



**DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES  
ET DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE**  
**Service de la recherche et de la prospective**  
Bureau de l'écologie et des risques environnementaux

Paris, le 19 décembre 2003

**Affaire suivie par:** André-Bernard DELMAS  
**2 01 42 19 17 00 / Fax:** 01 42 19 17 71  
® andre-bernard.delmas@environnement.gouv.fr

# Appel à propositions de recherche sur les sols

**Quel impact des pratiques agricoles sur le sol et les  
transferts d'eau et de polluants vers les  
hydrosystèmes**

Remise des projets :  
21 février 2004

# 1 Contexte

## 1.1 Contexte Français

Si le rôle du sol comme support de la production agricole est bien pris en compte, les différentes autres fonctions exercées par le sol sont négligées. Ceci est particulièrement révélé par un accroissement récent des processus de dégradation de la qualité du sol et des eaux.

A partir de 1997 (année décrétée « année du sol ») et 1998 (tenue du congrès mondial de Science du sol à Montpellier), le Ministère chargé de l'environnement et le Ministère chargé de l'agriculture ont décidé de mettre en place une stratégie nouvelle pour une meilleure prise en compte des sols au niveau du territoire.

En 1999, le ministère de l'écologie et du développement durable a lancé un programme de recherche spécifique, GESSOL 1, pour **fournir des outils de gestion et des indicateurs d'évolution en insistant sur les fonctions des sols.**

Le programme qui se termine fin 2003 comprend 17 projets abordant 6 thèmes:

1. La qualité chimique des sols : pollution des sols par les éléments traces ;
2. La surveillance des sols au niveau de bassins versants et la recherche de critères de qualité des sols (physiques chimiques ou biologiques ;
3. La qualité de l'eau : le ruissellement, l'érosion et les transferts ;
4. L'effets des pratiques agricoles sur la biodiversité des sols ;
5. Qualité des sols et qualité de l'air (effet de serre) : matière organique et émission de N<sub>2</sub>O ;
6. Recyclage des déchets et qualité des sols.

Un séminaire scientifique a été organisé les 15 et 16 mars 2001 en présence des instances du programme pour établir une coordination des projets par thème. Un forum de mi parcours a été organisé les 15 et 16 Mai 2002 et a rassemblé plus de 350 personnes en présence de représentants de la Commission européenne.

Le bilan provisoire du programme montre que la France a su anticiper par ce programme un certain nombre de préoccupations fortes des gestionnaires de l'environnement sur le rôle des sols, leur sensibilité à la dégradation et la nécessité de les protéger : par exemple sur la maîtrise de l'érosion où les études économiques ont été intégrées, sur le fonctionnement des bandes enherbées, la dynamique des éléments traces, les émissions ou le stockage du carbone organique, ou la gestion des déchets. Des premiers indicateurs peuvent être proposés pour le réseau de mesure de la qualité des sols sur la sensibilité à l'érosion, le fonctionnement biologique (macro faune, microflore) ou la qualité de la matière organique. Des lacunes persistent sur la dynamique des éléments traces et plus généralement sur la connaissance d'autres polluants.

## 1.2 Contexte Européen

Le Forum de mai 2002 a également bien fait apparaître une préoccupation essentielle au niveau européen qui concerne la gestion (et la protection) des sols et de la matière organique par les pratiques agricoles et la nécessité d'établir des relations plus fonctionnelles avec la qualité de l'eau ( préoccupation qui figure déjà dans les exigences de la Directive 91 414 CEE). L'adoption d'une communication sur les sols (et les conclusions jointes du conseil européen du 25 juin 2002) devrait permettre de définir une stratégie d'action pour 2004 qui nécessite la mise en place d'indicateurs pour la connaissance de l'évolution des sols et l'établissement d'un système de surveillance.

## 2 Le nouvel appel à proposition

### 2.1 Les axes de GESSOL 2

Un usage agricole durable des sols, la réforme de la PAC et la Directive sur l'eau sont au centre des préoccupations auxquelles ce nouvel appel à propositions ambitionne de contribuer.

Le programme sera axé sur **deux grands thèmes**

« pratiques agricoles et sylvicoles et qualités physiques, chimiques et biologiques des sols »

« Sol milieu de transfert d'eau et de polluants ».

Ces deux thèmes ne sont pas indépendants comme ne sont pas indépendants les objectifs à atteindre de protection des sols et de gestion de l'eau.

**La modélisation** est le moyen privilégié d'intégration de ces deux thèmes dans un outil prédictif pré-opérationnel. De manière générale, des travaux consacrés à la modélisation de systèmes aquifères existent, qu'ils soient à finalité scientifique ou appliquée (par exemple le PIREN-Seine). Il ne s'agit donc pas de réinventer l'existant en termes d'outils de modélisation, de sites, de scénarios, mais de compléter cet existant et surtout de le faire évoluer vers plus de transposabilité, plus de portabilité de telle sorte que ces études puissent un jour passer du monde de la recherche aux mains de décideurs-utilisateurs avertis. On privilégiera donc les projets pouvant conduire à des modélisations simplifiées des conditions de transfert vers les eaux souterraines ou les eaux de surface, c'est à dire adaptées au faible nombre de données disponibles ou à leur incertitude s'appuieront sur des scénarios réalistes. D'autres projets pourront faire le choix de modèles intégrés privilégiant la description des interactions des différents processus aux larges échelles. Pour l'évaluation et la gestion du risque, la prise en compte de la variabilité spatio-temporelle de ces conditions de transfert, dans une démarche de type probabiliste sera encouragée. Le développement de ces modèles sous la forme d'outils logiciels de recherche libres de droits, susceptibles de pouvoir être transférés aux différents milieux professionnels concernés, sera particulièrement apprécié.

L'acquisition de données permettant d'alimenter des modèles en variables d'entrée mesurées et éventuellement de **valider ces modèles** est un élément clé du programme. Pour ce qui concerne **la métrologie**, la recherche (en partenariat avec l'industrie) de capteurs économiques et robustes sera appréciée. Le champ couvert va du domaine chimique, à la mesure de phénomènes physiques comme le ruissellement et l'érosion sans oublier la mesure de l'activité biologique lorsqu'un effet est pris en compte par le modèle.

Un partenariat entre les Unités de recherche et les Acteurs du monde agricole (Instituts Techniques, Chambres d'Agriculture...) pourrait à l'amont permettre un meilleur positionnement de la recherche par rapport aux réalités agronomiques et aux priorités du terrain et à l'aval permettre un transfert plus rapide des résultats de cette recherche à finalité environnementale.

L'étude de l'impact des nouvelles pratiques pour la protection et la conservation de la qualité des sols (Carbone, azote, phosphore, biologie et biodiversité...) pourrait aller jusqu'à la recherche d'indicateurs de qualité.

Enfin, seront privilégiées les propositions qui assureraient une approche intégrée incluant un volet économique et social ou pouvant déboucher sur une définition de la valeur des sols.

Les situations spécifiques aux DOM-TOM font partie du présent appel à proposition de recherche.

## 2.2 Axes thématiques

### Axe 1 Influence des pratiques agricoles sur la qualité des sols et leur gestion durable

Au niveau agricole pourront être pris en compte différentes techniques culturales (ex labour, techniques culturales simplifiées, non labour..) ou différentes pratiques ou systèmes de culture (prairies, agriculture intégrée, biologique..). Au niveau sylvicole, on se focalisera sur des pratiques ayant un impact important sur le sol.

#### **a. Effets des différentes pratiques sur la qualité des sols**

- Gestion qualitative et quantitative de la matière organique ; on recherchera les pratiques susceptibles d'accroître et maintenir les stocks de matière organique des sols. On insistera en particulier sur la réactivité et le turn over des différents compartiments sans oublier le compartiment racinaire; les travaux devront déboucher sur la réalisation de scénarios et si possible de modélisation mathématique.
- le fonctionnement biologique des sols et la biodiversité avec la recherche d'indicateurs (une relation entre pollutions métalliques du sol et fonctionnement biologique trouve ici sa place).
- effets sur les propriétés chimiques et physiques. On insistera particulièrement sur les phénomènes de compaction des sols mal pris en compte jusqu'à maintenant.

#### **b. Effets des pratiques sur la protection et la conservation des sols**

On essaiera en particulier de mieux comprendre et de quantifier l'effet des pratiques sur la lutte contre l'érosion, et leur effet sur les liants pertinents du sol ( origine, état, localisation de la matière organique, du fer par exemple)

**c. Devenir des composés biotiques (microorganismes..) et abiotiques (micropolluants minéraux et organiques) introduits dans le sol et susceptibles d'avoir un effet sur l'homme :** pour les formes biologiques, une priorité sera donnée aux formes pouvant persister dans le sol (ESB...) ; pour les composés abiotiques, aux polluants dont le comportement dans le sol est peu connu ( perturbateurs endocriniens, dioxines).

### Axe 2 Influence des pratiques agricoles et sylvicoles sur les transferts et la qualité des eaux souterraines et de surface

La parcelle est certes l'unité d'action de l'agriculteur. Au demeurant, dès lors que l'on s'intéresse aux relations sol-eau, l'échelle d'un petit bassin versant ou encore d'un petit système aquifère semble plus appropriée pour progresser dans une intégration des facteurs du milieu physique, du milieu biologique et des pratiques agricoles.

#### **a. Rôle des sols dans les transferts de flux, modélisation spatialisée et paramétrisation.**

Le sol avec les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui s'y produisent, avec son rôle de support de l'activité anthropique reste le cadre privilégié de cet appel à proposition de recherche.

#### *al Des besoins en modèles intégrés «sol/sous-sol/plante/atmosphère*

Dans la mesure du possible, un outil de quantification des transferts par ruissellement et par infiltration devrait permettre d'aller vers plus de réalisme. Il serait apprécié qu'il fournisse des sorties tant pour le suivi de la qualité des sols que pour celui de la qualité des eaux. De même, une meilleure connaissance de la zone non saturée, des **temps de résidence** dans

les différents compartiments, des **temps de transfert**, du rôle des interfaces — haies, fossés, bandes enherbées, maillage forestier, etc...).

Pour ce qui concerne les eaux souterraines les transferts vont jusqu'au domaine saturé ; la prise en compte de cet aspect des choses sera appréciée. Enfin, pour des raisons historiques, on s'intéresse généralement à des sols profonds ; mais l'on cultive aussi des sols peu épais pour lesquels les conditions de transfert de polluants ont été peu étudiées. Les milieux calcaires, le karst offrent par exemple des situations (scénarios) trop mal connues au regard d'un risque de transfert de polluants vers les eaux souterraines.

#### *a2 Des besoins en variables et paramètres spatialisés pour les modèles*

Il existe un manque crucial sur la connaissance des paramètres physiques des sols nécessaires à la modélisation des transferts.

L'accroissement du nombre de phénomènes pris en compte ou la description plus fine de ces phénomènes conduit toujours à un accroissement du nombre des paramètres à renseigner. Des recherches sont nécessaires pour déterminer la sensibilité des modèles aux différents paramètres et variables d'entrée (en lien avec le travail de simplification des modèles).

Plusieurs voies sont proposées pour aboutir à une meilleure estimation des paramètres :

- Recherches des facteurs expliquant la diversité (ou la variabilité) des caractéristiques hydrodynamiques des sols (facteurs naturels et facteurs anthropiques). Mise au point d'indicateurs simples pour permettre une multiplication des mesures.
- Recherche de méthodes permettant l'établissement de fonctions de pédotransfert fondées sur le déterminisme des mécanismes de transfert.
- Développement de nouvelles méthodes d'acquisition de données directes ou indirectes des propriétés hydrodynamiques des sols : géophysique et télédétection selon les échelles d'investigation envisagées.

La proposition doit rester dans un certain pragmatisme pour devenir utilisable hors du contexte de la recherche et c'est à ce compromis qu'il conviendrait de veiller avant toute chose. Ceci signifie que la priorité pourra être donnée aux données paramétriques existantes même si elles sont imparfaites où à celles qui peuvent être acquises à peu de frais.

### **b. Rôle des pratiques agricoles sur les sols et leurs conséquences sur les transferts d'eau et de polluants .**

#### *b1 - Identification des pratiques à risque*

En ce qui concerne l'aspect agronomique il est certain que le type de cultures considérées, comme l'existence de conditions de monoculture ou de rotations, et plus généralement les pratiques agricoles traditionnelles mais aussi nouvelles comme le non-labour, ne sont pas sans effet sur les fonctions du sol et sur les transferts de polluants.

Les états de surface et le type d'intervention, la période d'intervention par rapport au risque météorologique modifient la fonction d'entrée du système à modéliser. L'étude de ces états et leur description sera faite en relation avec les pratiques agricoles. La façon d'intégrer ce type de donnée (spatio-temporelle) de caractère probabiliste à l'échelle d'un petit bassin versant ou d'un petit système aquifère devra être quantifiée.

Il s'agit d'évaluer également les effets secondaires de modifications drastiques de l'état du sol qui ne sont pas sans conséquences ultérieures sur les fonctions environnementales du sol considérée ici, comme un changement important de l'usage du sol ou de ses caractéristiques (remembrement, sols reconstitués dans le cas de réhabilitation de sites ou d'aménagement etc...).

#### *b2 - Analyse de scénarios*

L'identification d'éventuels dangers pour les eaux souterraines, de facteurs de risques associés, leur caractère pérenne ou transitoire (détermination éventuelle d'un temps de relaxation), pourraient servir de base à la proposition de scénarios « ad hoc ».

- 1) Effet des techniques culturales (travail du sol, gestion de la matière organique, irrigation...) à l'origine de la dégradation des propriétés hydrodynamiques des sols. Analyse des effets à courts, moyens et longs termes, selon le cumul des impacts au cours du temps.
- 2) Impact des aménagements agricoles (drainage, remembrement, déforestation...) sur l'évolution des sols et de leurs propriétés.
- 3) Recherche de nouvelles techniques de cultures ou de gestion des parcelles permettant une amélioration des propriétés hydrodynamiques ou, plus largement, une meilleure gestion du stockage de l'eau et des vitesses de transfert : travail du sol simplifié ou intervention localisée adaptée aux conditions du milieu (par exemple avec l'agriculture de précision).
- 4) Evaluation de l'impact des changements de systèmes de cultures (réforme PAC, changement contexte socio-économique) sur l'organisation spatiale des assolements et les conséquences sur le transfert de l'eau et des polluants. Recherche des lieux spécifiques à contrôler (bandes enherbées, maillage forestier...).

### **3. Proposition pour une valorisation/animation**

Lorsque la proposition nécessitera l'utilisation d'un site expérimental, il est souhaité que cela se fasse à travers une mise en réseau de sites ou par une fédération de chercheurs autour de sites communs.

La constitution d'un consortium de compétences pour améliorer, faire se rapprocher des modèles où élaborer éventuellement un outil nouveau est aussi souhaitable et sera appréciée. Dans le cas où une proposition offrirait un intérêt opérationnel marqué, il pourrait être demandé, sur avis du Conseil scientifique, qu'à côté du rapport de recherche, un document guide rende accessible cette opérationnalité.

Enfin indépendamment de ce qui précède, quelques propositions sont attendues ayant pour objet l'animation et le suivi des équipes qui seront retenues et la valorisation des résultats de leurs travaux (organisation de séminaires, gestion du respect par les équipes des échéances, outils de communication à usage des gestionnaires, ouvrage de synthèse etc..).

**En résumé : cet appel à proposition concerne les sols. Il vise à rassembler des connaissances et des chercheurs autour de quelques projets très structurés où les lacunes de connaissance seront clairement identifiées avec si possible des propositions pour réduire ces lacunes. Il voudrait éviter de multiples contributions peu utilisables faites d'être coordonnées entre elles. Le champ couvert a été assez largement ouvert pour permettre à tous ceux qui le souhaitent de trouver une place au sein d'une proposition fédératrice.**

**Mots clés :** Qualité des sols, transferts d'eau et d'éléments associés (dissous, particuliers), pratiques agricoles

#### **LES DISPOSITIFS DE MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME A.**

##### **Type de projet sélectionné**

Les projets devront si nécessaire, faire apparaître leur articulation avec les travaux existant sur le sujet et une capacité à les prolonger (en faisant apparaître les liens amont-aval)

Il est souhaité des projets interdisciplinaires ; des équipes pluridisciplinaires et des résultats proches de l'opérationnel. La pluridisciplinarité des équipes permettra une meilleure couverture des axes cités ci-dessus, en les articulant dans une approche cohérente.

Il est demandé d'associer formellement au projet les utilisateurs potentiels des produits issus des projets. Les projets de recherche proposés devront en effet avoir pour objectif d'aider à terme les gestionnaires et les pouvoirs publics à s'appuyer sur des bases scientifiques pour établir leurs décisions. Les équipes pourraient créer ce lien en menant de façon précoce une analyse de la demande des opérationnels et en bâtissant avec eux le processus de recherche. L'analyse de la demande des opérationnels sera particulièrement claire et précise. Les modes de fonctionnement des comités de pilotage de la recherche, associant équipes de recherche et services opérationnels seront précisés.

Les projets seront évalués sur les critères suivants :

- pertinence des objectifs vis-à-vis de la problématique affichée et estimation des chances de fournir une réponse complète sur la période considérée. La contribution précise de chacun des partenaires dans le projet sera fournie.
- pertinence méthodologique. Chaque proposition détaillera les protocoles mis en place les expérimentations projetées. Les moyens requis et demandés devront être précisés en spécifiant les autres sources de financement attendues.
- pertinence de la bibliographie fournie sur le sujet proposé intégrant un état détaillé des connaissances internationales et positionnement clair et finalité des connaissances nouvelles à acquérir. Les recherches rendront compte de l'état de l'art et des connaissances déjà existantes ; les propositions seront, bien sûr, faites après études des connaissances déjà existantes dans le domaine.
- niveau scientifique et degré d'expertise des équipes impliquées (références) ; positionnement par rapport aux autres équipes européennes sur le domaine concerné (qui pourront participer si cela est justifié).

En matière de valorisation, deux aspects distincts doivent être soulignés :

- la valorisation scientifique qui doit être faite par des publications dans des revues scientifiques de bon niveau
- la valorisation en direction des services gestionnaires. Il s'agit d'assurer une diffusion efficace et adaptée des méthodes mises en oeuvre et des résultats obtenus (avec leurs limites et incertitudes) vers les opérationnels. Cela passe notamment par la rédaction de guides méthodologiques et par leur portage au niveau international dans les instances de normalisation ou d'harmonisation ou encore par " l' interfaçage utilisateurs " de modèles conçus par les chercheurs et validés par les gestionnaires (Il faut prévoir les dépenses de personnel correspondantes). Le développement de logiciels destinés à quantifier les différents aspects de cette multifonctionnalité y compris sous licence GPL sera bienvenu.

Les chercheurs peuvent aussi s'appuyer sur les réseaux européens auxquels ils appartiennent. Les équipes de chercheurs qui participent à des programmes européens sont bienvenues. Alors que l'Union Européenne se prépare à organiser un espace européen de recherche, dans lequel certaines équipes et programmes nationaux pourraient jouer un rôle fédérateur, et que de nombreux travaux de recherche concernant les territoires sont financés par les collectivités territoriales, il convient de prendre en compte ces deux dimensions dans l'évaluation des projets. Il est ainsi demandé aux équipes candidates de mentionner explicitement tout projet de recherche auquel ils participent, dans le domaine considéré, avec le concours de financements européens, nationaux, régionaux ou locaux ; ces mentions devront comporter à la fois les objectifs de ces projets, les équipes concernées et le type et le montant des financements correspondants. Enfin, les approches comparatives des problématiques seront encouragées. En raison même de l'ampleur des questions posées, seuls les projets d'une durée minimale de vingt quatre mois et maximale de trois ans seront retenus. Les propositions devront

comporter un échéancier annuel, l'indication de l'enchaînement des différentes phases et une prévision budgétaire.

## **B. Organisation du programme**

Le COMITE D'ORIENTATION (CO) est composé de représentants des directions du ministère chargé de l'environnement et de ses établissements publics (DIREN, Agences de l'Eau...), de représentants d'autres ministères et d'autres groupes d'intérêt (associations, élus, professionnels...). Il a pour mission de définir les orientations du programme, de déterminer les propositions de recherche prioritaires à partir de la présélection réalisée par le Conseil Scientifique et de mettre en place les actions d'animation, d'évaluation et de valorisation du programme.

Le CONSEIL SCIENTIFIQUE (CS) DE GESSOL, est composé d'experts dans les disciplines concernées par le programme, et actuellement présidé par Monsieur Jean-Claude Vedy (Université Lausanne -UPFL- Suisse). Il a pour mission de formaliser les orientations en termes scientifiques, de préparer les textes appelant la communauté scientifique à des propositions de recherche, d'expertiser les réponses et de proposer des actions d'animation, d'évaluation et de valorisation du programme. L'avis d'experts extérieurs d'autres disciplines peut être sollicité sur des propositions de recherche portant sur des domaines scientifiques ou techniques relevant de leurs disciplines.

Le SECRETARIAT PERMANENT, composé d'un représentant du Comité d'Orientation, du Président du Conseil Scientifique, du coordonnateur du programme et des responsables du programme au Ministère de l'Écologie et du développement Durable, est chargé de mettre en oeuvre les décisions du Comité d'Orientation.

## **C. Modalités de consultation par le présent appel à proposition de recherche**

L'appel à propositions de recherche est ouvert sur l'ensemble des thèmes. Les propositions reçues feront l'objet d'une analyse par des experts spécialistes des différents champs de l'appel à proposition de recherche, avant d'être soumises au conseil scientifique qui classera les offres selon leur valeur scientifique. Les propositions seront ensuite présentées au comité d'orientation du programme, qui, s'appuyant sur l'analyse du conseil scientifique, sélectionnera un certain nombre de propositions en fonction de leur intérêt et de la cohérence globale du programme.

Le conseil scientifique se réserve le droit de proposer des regroupements ou des amendements pour les projets présentés pour accroître l'efficacité des moyens mis en oeuvre.

Les soumissionnaires se référeront aux deux fiches annexées au présent texte : « modèle de présentation d'une proposition de recherche » et « modalités de soumission ».

## **D. Echange et valorisation des informations**

Un premier séminaire réunira les équipes à l'issue des résultats de l'appel à propositions afin de présenter les problématiques et les méthodes choisies. Tout en respectant l'originalité des choix de chaque équipe, l'objectif est d'informer les équipes entre elles et de maintenir la cohérence du programme.



Des séminaires d'échange et de valorisation seront organisés afin de coordonner les différentes recherches, de mettre en relation les équipes et de faire connaître leurs méthodes et leurs travaux. Les équipes retenues s'engagent à participer à ces réunions.

Un colloque de capitalisation de l'ensemble des travaux clôturera le programme et donnera lieu à une synthèse. Il sera ouvert à un plus large public.