : une enquête diffusée sur la liste de diffusion électronique de l'AFES et, à Orléans, un atelier des JNES, qui s'est déroulé de la façon suivante :

- introduction de D. Baize qui a rappelé, parmi d'autres choses, que la WRB étant beaucoup plus récent que les travaux du RP, les ressemblances entre les 2 systèmes reflétaient l'influence des conceptions du RP sur celles de la WRB.

- résultats de l'enquête, présentés par B. Jabiol ;

- témoignage d'un utilisateur convaincu du Référentiel, M. Gobat, Professeur à Neuchâtel, qui a souligné les avantages du RP sur plusieurs points : i) en tant qu'outil d'enseignement qu'il a d'ailleurs amélioré et adapté en particulier par une clé (il l'enseigne depuis 1995), ii) en tant qu'outil pour les recherches prenant en compte les couvertures pédologiques, iii) de par son approche totalement compatible avec les études de végétation.

- débat où sont intervenus un certain nombre de pédologues français et étrangers

L'intervention de J.M. Gobat sera détaillée par ailleurs. Nous ne reprendrons ici que les résultats de l'enquête, et les principales conclusions se dégageant à la fois de l'enquête et des débats. Les résultats bruts, chiffrés, ont été diffusés sur la liste AFES et peuvent m'être demandés.

Le premier résultat de l'enquête est le faible taux de réponses : 35 pour près de 500 abonnés à la liste. Ce faible taux est inquiétant dans le sens où il semble indiquer un désintérêt pour la question (voir Q.4 ci-dessous). Or, même si l'on n'est qu'un utilisateur occasionnel de « dénominations de sols », nous sommes tous amenés à en utiliser de temps en temps au moins, et il est peu souhaitable, me semble-t-il, de laisser "les autres" décider de nos systèmes de référence. Parmi les réponses, peu d'anciens collaborateurs de la première édition (beaucoup sont en retraite et peuvent n'avoir pas été touchés par l'enquête), et assez peu de futurs collaborateurs potentiels (14 déclarés), ce qui est aussi inquiétant.

Peu de réponses montrent une opposition au RP : 2 oppositions franches pour des raisons conceptuelles, quelques oppositions partielles sur des points particuliers. Par contre, d'autres personnes n'utilisent que peu le RP, sans y être opposées conceptuellement :

- soit qu'elles travaillent dans un contexte où l'influence d'autres classifications est forte, en

général à l'étranger (soil taxonomy) : Belgique, G.B., Italie (d'après Franco Previtali - Professeur à Milan - plus de la moitié des pédologues italiens utilisent la ST, les autres, plus orientés vers la culture et l'école française utilisant la CPCS ou le RP). La question qui s'en dégage est "faut-il continuer à travailler à la diffusion de nos idées en Europe" ? (Q.1) :

- soit que le RP est incomplet dans leur champ d'activité : c'est le cas flagrant, et maintes fois soulevé, de l'essentiel des sols intertropicaux ("ferrallitiques" et "ferrugineux tropicaux"). C'est là un deuxième point important (Q.2).

- soit, qu'elles choisissent délibérément le système international qu'est la WRB. Il y a là un débat fondamental qui a été bien soulevé dans le questionnaire, mais peu débattu à Orléans (Q.3). Y a-t-il antinomie entre les deux systèmes ? Un système international répond-il aux attentes à l'échelle nationale ? Ne faut-il pas travailler à rendre compatibles le plus totalement les deux systèmes ? Faut-il pour le RP s'investir essentiellement dans une approche approfondie des sols nationaux ? (on rejoint là, la question Q.2).

- soit, par négligence et manque de temps ou d'énergie, pour "investir" dans le RP. Une seule personne a répondu en ce sens, et je la remercie de l'avoir fait (car je pense qu'une majeure partie des centaines de "non-réponses" est dans ce cas !). Le résultat n'est pas anodin (Q.4) puisqu'il conduit à l'utilisation dans des publications nationales de terminologies anciennes et surtout disparates et mal définies. (je ne parle pas bien sûr des référentiels régionaux qui sont fort utiles).

Sur le plan de l'**appréciation** du RP, il faut remarquer que son niveau scientifique est largement reconnu, même par ses détracteurs, et que les utilisateurs louent la démarche et l'esprit du document. Il apparaît fréquemment cependant des demandes d'amélioration à la marge, sur tel ou tel chapitre ou référence : faut-il relancer une consultation et un travail d'amélioration des chapitres existants ? (Q.5).

Les avis sont beaucoup plus partagés sur la facilité d'utilisation du RP et la terminologie utilisée. Le problème de terminologie peut rejoindre la question 3 ; celui de la facilité d'utilisation a été largement soulevé, à la fois dans l'enquête et les débats : il semble par exemple difficile, lorsqu'on ne connaît pas bien l'ensemble du document, de passer d'une succession d'horizons à une référence. De nombreuses suggestions ont été faites pour créer des outils d'aide à l'utilisation du RP (Q.6) : clé de détermination, tableaux de synthèse, schémas systématiques, photos et exemples d'analyses sur papier ou "en ligne", correspondances entre systèmes, etc.

Enfin, il faut citer d'autres suggestions correspondant à un **élargissement** du Référentiel

(Q.7) : inventaire des "systèmes pédologiques", intégration des données concernant la végétation, la géologie, augmenter les commentaires agro-pédologiques, etc. Quelques témoignages ont montré que cet élargissement était possible dans des secteurs particuliers, nous en reparlerons.

En conclusion, on peut dire que bien du travail peut être entamé pour assurer la continuité et l'amélioration du document (Q2, Q5, Q6, Q7). Mais auparavant, il me semble fondamental de reposer des questions d'objectifs ou de moyens

(Q1, Q3), mais aussi d'essayer de comprendre la faiblesse de la mobilisation de ces derniers mois (Q4). Un collègue craint de se voir imposer un système par "voie caporaliste" : ce ne sera pas le cas si, comme il y a 10 ans, ce système correspond à la mobilisation de la communauté pédologique française, derrière un conseil d'administration élu, à qui il revient de proposer - ou non - des directives de travail.

Bernard JABIOL

THÈSES ET H.D.R.

Interactions chimiques entre racines et minéraux du sol - Conséquences sur l'altération des minéraux et la nutrition des végétaux, H.D.R. présentée par Philippe Hinsinger en septembre 2001 est désormais téléchargeable en .pdf à l'adresse suivante (rubrique Thesis year 2001): <http://www.inra.fr/ea>

La rhizosphère, volume de sol situé autour des racines et soumis à leur influence est le lieu, outre d'une intense activité microbienne liée à l'exsudation racinaire de composés carbonés, de multiples interactions physico-chimiques. Les travaux de recherches que j'ai accomplis concernent la mise en évidence des processus sous-jacents qui sont mis en œuvre par les racines de plantes cultivées et l'étude de leurs conséquences à la fois sur :

(i) l'altération des minéraux silicatés, mais aussi de minéraux du type phosphates, carbonates et oxydes métalliques ; ces travaux ont permis de réévaluer le rôle des végétaux supérieurs dans les cycles bio-géochimiques et les processus de formation des sols (pédogenèse)

(ii) l'acquisition de nutriments majeurs, en particulier potassium et phosphore ; ces travaux ont permis de prendre en considération, par delà le seul processus d'absorption, les divers processus rhizosphériques qui déterminent in fine la nutrition potassique et phosphatée des plantes cultivées ;

(iii) l'acquisition de métaux potentiellement polluants (Cu et Zn en particulier, dans le contexte de pollutions diffuses en milieu agricole) ; ces travaux ont permis de mieux appréhender les effets propres de la plante cultivée qui sont susceptibles de jouer sur le déterminisme de la biodisponibilité de ces métaux.

Caractérisation de la phytodisponibilité du phosphore du sol par la modélisation du transfert des ions phosphates entre le sol et la solution :H.D.R. présentée par Christian Morel le 12 novembre 2002 à l'Institut National Polytechnique de Lorraine (Vandoeuvre-lès-Nancy)

Maîtriser le cycle du phosphore (P) dans les parcelles agricoles cultivées en grande culture est une nécessité pour optimiser la production agricole, maintenir la durabilité des systèmes de production et limiter les sorties de P vers les eaux de surface. Face à la complexité du fonctionnement du système sol-plante-intrant au champ, le programme de recherche mis en œuvre comporte plusieurs étapes. Il s'agissait d'abord d'analyser cette complexité afin d'identifier la fraction du P du sol susceptible d'être

prélevé, i.e. le P phytodisponible du sol. La contribution de quelques mécanismes rhizosphériques, susceptibles de mobiliser le P du sol, a été quantifiée dans quelques systèmes sol-plante-intrants. La diffusion sol-solution des ions P est un processus majeur du prélèvement de P et peut-être quantifiée au moyen du traçage et de la dilution isotopique dans des suspensions de sol (1g :10 ml) à l'état stationnaire. La dissolution de P apatitique en sol neutre et la minéralisation de P organique semble négligeable sur le long terme dans les sols de grande culture cultivés de longue date. Le P phytodisponible du sol a donc été caractérisé par la quantité (Pr) d'ions P transférée entre le sol et la solution. Pr a été étudié à des fins de modélisation en intégrant l'effet de quelques variables clefs : durée (t) du transfert et concentration (Cp) des ions P dans la solution. Pour une gamme de Cp couvrant largement celle rencontrée aux champs et pour des durées de plusieurs mois, Pr, dans un sol donné, est précisément décrit par une fonction du type : $Pr = vCp w t^p$. La robustesse du paramétrage, v, w et p, aux conditions opératoires et aux différentes méthodes expérimentales a été montrée dans quelques situations. Il en est de même pour quelques pratiques agricoles. Ainsi, malgré des situations extrêmement différenciées, l'absence ou la pratique régulière de la fertilisation phosphatée n'affecte pas significativement les propriétés de transfert sol-solution. Le transfert sol-solution des ions P a ainsi été calibré dans les sols du réseau INRA des essais de longue durée menés sur la fertilisation P puis utilisé pour comprendre et expliquer le comportement des cultures et analyser les évolutions à long terme. L'effet du type de sol sur la courbe de réponse est pris en compte ce que ne permet pas la traditionnelle extraction chimique. L'évolution à long terme (de quelques années à plusieurs décennies) de la concentration des ions P dans la solution est étroitement corrélée au bilan phosphaté à la parcelle (différence entre fertilisation et exportation par les cultures) et aux propriétés de transfert sol-solution. Finalement, cet ensemble de travaux a permis d'élaborer un modèle intégrant la phytodisponibilité du P dans le sol, son évolution à long terme et le comportement de la plante (maïs) en terme de rendement. La valorisation de ce modèle comme outil d'aide à la décision pour le raisonnement de la fertilisation suppose d'établir les relations entre le paramétrage décrivant le transfert sol-solution et des caractéristiques physico-chimiques du sol.

Cartogénèse des sols et changements d'échelle, thèse présentée par Florence Carré le 25 Novembre 2002 à l'Institut National Agronomique de Paris- Grignon

Cette étude se place dans le contexte de l'utilisation des bases de données pédologiques de la France. La base de données utilisée concerne les environs de La Rochelle (France). L'objectif de cette étude est de proposer deux méthodes de cartogénèse des sols à partir de milliers d'observations pédologiques contenues dans la base de données, puis de tester la sensibilité des méthodes à travers les paramètres pouvant intervenir sur l'échelle de rendu finale.

1°) On vérifie les données (sites d'observations et unités cartographiques de sol) d'un point de vue sémantique et spatial, et leur cohérence en s'appuyant sur les variables les plus renseignées.

2°) On modélise la cartogénèse à partir des sites d'observation et de données sur les facteurs du milieu (relief et occupation du sol). Le relief est modélisé par le Modèle Numérique de Terrain de la BDTOPO (IGN) à la résolution de 25 m, tandis que l'occupation du sol provient de l'information d'une image satellitaire SPOTVIEW, à la résolution de 20 m.

3°) Les sites d'observation pédologiques sont d'abord agrégés en types de sol par un outil de classification semi-automatique que nous avons élaboré (OSACA, disponible sur <http://lacan.grignon.inra.fr/ressources>).

4°) Les types de sol sont modélisés à partir des facteurs du milieu afin d'obtenir la carte des sols (méthode de régression-krigeage).

5°) La carte des sols est obtenue en modélisant les facteurs du milieu à partir des types de sol (méthode de segmentation).

6°) Ces deux démarches, différentes, aboutissent à des résultats différents : dans le premier cas, les types de sol sont agrégés, dans l'autre, ils sont différenciés selon les facteurs du milieu.

7°) La sensibilité des deux méthodes est testée par divers paramètres (résolution des facteurs du milieu, nombre de types de sol, nombre de sites d'observation et localisation...) intervenant sur le changement d'échelle.

Réponse fonctionnelle de la pédofaune à la mise en culture itinérante et permanente des sols du Sud-Ouest de la Guyane française thèse présentée par Stéphanie Topoliantz le 27 novembre 2002 au Muséum d'histoire naturelle, Paris

L'activité de la pédofaune, élément clé du maintien de la fertilité des sols, a été étudiée dans des sols soumis à la culture itinérante sur brûlis et en agriculture sédentaire dans le Sud-Ouest de la Guyane française. L'analyse des couches superficielles du sol a montré que le brûlis détruisait la litière sans altérer les racines et que l'apport de charbon de bois consécutif au brûlis abaissait l'acidité du sol et la teneur en aluminium échangeable. En outre, le recyclage du charbon de bois par les vers de terre a été mis en évidence à travers la présence de déjections noires et grises à teneur élevée en C et N totaux. Les études expérimentales en microcosmes ont confirmé l'ingestion délibérée de charbon de bois par le ver de terre endogé *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae) et démontré une adaptation du comportement de ce ver de terre à l'apport répété de charbon de bois, suggérant que le sol de jachère est mieux adapté en terme de fonctionnement

biologique à la mise en culture sur brûlis que le sol de forêt mature. Ces résultats ont été appliqués à l'amélioration des sols utilisés pour les cultures sédentaires. L'apport d'un mélange de charbon de bois et de pelures de tubercules de manioc riches en P et K, en présence du ver de terre *P. corethrurus*, a permis à la fois une amélioration de la production de haricot-kilomètre (*Vigna unguiculata sesquipedalis*), un maintien de la structure grumeleuse du sol ainsi qu'une amélioration chimique augmentant la disponibilité en phosphore et diminuant l'acidité et la teneur en aluminium échangeable. Cette étude démontre l'importance du charbon de bois dans le fonctionnement biologique des sols appauvris en matière organique et son utilisation possible, au travers de l'activité des vers de terre, pour restaurer les sols tropicaux dégradés par la sédentarisation de l'agriculture.

Quantification et modélisation des flux hydriques, thermiques, et azotés dans les systèmes de culture en semis directs avec couverture végétale dans la région des Cerrados brésiliens, thèse présentée par Manuel Reyes Gomez le 24 Octobre 2002, au CIRAD, Montpellier.

Le semis direct sur paillis résiduels d'intersaison (SCV) connaît un développement rapide dans la région des Cerrados (Brésil) en raison de bonnes performances agronomique et économique et de son adaptation aux systèmes de production locaux. Ce travail a pour but d'analyser et de quantifier les principaux processus intervenant sur les bilans hydrique, thermique et azoté du SCV. Trois techniques agricoles ont été évaluées : i) le semis direct de riz sur paillis résiduel (SCV), comparé aux systèmes conventionnels ii) labour profond avec enfouissement du paillis résiduel (LP) et iii) travail superficiel à l'offset sans paillis (OF). Le modèle PASTIS a été utilisé pour la simulation des processus de transfert hydrique, thermique et la dynamique de l'azote. Les différents paramètres et variables requis pour l'évaluation du modèle ont été acquis dans le cadre d'une expérimentation menée en collaboration sur la station de l'EMBRAPA (CNPAP) de Goiânia, et complété par des travaux au laboratoire. Ils concernent en particulier les propriétés hydrodynamiques des sols, la caractérisation des éléments de paillis et de leurs transformations biologiques, et l'évolution des profils hydriques, thermiques et de teneur en azote minéral. Les résultats montrent que le modèle PASTIS permet de simuler de façon satisfaisante les processus mis en jeu. Les transferts d'eau et de chaleur ne sont que faiblement affectés dans le contexte pédoclimatique des Cerrados. Les systèmes de culture se différencient principalement par la dynamique du carbone et de l'azote. Dans le cas du traitement OF, un stock résiduel d'azote minéral subsiste en début de campagne et peut être rapidement lixivié. En présence d'une culture d'intersaison, l'azote résiduel est immobilisé avant d'être progressivement minéralisé au cours de la saison de culture. Cette minéralisation de l'azote apparaît plus rapide lorsque le paillis est enfoui (LP) par rapport à un semis direct sur paillis résiduel (SCV). Ces dynamiques ne sont pas apparues déterminantes sur les performances agronomiques des systèmes de culture, dont l'évaluation

globale repose sur d'autres facteurs que les bilans hydriques ou azotés. Toutefois, ces résultats ont vocation à être utilisés pour une meilleure gestion des pratiques culturales, notamment en matière de fertilisation azotée.

Méthodes de réduction des émissions d'ammoniac d'origine agricole (lisier), thèse présentée par Stéphanie portejoie le 11 décembre 2002 au Cemagref de Rennes

Les émissions de NH₃ sont à 95% d'origine agricole, dont 80% proviennent de l'élevage. Outre la réduction de la valeur fertilisante des lisiers épandus qu'elles entraînent, ces pertes d'azote par volatilisation de NH₃ ont des conséquences potentielles variées sur la santé humaine et animale et sur les écosystèmes naturels. Ce travail de recherche s'est concentré sur l'évaluation de différentes techniques de réduction au cours du stockage (alimentation, couverture de fosse et additif) et la vérification du maintien de l'efficacité de ces techniques lors de l'épandage consécutif. Pour cela un suivi de la volatilisation de NH₃ a été effectué, pour chaque expérience, au cours d'une simulation de stockage au laboratoire (7 à 15 jours) et après un épandage sur le terrain. La diminution de la teneur en protéines du régime (20, 16 et 12%) tout en maintenant les mêmes apports en acides aminés essentiels permet une réduction importante de l'excrétion azotée de 27% surtout au niveau de la fraction urinaire sans affecter les performances zootechniques ainsi qu'une diminution de la quantité d'excréta, la consommation d'eau étant réduite. Les teneurs en azote ammoniacal et en azote Kjeldahl ainsi que le pH diminuent linéairement avec le taux protéique. Tous ces facteurs contribuent à réduire les pertes par volatilisation de l'ammoniac aux différents stades de la gestion des effluents [Aliment-Animaux-Stockage-Epandage] : une réduction de la volatilisation de l'ammoniac de 63% est obtenue en abaissant le taux protéique de l'aliment de 20 à 12%. Les couvertures entraînent un changement au niveau des paramètres physico-chimiques du lisier. Les couvertures retiennent ou absorbent/adsorbent l'ammoniac et, par conséquent, réduisent la volatilisation de l'ammoniac pendant la période de stockage. L'efficacité des couvertures est maintenue durant toute la période de gestion étudiée même si les pertes après l'épandage sont parfois plus importantes pour les lisiers couverts. Sur l'ensemble des étapes étudiées [stockage et épandage], la volatilisation de l'ammoniac est réduite de 40% par l'utilisation d'une couverture d'huile à 65-71% par l'utilisation de couvertures de zéolites de granulométries différentes. L'ajout de glucose favorise l'acidification des lisiers ainsi que la réorganisation de l'azote ammoniacal en azote organique. Sur l'ensemble des étapes étudiées [stockage et épandage], la volatilisation de l'ammoniac est réduite de 72% par l'ajout de glucose.

Variabilité spatiale de la minéralisation de substrats carbonés (2,4-D, leucine et lysine) dans la matrice solide du sol, thèse présentée par Laure Vieublé Gonod le 12 décembre 2002 à l'Université Claude Bernard, Villeurbanne.

La matrice du sol, par l'intermédiaire de sa texture et de sa structure, est à l'origine d'une hétérogénéité spatiale de la matière organique et des microorganismes. Elle peut favoriser ou non la biodégradation en contrôlant d'une part l'accessibilité et la disponibilité des molécules carbonées

pour les microorganismes et d'autre part les conditions environnementales locales (disponibilité en O₂, H₂O...). Toutefois, ces phénomènes sont mal connus, ce qui limite particulièrement la prévision de la dynamique des composés organiques dans les sols. La difficulté majeure vient de l'hétérogénéité des caractéristiques du sol à l'échelle des agrégats et tout particulièrement celle de l'activité des microorganismes dégradants à cette échelle, et de la grande diversité des paramètres impliqués (nature des matières organiques, texture, porosité...). L'objectif de ces travaux était donc d'étudier la variabilité spatiale de la minéralisation par les microorganismes dans la matrice solide du sol. Trois substrats carbonés ont été choisis, le 2,4-D, la leucine et la lysine, différents par la taille de leur microflore dégradante et leur propriété d'adsorption sur le sol. La minéralisation de ces substrats est d'autant plus hétérogène spatialement que l'échelle est fine (échelle millimétrique à décimétrique) et varie également en fonction des propriétés des substrats. Les coefficients de variation maximum de la minéralisation du 2,4-D entre agrégats individuels (échelle millimétrique) varient entre 40 et 70% (entre 10 et 30% pour les acides aminés) selon la classe de taille d'agrégats considérée (2-3.15, 3.15-5 ou 5-7 mm) alors qu'ils ne sont plus que de 20 à 30% à l'échelle métrique et de 15% à l'échelle décimétrique. En outre, à l'échelle millimétrique, l'hétérogénéité spatiale de la minéralisation s'explique par une distribution hétérogène des microorganismes dégradants et du C disponible et s'organise sous forme de hot spots centimétriques. Enfin, la localisation initiale du substrat peut affecter la minéralisation lorsque ce dernier est concentré sur un faible nombre d'agrégats (les différences maximales entre un apport du substrat le plus concentré et un apport du substrat homogène étant de 6.5% du 14C apporté dans le cas du 2,4-D et de 10% du 14C apporté pour les acides aminés), probablement à cause d'un rapport substrat / microorganismes plus élevé localement plutôt qu'à des problèmes d'accessibilité du substrat pour les microorganismes.

Rôle des activités lombriciennes sur la redistribution des éléments traces métalliques contenus dans les boues de station d'épuration, thèse présentée par Frédérique Ablain le 18 Décembre 2002 au CAREN (Université de Rennes 1)

Ce travail de recherche traite de l'impact des activités lombriciennes sur (1) la qualité des eaux de percolation et notamment leur charge en éléments traces métalliques (Cu, Cd, Pb et Zn) et (2) de la redistribution de ces éléments au sein des microsites particuliers du sol (turricules et parois de galeries). Le rôle des lombriciens sur la dynamique des éléments traces métalliques est étudié au laboratoire sur deux espèces *Lumbricus terrestris* et *Nicodrilus giardi* en présence ou en l'absence de pollution métallique constituée par un apport de boue de station d'épuration. Les flux d'éléments traces métalliques via les eaux de percolation augmentent en présence de lombriciens. Cette augmentation est due à un processus physique induit par la présence de galeries lombriciennes qui vont favoriser l'écoulement des eaux et à des processus physico-chimiques susceptibles de changer la spéciation des ETM et ainsi de favoriser leur entraînement via les eaux de percolation. La redistribution des ETM au sein des microsites est étudiée au moyen de deux techniques

complémentaires: les extractions chimiques et le fractionnement granulo-densimétrique. Ces deux techniques mettent en exergue une redistribution des ETM au sein des microsites, impliquant un changement de spéciation vers des espèces plus labiles. Deux types de redistributions sont identifiés:

- Une redistribution liée au comportement alimentaire du ver qui va sélectionner des particules de sol plus ou moins contaminées et ainsi déterminer la concentration et la distribution des ETM au sein des turricules et galeries.
- Une redistribution «physico-chimique» liée aux propriétés particulières des microsites (variation de pH, taux d'argile, ...).

La redistribution physico-chimique est dans le cadre de nos expérimentations le plus souvent masquée par la redistribution dite «alimentaire».

Les terres rapportées dans les jardins du XVIe au XIXe s. -Caractérisation de l'impact anthropique à différentes échelles d'organisation du sol , thèse présentée par Carole Vissac le 12 décembre 2002 à l'INH Angers

L'archéologie des jardins a débuté en France dans les années quatre vingt dix. Elle s'intéresse dorénavant à l'importance des terres rapportées dans la création des jardins datés du XVIe au XIXe siècles. Les sols des jardins sont des anthroposols développés par l'accumulation de dépôts à vocation esthétique ou culturelle. L'objectif de ce travail est d'étudier le sol à différentes échelles d'observations pour identifier une activité de jardin. Ces recherches nécessitent plusieurs méthodes de sciences du sol. Des prospections géophysiques, la micromorphologie des sols, l'analyse d'image, des analyses physiques et chimiques ainsi que l'analyse de l'azote 15 visent ainsi à favoriser la caractérisation spatiale des dépôts et à déterminer leur attribution fonctionnelle. Le matériel étudié correspond à des sites de jardins datés du XVIe au XIXe siècles : le potager d'O. de Serres au Pradel (Ardèche), le jardin d'agrément du château du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire), un jardin d'agrément en contexte urbain à Tours (Indre-et-Loire). Les hypothèses de travail sont propres à la nature de chaque site et à la découverte des vestiges. Elles concernent les propriétés du sol d'origine, la nature des éléments du jardin et des amendements en particulier. Les résultats montrent la pertinence d'utiliser conjointement les différentes techniques pour étudier finement la variabilité anthropique et naturelle de ces sols. Ces études importent à la fois aux sciences archéologique, agronomique et pédologique dans la reconnaissance d'anciens niveaux de surface, la pratique des amendements, la différenciation des dépôts et l'évolution de ces dépôts dans le temps.

Tepetates et sols dégradés du Nord Michoacan (Mexique): Comportement spectral, organisation spatiale et enjeu économique et social, thèse présentée par Alice Servenay le 2 décembre 2002 à l'Université de Toulouse - Le Mirail

Ce travail porte sur l'étude de formations indurées d'origine volcanique appelées «*tepetates*» au Mexique. Dans la région nord de l'État du Michoacan, elles constituent une contrainte forte pour le milieu naturel et l'agriculture, en particulier sur les piedmonts. Cette région dont l'altitude moyenne est de 2000 mètres, possède un

climat tropical sub-humide tempéré. Une approche hiérarchique des paysages à travers des données de télédétection couplées à des levés de terrain, a permis d'appréhender à des niveaux d'analyse croissants et complémentaires les zones dégradés et les *tepetates* affleurants. À travers des mesures de spectroradiométrie de terrain et de laboratoire associées à des analyses physico-chimiques, on caractérise la réponse spectrale des *tepetates*. Les variations dans leur composition entraînent des confusions avec certaines formations volcaniques. À partir de classifications de données SPOT-HRV quatre stades d'érosion des sols se distinguent. Sur des photographies aériennes de 1975, 1995 et 1999, une analyse de l'évolution spatio-temporelle des formations dénudées montre, pour trois sites sur quatre, une augmentation des surfaces dégradées. Des enquêtes socio-économiques auprès des populations paysannes localisées sur les sites d'étude ont permis d'analyser les stratégies écologiques et économiques de l'agriculture face aux problèmes d'érosion des sols. La confrontation de l'ensemble de ces résultats nous amène à préconiser des solutions de prévention des zones

Fonctionnement et qualité des sols soumis à des perturbations d'origine anthropique: réponses du sol, de la flore et de la microflore bactérienne tellurique, thèse présentée par Raphaël Gros le 19 décembre 2002 au Centre Inter-disciplinaire Scientifique de la Montagne (CISM), Le Bourget du Lac.

Les effets de deux types de perturbations anthropiques sévères et ponctuelles (une perturbation physique et une contamination chimique) ont été étudiés sur les propriétés physico-chimiques et biologiques de sols prairiaux. La perturbation physique est engendrée par des travaux de terrassement important pour la création des pistes de ski (Alpes du nord, Savoie, France). L'intensité des travaux conduit à un bouleversement de l'écosystème : la végétation pérenne est arrachée et la nature du sol totalement modifiée. La dégradation chimique est occasionnée par l'épandage d'effluents issus de déchets d'incinération sur une prairie de déprise agricole (Normandie, France). Les déchets étudiés sont les mâchefers d'incinération des ordures ménagères (MIOM) et les résidus d'épuration de fumées d'incinération des ordures ménagères (REFIOM). L'évaluation de leur écocompatibilité est basée sur une approche dite en scénarios, c'est à dire de mise en situation des déchets. Nos travaux ont permis de préciser l'influence de la structuration physique du milieu (hétérogénéité physico-chimique et structurale des sols, structure et dynamique de la végétation) sur la réponse des activités et des communautés bactériennes aux perturbations. Les modifications observées dans les profils A-RISA et les profils de restriction des pools de gènes *nifH*, confirment une implication importante de la structure des sols et de la colonisation des racines, dans l'adaptation et la stratégie démographique des communautés bactériennes globales et fixatrices d'azote. Les modifications environnementales induites par les deux perturbations incitent le développement de communautés bactériennes à stratégie adaptative identique, mais de structure et de composition différentes. Les modifications des activités microbiennes (respiration, fixation d'azote et dénitrification) dévoilent, selon la perturbation, un dysfonctionnement de l'état

physiologique de la cellule, de l'expression de l'activité enzymatique ou un déséquilibre dans les populations fonctionnelles. Nos travaux développent et suggèrent l'utilisation d'une démarche intégrant plusieurs échelles d'observation et de multiples indicateurs, pour appréhender la qualité des sols et évaluer l'influence de sa détérioration sur le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

De la Structure Biogénique au Phénotype Etendu, les Termites Champignonnistes comme Ingénieurs de l'Ecosystème, thèse présentée par Pascal Jouquet le 19 décembre 2002 à l'Ecole Normale Supérieure, Paris.

Ce travail s'articule autour du concept d'Ingénieur de l'Ecosystème en illustrant à la fois l'influence des organismes ingénieurs sur leur environnement et les liens qui existent entre les activités bioturbatrices des espèces ingénieurs et leurs besoins écologiques. Pour cette illustration, nous avons utilisé les termites champignonnistes (Isoptera, Termitidae, sous-famille des Macrotermitinae), qui jouent un rôle important dans les écosystèmes tropicaux, comme modèle biologique afin de considérer les relations entre ingénierie et biologie des espèces. Le mémoire comporte trois parties, chacune composée d'un volet réalisé en conditions contrôlées au laboratoire et d'un volet obtenu à partir de données du terrain. La première partie caractérise l'influence des besoins écologiques des termites champignonnistes sur leurs activités constructrices. La modification des propriétés des sols par les termites apparaît comme un compromis entre les besoins de protection et de croissance de la colonie de termite et le coût énergétique des structures biogéniques. La seconde partie se focalise plus particulièrement sur les liens entre l'action des termites et les argiles. Elle illustre la nécessité de prendre en compte les termites dans la dynamique des sols et apporte une perspective comportementale à la remontée et à l'altération des argiles par les termites. La dernière partie étudie l'influence des termites sur les herbacées de savane et discute de la pertinence de la classification en groupes fonctionnels pour aborder l'effet de la diversité des espèces de termites champignonnistes sur la dynamique du peuplement végétal.

Les paragenèses argileuses associées aux gisements d'uranium sous discordance, secteur de Shea Creek (bassin de l'Athabasca, Canada) , Emmanuel Laverret : thèse présentée le 20 décembre 2002 à l'ESIP

L'étude des paragenèses argileuses a été entreprise dans le secteur minéralisé de Shea Creek, sur plus de cent soixante échantillons provenant de contextes stériles et minéralisés. Les méthodes d'études pétrographiques, morphologiques (MEB), cristallographiques (DRX, IRTF et microanalyses chimiques) et isotopiques (datations K-Ar) ont permis de circonscrire spatialement les phénomènes d'altération associés à l'épisode minéralisateur principal et de préciser leur mise en place. Entre environ 1600 et 1400 Ma, les formations gréseuses sont principalement affectées par une paragenèse à kaolinite-dickite diagénétique d'ampleur régionale. La première période d'illitisation (\pm dravite) est circonscrite vers 1400-1350 Ma, et date l'ouverture du système diagénétique à l'incursion de fluides, résultant probablement d'une réactivation des structures tectoniques. La période 1350-1150 Ma correspond à de nouvelles phases d'illitisation, certainement associées à une longue période d'activité du système de failles. Dans l'environnement étudié, les illites, via leurs propriétés microstructurales et texturales, apparaissent comme des marqueurs des conditions régnant lors de leur formation: (1) les illites de polytype 1Mc (morphologies en lattes) remplacent les minéraux du groupe kaolin, et marquent des environnements dans lesquelles les fluides, suite aux diverses interactions avec les roches, présentent des degrés de sursaturations plus faibles que pour (2) les illites de polytype 1Mt (morphologies en "cheveux"), associées à la sudoite. Ces illites ont précipitées à partir de solutions qui présentent une forte contribution des produits d'altération du socle. D'un point de vue de l'exploration, le modèle d'argilisation proposé souligne la relation forte entre les dépôts économiques d'uranium et les paragenèses argileuses à illite de polytype 1Mt dominant + sudoite + dravite.

Calendrier des manifestations scientifiques et techniques

5eme colloque sur la matière organique naturelle, organisé sous l'égide du Groupe Français de l'IHSS (International Humic Substances Society) qui aura lieu à Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal les 26-28 mars 2003. renseignements : Claire RICHARD, IHSS@univ-bpclermont.fr

Secretariat du colloque F Pariset : tel 04 73 40 71 69 et fax 04 73 40 77 00 ; Pour plus d'information sur le GF-IHSS visiter la page Web : <http://membres.lycos.fr/qfihss02/>

Les Journées de l'Ecologie Fonctionnelle (JEF): 5ème édition du 12 au 14 Mars 2003 à Nancy au Centre National de Formation Forestière (CNFF-ONF) : Contact jef2003@nancy.inra.fr

Jean-Marc Guehl tél 03 83 39 40 36, André Granier tél 03 83 39 40 38, Erwin Dreyer tél 03 83 39 40 32.

Un site web sera disponible en décembre avec les modalités d'inscription et de soumission des communications et posters.

L'écologie Fonctionnelle

Dès leur apparition il y a 3,8 milliards d'années, les êtres vivants ont transformé leur milieu à travers des échanges de matière et d'énergie. Ils ont progressivement colonisé des milieux très divers à la surface de la terre. Dans leurs relations avec leur environnement, ils sont à la fois actifs, car ils le transforment, mais aussi soumis à l'impact de facteurs non contrôlés comme le rayonnement solaire ou la composition chimique des roches ou

des eaux qui les entourent. La notion d'écosystème permet de bien rendre compte de ces interactions entre les organismes et leur milieu, qui jouent un rôle primordial dans les cycles bio-géochimiques et le cycle de l'eau. L'écologie fonctionnelle étudie les fonctions des organismes isolés ou en interaction avec leur milieu (écosystème), dans un environnement naturel ou modifié par l'homme. Ces fonctions se traduisent par des flux d'éléments majeurs (carbone, azote, eau ...) ou mineurs (polluants, composés organiques volatiles ...) et des flux d'énergie qui varient en fonction des facteurs du milieu. Les recherches portent sur les processus et les organismes à l'origine de ces flux ainsi que leurs réponses aux variations naturelles et anthropiques du milieu. Les approches sont expérimentales ou théoriques et concernent une large gamme d'échelles spatio-temporelles. Tous les organismes vivants (plantes, animaux, micro-

organismes) et tous les milieux (terrestres, d'eau douce, marins) sont concernés. Les études de biologie évolutive ou de dynamique des communautés qui incluent explicitement l'étude des flux sont aussi concernées.

Molecular studies of soil organic matter, 225th ACS International Meeting New Orleans, Louisiana March 23-27, 2003. Meeting information:

<http://www.chemistry.org/meetings/neworleans2003>, <http://www.acs.org>

Contacts Dr. Eric Lichtfouse, Soil Microbiology and Geochemistry Laboratories, INRA-6, Boulevard Gabriel, F-21000 Dijon, FRANCE. Email: Eric.Lichtfouse@u-bourgogne.fr

<http://www.u-bourgogne.fr/ACE/ZOOLicht.html>

Ouvrages, rapports et publications

Sols et Sociétés : deux publications récentes (fin 2002)

Le 16ème Congrès Mondial de Science du Sol (Montpellier 1998) avait souligné l'importance des relations entre les sols et les sociétés humaines.

Deux nouvelles publications font le point sur le sujet :

"Sauver nos sols : 16 propositions pour sauvegarder nos sociétés". Publication coordonnée par Rabah Lahmar, Alain Ruellan et Mireille Dosso (TORBA, Sols et Sociétés), éditée (2002) par les Editions Charles Léopold Mayer (126 pages ; d'autres éditions sont en préparation en Anglais, Arabe, Chinois, Espagnol, Portugais, Russe). Cette publication est le résultat de 5 années d'échanges internationaux pour l'élaboration de propositions concernant l'utilisation durable de la ressource sol ; propositions qui, pour l'essentiel, sont d'ordre éducatif, social, juridique, économique, politique

"Cultiver les savoirs pour mieux cultiver les sols". Dossier de 52 pages publié dans "La Revue Durable" (n° 2, nov-déc 2002), abordant les problèmes ruraux et urbains, agricoles et industriels, de gouvernance locale et mondiale liés à l'utilisation des sols un peu partout dans le monde. La question du déficit d'image des sols dans les sociétés humaines, est fortement soulignée.

Alain Ruellan

2 Boulevard Berthelot 34000 Montpellier - France

Un Rapport Ifen-BRGM sur la pollution locale des sols en réponse à la demande d'indicateurs de l'Agence Européenne pour l'environnement. Titre : Participation aux travaux de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) : **choix des indicateurs pour la pollution locale des sols** ; Téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www.ifen.fr> Rubrique "Nouveautés" sur la page d'accueil de l'institut.

Jacques Thorette

L'érosion hydrique des sols en France est désormais téléchargeable (format pdf) sur les sites de l'INRA et de l'IFEN aux adresses suivantes:

<http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>

<http://www.orleans.inra.fr/LeCentre/Unites/ScienceSol/sciensol.html> puis suivre le lien vers "L'érosion hydrique des sols en France - Rapport 2002" (en bas de page)

http://www.ifen.fr/erosion/2002/erosion_hydrique.htm

Pour info: rapport (108 p, 22 photos, 22 cartes, 2 versions pdf : "haute résolution" (4,87 Mo) - "basse résolution" (2,76 Mo).

Yves Le Bissonnais