

# Agriculture et épandage de déchets urbains et agro-industriels (AGREDE)

**Martine Tercé**

INRA - ME&S, 147 rue de l'Université, 75338 PARIS cedex 07  
terce@paris.inra.fr

L'agriculture recycle chaque année une quantité importante de produits résiduaux. Ces produits ont différentes origines :

- agricole (environ 300 millions/an de tonnes de déjection animale brute, soit 40 millions t/an de matière sèche épandues - MS) (CTP, 2001) ;
- agro-industrielle (4 millions t/an MS, dont la plus grande partie provient de l'industrie betteravière) (CM International, 2002) ;
- industrielle (0,7 millions t/an MS dont 68% provient de l'industrie papetière) (AND International, 2002) ;
- urbaine (500 000 t/an MS de boues de station d'épuration des eaux urbaines, 300 000 t/an MS de composts de déchets verts, de la fraction fermentescible des ordures ménagères triée à la source et d'ordures ménagères brutes) (CTP, 2001).

Suite au premier choc pétrolier de 1973, l'épandage agricole des boues d'épuration des eaux usées s'est développé en France, afin de limiter l'importation d'engrais industriels et, notamment, des engrais phosphatés. Des recherches ont été menées alors sur la valeur agronomique et l'innocuité de l'épandage agricole des boues d'épuration des eaux urbaines et d'autres produits résiduaux :

- en France, la création, en 1973, d'un comité « sols et déchets solides » sous l'égide du ministère de l'Environnement et celle, en 1976, de l'Agence nationale pour la récupération et l'élimination des déchets, remplacée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) en 1991, ont permis le financement et le suivi de ces recherches ;
- en Europe, le programme « COST 68/681 » a généré, de 1972 à 1990, pas moins de 260 programmes de recherches concertées sur le traitement et l'épandage agricole des boues. Tous ces travaux ont donné lieu à des centaines de publications rassemblées sous forme d'ouvrages édités par la CE.

## La genèse du programme AGREDE

En 1994, la Chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés a interpellé l'INRA pour connaître les travaux de recherche réalisés sur l'épandage agricole de produits résiduaux et, notamment, des boues d'épuration des eaux usées. Les industriels concernés ont rappelé que la loi sur l'eau de 1992 prévoyait l'interdiction de la mise en décharge, à partir de juillet 2002, des déchets non ultimes et ont insisté sur la nécessité de dégager des pistes de valorisation agricole dans les principales filières, notamment des boues et des composts urbains. Les normes existantes sur les boues et amendements organiques ne correspondaient plus à celles exigées par la pratique agricole actuelle. Il était donc nécessaire d'avoir des produits résiduaux mieux connus sur leurs impacts à la fois environnementaux et agronomiques. L'INRA ayant jugé que les recherches effectuées sur le sujet étaient trop parcellaires et avaient été menées en ordre dispersé, a constitué, en

1995, un groupe de travail sur « la filière agricole d'élimination des déchets. Bilan agronomique et environnemental ». Ce groupe avait pour mission d'être une structure de coordination et de proposition pour l'élaboration d'une problématique de recherches. Il a identifié les besoins de recherches nouvelles auprès des chercheurs et des partenaires extérieurs (ADEME, APCA<sup>1</sup>, Arvalis<sup>2</sup>, MEDD<sup>3</sup>, les missions Déchets mises en place par l'APCA et l'ADEME, etc.). La synthèse de ces besoins de recherches a fait l'objet d'une proposition d'un programme de recherche et développement interdisciplinaire « AGREDE » (agriculture et épandage de déchets urbains et agro-industriels) qui a recueilli l'aval de la direction générale de l'INRA de l'époque et de ses directions successives. Un premier appel d'offres à contribution est alors diffusé fin 1997 et un comité scientifique est constitué pour sélectionner les réponses et favoriser les synergies entre les équipes.

L'originalité d'AGREDE réside dans la composition du comité scientifique : contrairement à d'autres programmes interdisciplinaires mis en place par l'INRA, le comité n'est pas uniquement composé de chercheurs, mais également de partenaires extérieurs (APCA, ADEME, MATE, MAAPAR<sup>4</sup>, SYPREA<sup>5</sup>, agence de l'eau Rhin-Meuse). Le programme AGREDE a été financé par l'INRA à la hauteur de 731 755 € et par l'ADEME à la hauteur de 114 337 € hors salaires et charges structurelles.

## Les axes de recherche prioritaires du programme AGREDE

Quatre axes de recherche ont été proposés :

1. *Contribution au bilan environnemental de la filière d'épandage* (devenir et impacts environnementaux des polluants minéraux et organiques contenus dans les déchets ; bilan environnemental comparatif de la filière épandage) ;
2. *Utilisation agricole des déchets et impact sur les produits agricoles* (transfert des micropolluants vers la plante et l'animal ; composition des récoltes et risques toxicologiques ; valeur fertilisante et/ou amendante des déchets - conséquences pour les modalités d'utilisation) ;
3. *Économie et organisation des filières* (évaluation économique de l'épandage agricole aux différentes échelles pertinentes ; enjeux socio-économiques et modalités de négociation) ;
4. *Valorisation des connaissances par le développement d'outils* (caractérisation des produits et milieux récepteurs ; systèmes experts et aide à la décision concernant l'acceptabilité de l'épandage et les modalités d'utilisation dans l'exploitation agricole ; constitution et utilisation des banques de données).

Huit projets ayant répondu à l'appel d'offres de 1997 ont été retenus en 1998 par le comité scientifique d'AGREDE. Cependant, les premiers projets émanaient principalement de spécialistes de science du sol et d'agronomie et l'axe 3 n'avait pas reçu de proposition. Un nouvel appel à propositions a été diffusé en 1999 avec les priorités suivantes : la prise en compte de nouvelles cultures (ligniculture et autres productions non alimentaires, évitant d'éventuels transferts dans la chaîne alimentaire) ; la prise en compte de nouveaux produits résiduels, en particulier ceux issus d'élevages intensifs ; une meilleure évaluation des risques liés aux pathogènes végétaux, animaux et humains ; les aspects socio-économiques. Cinq nouveaux projets sont retenus fin 1999. Ces projets ont été réalisés en collaboration avec d'autres organismes tels le CEMAGREF, le CIRAD, le CNRS, des laboratoires universitaires, etc.

---

<sup>1</sup> Assemblée permanente des chambres d'agricultures.

<sup>2</sup> Anciennement ITCF, Institut technique des céréales et des fourrages.

<sup>3</sup> Ministère de l'Écologie et du Développement durable.

<sup>4</sup> Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales.

<sup>5</sup> Syndicat des professionnels du recyclage en agriculture.

## Les principaux résultats des études et leur valorisation

### *Disponibilité en azote des effluents urbains, agro-industriels et issus d'élevage*

Dans le contexte de la fertilisation raisonnée des cultures, il est important de maîtriser la disponibilité en azote des matières organiques épandues sur les sols. Des études au laboratoire, sur une large gamme d'effluents d'origines agricole, urbaine et agro-industrielle, et de formes (liquides, pâteuses, solides) variées ont montré que les effluents présentent une extrême diversité du point de vue de leur composition et de leur biotransformation dans le sol. Des relations ont pu être établies entre compositions chimique et biochimique, et devenir des effluents dans le sol. Des expérimentations au champ, réalisées sur un nombre limité d'effluents types, ont par ailleurs permis de quantifier les flux d'azote impliqués après épandage et de confirmer la diversité de comportement mise en évidence au laboratoire. Les épandages ont stimulé les capacités de dénitrification du sol, les émissions de protoxyde d'azote restant toutefois faibles, compte tenu des conditions climatiques. Les émissions d'ammoniac ont, en revanche, impliqué des quantités relativement élevées d'azote, qu'il est nécessaire de prendre en compte dans les bilans et l'estimation de la valeur fertilisante azotée des effluents.

Cette étude débouche sur la mise au point d'outils de laboratoire (méthodes d'incubation et de caractérisation de la matière organique des déchets) pouvant être normalisées au sein du Bureau de normalisation pour les supports de culture et les amendements organiques (BNSCAO), du groupe AFNOR P/16 P (caractérisation des boues), du Comité européen de normalisation CEN/TC 223 (amendements organiques du sol et supports de culture), du CEN/TC 308 (méthodes de caractérisation des boues et produits), etc. Une base de données est en cours de constitution sur les caractéristiques chimiques et biochimiques de déchets organiques afin d'établir des modèles simples d'interprétation pour des recommandations agronomiques (paramétrages de modèles dynamiques permettant de tester des scénarios agronomiques tels que STICS<sup>6</sup> et des modèles d'aide à la décision tels qu'AZOBIL. À partir de cette base, le référentiel d'interprétation des données pourrait être validé et complété dans le cadre du groupe RAPONA<sup>7</sup> du COMIFER<sup>8</sup>, puis être transféré aux laboratoires d'analyses prestataires de service et aux opérateurs de terrain (missions Déchets, bureaux d'études, etc.). Les données sur les émissions atmosphériques, rares encore actuellement, ne sont pas valorisables en l'immédiat, mais peuvent faire l'objet de note ou de publication transmises aux organisations chargées de l'évaluation des bilans « effet de serre » (MIES<sup>9</sup>), des bilans atmosphériques liés à l'agriculture et à l'épandage de déchets (MEDD, ADEME, etc.) ou des bilans environnementaux des filières de retour au sol de déchets (par exemple, par l'analyse du cycle de vie).

### *Caractérisation des déchets organiques et des milieux récepteurs (sols andiques) sous climat tropical. Cas de l'île de La Réunion*

L'île de La Réunion, de par son climat, ses systèmes de culture et ses sols, nécessite de mieux connaître les processus de minéralisation de la matière organique des sols et des déchets organiques épandus sur ces sols. Cette étude confirme un fonctionnement assez différent entre les sols tropicaux de La Réunion et les sols tempérés de Métropole. Les points suivants ont été mis en évidence, notamment : 1) une faible activité de minéralisation de l'azote de la matière organique endogène de l'ensemble des sols testés, en relation avec leur acidité et la faible taille du compartiment microbien ; 2) une réactivité élevée des sols vis-à-vis de la décomposition de la matière organique de produits organiques apportés ; 3) la décomposition se produit de manière intense sur une courte durée quels que

---

<sup>6</sup> Simulateur multidisciplinaire pour les cultures standards.

<sup>7</sup> Recyclage en agriculture des produits d'origine non agricole.

<sup>8</sup> Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée.

<sup>9</sup> Mission interministérielle de l'effet de serre.

soient les produits ; 4) un classement des produits organiques vis-à-vis de leur dynamique de décomposition dans les sols qui tient plus compte de leurs caractéristiques biochimiques que du type de sol dans lequel ils sont apportés ; 5) la présence d'éléments traces métalliques (ETM), chrome et nickel, en fortes concentrations dans certains sols, qui pourrait limiter l'épandage de déchets organiques.

Cette recherche conduit à l'établissement d'un modèle simple des cinétiques de minéralisation de l'azote de sols tropicaux en fonction de la température ; à la réalisation d'une base de données sur les propriétés chimiques, biochimiques et phytotoxiques des déchets étudiés ; à la rédaction de fiches de conseils agronomiques adaptés aux déchets et aux sols de l'île et transférable à la mission Déchets locale.

#### *Phytodisponibilité et valeur fertilisante du phosphore de déchets urbains*

Les déchets urbains représentent un gisement significatif de phosphore utilisable en agriculture à la condition d'élaborer le référentiel permettant de raisonner leur épandage. La phytodisponibilité du phosphore de boues et de composts urbains a été évaluée sur le long terme par un suivi pluriannuel de dispositifs expérimentaux au champ et, sur le court terme, par des essais en pots de culture. Sur les court et long termes, la phytodisponibilité du phosphore de boues biologiques traitées ou non aux sels de fer et chaulées ou non est équivalente à celle d'une forme d'engrais minéral soluble dans l'eau. Quelques procédés de traitement (digestion, compostage) entraînent une légère baisse de la phytodisponibilité à court terme. Cette diminution est expliquée par une organisation microbienne intense parfois stimulée lorsque le rapport C/N (carbone/azote) du déchet est élevé.

Cette étude aboutit à la mise au point d'outils de laboratoire (méthodes d'incubation des déchets) pouvant être normalisés au sein du BNSCAO, du groupe AFNOR P/16 P, du CEN/TC 223, du CEN/TC 308, etc. Une base de données est en cours de constitution sur la valeur fertilisante phosphatée des boues de station d'épuration des eaux urbaines. Une méthode d'évaluation en nombre de la valeur fertilisante phosphatée de déchets organiques est mise au point.

#### *Phytodisponibilité des éléments traces métalliques dans les grains de blé*

Les objectifs de ce programme étaient de connaître les teneurs en ETM dans les grains de deux variétés de blé tendre (Trémie et Soissons) en raisonnant par « série de sol », pour des pratiques agricoles sans épandage de produits résiduels et d'estimer l'effet d'un ou plusieurs épandages de boues urbaines sur des parcelles cultivées en blé tendre correspondant aux mêmes « séries de sols ». La comparaison entre des parcelles amendées ou non par des boues montre qu'à court terme, aux doses d'apport réglementaires, il n'y a pas de différence dans les teneurs des grains de blé en ETM. Un essai « variété » a été mené avec Arvalis et a montré que les variétés de blé accumulent différemment des ETM lorsqu'elles sont cultivées la même année sur le même sol. Le blé dur accumule beaucoup plus des ETM que le blé tendre. Des méthodes chimiques d'estimation de la phytodisponibilité des ETM dans les grains de blé ont été comparées au laboratoire : certaines donnent des résultats satisfaisants.

Ce travail conduit à la constitution d'une base de données rassemblant des analyses en ETM dans les grains de blé tendre, dans un contexte pédologique et géologique bien connu. Des modèles numériques d'estimation de la phytodisponibilité des ETM sont mis au point à partir de données simples du sol pouvant être utilisées dans les cas de « doute » demandant des analyses supplémentaires pour autoriser l'épandage de boues, par exemple, lorsque les seuils des ETM totaux sont dépassés dans les sols et dans le cadre des demandes de dérogation à la réglementation (arrêté du 8 janvier 1998). L'accumulation de données objectives doit permettre de discuter (voire de contester) des propositions de normes nationales ou européennes de composition des grains de blé en ETM.

### *Étude du devenir des éléments traces métalliques dans les sols du Vexin français soumis à des épandages de boues*

Le premier objectif de cette étude a été d'élaborer une base de données géoréférencées (BDG) contenant plusieurs couvertures spatiales (parcellaire, unité de sols, prélèvements d'échantillons...) et des données descriptives et quantitatives (description des sols et des épandages, analyses de sols et de boues, etc.). Les applications de cette BDG ont été d'évaluer, dans un premier temps, l'impact des épandages sur les teneurs en ETM des horizons cultivés. Les boues les plus anciennes et provenant de stations d'épuration comme Achères sont les plus chargées en ETM et ont le plus d'impact, encore aujourd'hui, sur les teneurs en ETM des horizons cultivés qui les ont reçues ; ces ETM sont en quasi-totalité bloqués dans l'horizon de surface. Et, d'autre part, la correspondance entre le stock majeur en ETM et une accumulation, ne signifie pas qu'aucune fraction ne soit mobile dans le sol. La BDG a servi, dans un second temps, à sélectionner des sites représentatifs et caractéristiques pour une étude plus précise du devenir des ETM et de leurs interactions avec les constituants des sols. Dans des sites équipés de lysimètres, correspondant à deux des grands types de sols et ayant reçu des boues relativement chargées, le transfert vertical en termes de concentrations dans les eaux gravitaires est discernable surtout pour le zinc et le cuivre. Le transfert vertical du zinc diminue avec la profondeur dans le Néoluvisol (limon lessivé) mais augmente dans l'horizon profond par rapport à l'horizon de surface dans le Calcisol (plus carbonaté). La solubilité du cadmium et du plomb d'échantillons d'horizon de surface provenant de deux Néoluvisols, contaminés ou non en ETM par des épandages, a été étudiée au laboratoire. Les deux échantillons se distinguent peu dans le cas du plomb, mais dans celui de l'horizon de surface contaminé, la solubilité du cadmium est nettement plus élevée. En fait, le cadmium, certainement essentiellement géogène du sol non contaminé, est beaucoup moins soluble que celui apporté par les boues.

La BDG peut être transférée aux décideurs locaux ou régionaux (DIREN<sup>10</sup>, DRASS<sup>11</sup>, DRAF<sup>12</sup>, etc.) ou aux opérateurs de l'épandage de boues (missions Déchets, bureaux d'études, etc.) pour le choix des parcelles pouvant recevoir des boues.

### *Disponibilité des composés traces organiques dans les sols amendés par des boues de station d'épuration*

Parmi les composés traces organiques susceptibles d'être apportés par une boue de station d'épuration, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont parmi les plus difficiles à doser. La comparaison de différentes méthodes d'extraction a souligné l'importance du choix du solvant. L'acétonitrile semble particulièrement efficace, surtout lorsque les HAP sont recherchés dans le sol. L'adsorption/désorption, la dégradation et la mobilité dans un sol d'un HAP (le phénanthrène) ne sont pas différentes en présence ou en absence de boues. En revanche, l'ajout d'ETM dans le sol ou dans la boue augmente la biodisponibilité du phénanthrène dans le sol. En présence de plante cultivée, le comportement du phénanthrène ne semble pas très différent. Le développement des plantes n'a pas transformé sensiblement la distribution des résidus dans le sol, bien que 3% du phénanthrène soient retrouvés dans les parties aériennes. L'apport de boue de station d'épuration dans des sols ne semble pas contribuer de façon significative à renforcer le potentiel de dégradation de pesticides. Au contraire, une adsorption du pesticide sur la matière organique des boues pourrait diminuer son accessibilité biologique, limitant ainsi sa minéralisation, toujours dans des proportions relativement faibles.

La mise au point de la méthode d'analyse des HAP dans les sols et dans les boues normalisée au sein du groupe AFNOR P/16 P est actuellement en vigueur en France mais en cours de discussion au sein

---

<sup>10</sup> Direction régionale de l'environnement.

<sup>11</sup> Direction régionale des affaires sanitaires et sociales.

<sup>12</sup> Direction régionale de l'agriculture et de la forêt.

du CEN/TC 308 et de l'organisation internationale de normalisation (ISO/TC 190) sur la qualité des sols. Cette méthode est valable également pour analyser les HAP dans les composts et les fumiers.

*Devenir et impacts écotoxicologiques du nonylphénol contenu dans les boues de station d'épuration valorisées en agriculture*

Certaines boues françaises contiennent de fortes teneurs en nonylphénol (NP), dont une fraction non négligeable est disponible pour les organismes des sols (micro-organismes et végétaux) après amendement du sol par ces boues. Une méthode d'analyse du NP dans les boues et dans les sols a d'abord été mise au point. L'étude de sa biodisponibilité et de sa biotransformation a été menée au laboratoire. Le NP est rapidement transformé dans les sols en conditions aérobies. Une fraction du composé est minéralisée, l'autre est stabilisée dans le sol qui peut apparaître comme un lieu de stockage du polluant. Le temps de demi-vie du NP dans les sols est augmenté lors de l'apport de boues qui peuvent être toxiques pour les micro-organismes dégradants. Les champignons filamenteux du sol sont capables de transformer le NP, mais aussi de conduire à sa polymérisation et à sa stabilisation. Le NP lui-même ou certains produits issus de son métabolisme par les microorganismes du sol sont transférés en quantité limitée vers la plante mais restent essentiellement localisés au niveau racinaire (tout au moins chez la carotte). Les tissus végétaux sont potentiellement capables de métaboliser ce composé. Aux doses susceptibles d'être présentes dans les sols amendés, le NP n'est pas toxique pour les végétaux. Cependant, des effets indésirables ont été observés sur la reproduction des champignons.

La mise au point de l'analyse du NP dans les boues et les sols devrait être normalisée au sein du groupe AFNOR/P 16 P, du CEN/TC 308, du groupe AFNOR/ X 31 sur la qualité des sols et de l'ISO/TC 190.

*L'épandage des boues d'épuration urbaines sur les prairies : risque de cysticercose pour les ruminants et de téniasis pour l'homme*

Les helminthes, et en particulier le Ténia du bœuf, sont fréquents dans les boues et peuvent être transmis à l'homme par la consommation de viande bovine. Une méthode fiable de repérage et de comptages des œufs de Ténia a été mise au point. Dans un premier temps, il fallait définir si des boues présentaient un danger. Pour le vérifier, 250 ml de boues liquides non hygiénisées ont été administrés pendant 10 jours à des bovins sevrés. Ces boues liquides correspondaient à une infestation faible (un à quelques œufs de Ténia par gramme de matière sèche, la viabilité étant de l'ordre de 40%). Les animaux ont présenté des réponses immunes contre le parasite dès le 35<sup>e</sup> jour de l'infestation, et l'examen des carcasses après abattage a montré la présence de quelques cysticerques sur le cœur (1 à 6). Il y a donc un danger de cysticercose. Pour établir l'existence d'un risque, il était nécessaire de se placer dans les conditions imposées par la législation. Deux lots de cinq bovins normands indemnes de cysticercose ont été placés sur des parcelles de prairies, six semaines après épandage de boue ou d'effluent de bovins, et ont été abattus après 5 mois de pâturage. Les animaux étaient indemnes de téniasis larvaire. Dans les conditions de cet essai, le danger d'une contamination pour l'homme est nul.

La mise au point de la technique pour contrôler la viabilité des œufs de Ténia dans les boues - technique rédigée pour le groupe AFNOR P/13 (évaluation des risques microbiologiques des boues) - reste à normaliser. Une modélisation du risque de téniasis est en cours.

*Effets environnementaux d'épandage de boues de station d'épuration en plantation de pin maritime*

L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact, à moyen et long termes, des épandages réguliers et en faibles quantités de 4 types de boues (liquides, pâteuses, pâteuses et chaulées et compostées) sur l'écosystème forestier dans un jeune peuplement de pin maritime. Les premiers résultats montrent que les épandages de boues améliorent la nutrition minérale des arbres, notamment pour le phosphore.

Seules les boues liquides augmentent la croissance des arbres avec un effet à la fois sur leur circonférence et leur hauteur totale. Cependant, ces résultats ne sont calculés que sur une année de production et le suivi régulier de cette expérimentation est nécessaire pour conclure sur un éventuel effet bénéfique pour la production. L'effet le plus spectaculaire de ces épandages est certainement celui observé sur la biomasse du sous-bois avec une augmentation de 298% et de 150%, respectivement après l'épandage des boues liquides et de compost. Au niveau du sol, l'épandage de compost provoque une augmentation significative du pH de la surface du sol et une légère diminution de la perméabilité de surface. Les épandages de boues apportent de grandes quantités d'éléments minéraux comparativement aux stocks initiaux dans le sol et aux apports atmosphériques. Les quantités de ces éléments qui ont traversé la couche de 0 à 20 cm sont très faibles et indiquent une accumulation dans cette couche, voire même en surface. Pour certains ETM, le lessivage dépend à la fois des quantités apportées, du type de boue et de l'élément en question. L'utilisation du Petit Gris comme bio-indicateur a montré qu'une accumulation du zinc chez cet escargot peut être détectée après épandage de boues en forêt. La poursuite des études sur les animaux est donc importante dans un contexte forestier (gibier...). Les analyses des ETM dans les champignons ont montré une augmentation des teneurs en plomb dans les spécimens récoltés dans les parcelles amendées avec des boues liquides, mais le maintien de ces teneurs dans la gamme de celles observées dans d'autres forêts naturelles de pin maritime. Une étude sociologique a été réalisée sur l'acceptation de l'épandage en conditions forestières.

Les travaux de recherches menés dans le site atelier d'Ychoux (Landes) et dans le cadre du programme AGREDE sont complétés par des travaux de recherches menés actuellement dans d'autres sites forestiers et coordonnés par le Comité national d'épandage de boues en conditions forestières. L'ensemble de ces travaux permettra de contribuer à la connaissance des cycles des éléments majeurs et des ETM dans le contexte forestier du pin maritime ; de constituer une base de données sur l'impact des épandages de boues en sylviculture ; de générer des modèles simples de transfert des ETM dans le podzol des landes de Gascogne ; d'élaborer des recommandations techniques pour l'épandage des boues en conditions forestières, afin de préparer le futur arrêté sur l'épandage de boues en conditions forestières prévu par le décret du 8 décembre 1997.

#### *Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost*

L'objectif général est d'étudier le plus complètement possible la valeur agronomique et les impacts environnementaux de composts d'origine urbaine. Ils incluent les composts d'ordures ménagères (OMG), de biodéchets (FFOM), de déchets verts (DV), de boues d'épuration urbaine co-compostées avec des déchets verts (DVB). Ce projet repose sur la mise en place d'un dispositif expérimental au champ et d'une typologie des composts en fonction des filières de compostage, qui permettra de relier les caractéristiques physico-chimiques des composts à l'amont de leur fabrication (procédé et type de déchets compostés) et à leurs effets après apport au sol. Les premiers résultats de l'essai au champ montrent que les composts ont une valeur fertilisante azotée immédiate faible, celle-ci étant plus faible pour les composts ayant une matière organique très stabilisée. Ils contribuent plutôt à l'entretien de la matière organique des sols. Après deux épandages, aucun effet n'apparaît sur les concentrations en ETM dans les plantes. La gestion de la phase de maturation sur les plates-formes de compostage est fondamentale. La plupart des effets des apports de composts sont liés au degré de stabilité de la matière organique des composts. Cependant, le degré de stabilité optimum varie en fonction des propriétés auxquelles on s'intéresse. Le choix du compost à utiliser devra donc se faire en fonction des objectifs recherchés pour l'utilisation de ce type de matières fertilisantes.

Cette étude débouche sur la mise au point d'outils de laboratoires ou de méthodes d'analyse pouvant être normalisés (incubation et fractionnement biochimique qui sont en cours de normalisation et qui

sont des outils d'appréciation de la qualité des composts). Ces deux méthodes devraient faire partie des outils de caractérisation des amendements organiques. Une base de données devrait être montée autour des résultats acquis au champ. Cette étude contribue à la base de données sur la valeur azotée et phosphatée de déchets organiques (*cf supra*). Les résultats sur la gestion de la maturité des composts devraient être valorisés au niveau des plates-formes de compostage, pour la maîtrise de procédés de traitement de déchets. Les résultats de l'essai au champ seront valorisés auprès des missions Déchets, des bureaux d'études, etc. et par la participation à des actions de formation. Les données sur les émissions atmosphériques, rares encore actuellement, ne sont pas valorisables en l'immédiat, mais peuvent faire l'objet de notes ou de publications transmises aux organisations chargées de l'évaluation des bilans « effet de serre » (MIES<sup>13</sup>), des bilans atmosphériques liés à l'agriculture et à l'épandage de déchets (MEDD, ADEME, etc.) ou des bilans environnementaux des filières de retour au sol de déchet (par exemple, par l'analyse du cycle de vie).

#### *Qualification de déchets des boues de station d'épuration et réorganisation de la filière, dans deux départements marqués par le moteur urbain*

Cette étude analyse les conséquences induites par la nouvelle réglementation (décret du 8 décembre 1997) sur l'épandage des boues résiduaire urbaines, qualifiant ces produits de déchets et non plus de matières fertilisantes. Elle s'est ensuite intéressée à la controverse de l'épandage des boues dans deux départements (la Dordogne et la Seine-et-Marne). Dans ces deux départements, les espaces ruraux sont recomposés par la rurbanisation et l'opposition à l'épandage de boues se développe par la création d'associations protestataires. Elles ont peu à peu construit un argumentaire : soucis d'expertise, références scientifiques et enrôlement d'alliés divers. Ce processus crée une tension entre le calendrier de l'épandage et les accords passés entre les administrations et les acteurs traditionnels de l'épandage. Les organismes agricoles semblent en retrait des conflits entre les acteurs de l'épandage, les élus et les associations, face aux rurbains qui prétendent être aussi les acteurs légitimes de la gestion de l'espace rural.

En l'état, cette étude n'a pas de valorisation immédiate, mais peut engendrer des conseils de communication entre les différents acteurs locaux.

#### *Jeux et enjeux autour de la réglementation des épandages, une analyse socio-économique*

Cette étude porte sur les caractéristiques des boues elles-mêmes, en mettant en exergue les incertitudes persistantes dans l'évaluation des risques. Elle questionne la capacité de la réglementation à filtrer toutes les substances susceptibles d'être présentes dans les boues, et soulève le problème de la difficile coexistence entre des normes agro-alimentaires interdisant l'épandage de boues et la réglementation légitimant l'épandage de boues. Une analyse des phénomènes liés à la controverse sur l'épandage des boues, pratique agricole pourtant ancienne, et aux limites de la réglementation en tant que repère crédible à l'épandage a été réalisée. La mise en place de dispositifs destinés à conforter cette pratique a été suivie au niveau local. Dans le Bas-Rhin, des opérations pilotes ne sont plus négociées uniquement entre les acteurs traditionnels de l'épandage, mais avec un engagement pris lors de réunions publiques, sur la qualité et la traçabilité des boues, garanties par la chambre d'agriculture. En Basse-Autriche, un système de différenciation de la sécurité des boues a été appliqué à quatre bassins modèles depuis 1995. Dans ces bassins, l'application du principe de réduction à la source des pollutions s'est traduite par l'introduction de trois classes de sécurité (classe I, II, III) des boues. La classe I est très restrictive et seules certaines boues agro-industrielles respectent le label. La classe II correspond à des teneurs en éléments traces métallique dix fois plus exigeantes que la directive européenne de 1986, et regroupe environ 60% des boues. Enfin, en classe III, on range des boues de moins bonne qualité, qui seront

---

<sup>13</sup> Mission interministérielle de l'effet de serre.

interdites à l'épandage en 2004. Cette différenciation joue un rôle à la fois au niveau de l'offre et de la demande.

En l'état, cette étude n'a pas de valorisation immédiate, mais peut engendrer des conseils de communication entre les différents acteurs locaux.

## **Le rendu d'AGREDE**

Le rendu scientifique d'AGREDE a eu lieu les 21 et 22 mars 2002 avec l'ensemble des contractants scientifiques, le comité scientifique et deux experts indépendants. Il a été décidé d'en faire un rapport écrit de valorisation par le biais d'un numéro des *Dossiers de l'environnement de l'INRA*, et destiné à un large public d'utilisateurs des résultats de la recherche.

Un rendu intermédiaire avait été fait fin 2000, à l'occasion des journées nationales des chargés de mission Déchets mises en places par l'APCA et l'ADEME. Ce rendu d'une journée a satisfait 75% de l'auditoire. Les interventions sur la valeur phosphatée et azotée des déchets, le risque helminthique, le devenir des ETM et des composés traces organiques, la qualité biologique des sols et les études sociologiques ont été les plus appréciées. Il a été alors souhaité que la diffusion des résultats soit améliorée.

## **Le programme AGREDE dans la presse**

Un article de *Libération* du 23 avril 1996, intitulé « La recherche agronomique planche sur le recyclage des déchets urbains. La boue des villes à l'assaut des champs », fait déjà référence au programme AGREDE.

À la suite de la parution du rapport de la commission d'enquête parlementaire sur la « Transparence et la sécurité sanitaire de la filière alimentaire en France » (Leyzour et Chevallier, 2000) qui remet en question l'épandage agricole des boues et trouve que les résultats des recherches « qui lui ont été communiquées sont soit lacunaires, soit contradictoires et exigent d'urgence un complément d'information », le SYPREA a vivement réagi par un communiqué de presse s'insurgeant contre les conclusions de ce rapport, et soulignant « qu'il n'est nulle part fait mention du programme AGREDE piloté par l'INRA qui vise, comme le souhaite la commission, à compléter les connaissances actuelles ». Ce communiqué fut ensuite repris dans plusieurs articles de revues spécialisées (*Environnement Magazine*, n°s 1588 et 1591 de 2000, le *Journal des Maires* du 15 mai 2000, *Décision Environnement*, n°87 de juin 2000) faisant référence à AGREDE. Dans son flash n°513 de mai 2000, l'ANIA présente sa position sur l'épandage de boues à l'Assemblée nationale en rappelant « que les études et recherches dans ce domaine se poursuivent notamment au travers du programme de recherche AGREDE conduit par l'INRA, ce qui constitue en soi une mesure de précaution ».

## **En conclusion**

Les projets retenus ont couvert la plupart des axes thématiques proposées. Cependant, les recherches sur l'évaluation de l'économie de la filière épandage et sur les risques pathogènes n'ont pas été suffisamment développées. Le programme AGREDE a fédéré des équipes de différentes disciplines sur un thème de recherche appliqué tel que celui de l'épandage agricole des déchets organiques. Des partenaires extérieurs à la recherche (chambres d'agriculture, laboratoires d'analyses, responsables de

station d'épuration, bureaux d'études, Arvalis, industriels de l'eau, etc.) ont été associés à différentes études.

Il n'a pas livré des résultats imprévus, par rapport aux recherches menées antérieurement. Il a permis une mise au point ou un affinement des outils d'évaluation de la valeur fertilisante des déchets organiques (minéralisation de l'azote, biodisponibilité du phosphore, indice de stabilité biologique, etc.). Des bases de données ont été constituées.

L'approche environnementale est devenue plus globale (*cf* les études sur la disponibilité en azote de différents déchets, sur les composts, sur l'épandage en conditions forestières). Des progrès méthodologiques d'expérimentation en environnement ont été réalisés sur le devenir des éléments traces métalliques, les composés traces organiques et des pathogènes ; des méthodes d'analyse ont été mises au point et sont en cours de normalisation.

Cependant, sur le plan scientifique, il reste à faire des progrès en théorisation, en conceptualisation et en modélisation.

La plupart des études entamées sous l'égide du programme AGREDE continuent et pourront trouver une autre prolongation dans le cadre des observatoires de recherche en environnement et de groupements d'intérêt scientifique (GIS Sol, GIS Organique et GIS Porcherie verte) ■

## Références bibliographiques

AND INTERNATIONAL, 2002. *Évaluation des quantités actuelles et futures de déchets épandus sur les sols agricoles et provenant des activités industrielles hors agroalimentaire*. 77 p. [www.environnement.gouv.fr/telch/2002-t3/020807-eval-quantite-dechets-indust-epandus](http://www.environnement.gouv.fr/telch/2002-t3/020807-eval-quantite-dechets-indust-epandus)

CM INTERNATIONAL, 2002. *Évaluation des quantités actuelles et futures de sous-produits épandus sur les sols agricoles provenant des industries agroalimentaires*. 52 p. [www.environnement.gouv.fr/telch/2002-t3/020807-eval-quantite-produits-epandus](http://www.environnement.gouv.fr/telch/2002-t3/020807-eval-quantite-produits-epandus)

CTP, 2001. *Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture*. Dossier documentaire. ADEME, Angers, 58 p. + fiches.

LEYZOUR F., CHEVALLIER D., 2000. *Transparence et sécurité de la filière alimentaire en France*. Les documents d'information de l'Assemblée nationale, Édition Assemblée nationale, 2297(1), 169 p. [www.ladocumentationfrancaise.fr/brp/notices/004000750.shtml](http://www.ladocumentationfrancaise.fr/brp/notices/004000750.shtml)

