

E  
D  
I  
T  
O  
R  
I  
A  
L

La Conférence de Rio en 1992 a permis à la Convention sur la diversité biologique (CDB) de voir le jour. Elle vise à stopper la destruction des espèces, habitats naturels et des écosystèmes et invite les pays contractants à élaborer des stratégies nationales. L'Europe a adopté en 1995 une Stratégie paneuropéenne de la diversité biologique et paysagère validant ces objectifs et plus tard réaffirme la nécessité "d'Enrayer la diminution de la biodiversité à l'horizon 2010 et au-delà". Ainsi nous commençons à nous inscrire dans une dynamique globale du vivant. Mais le sol n'est pas encore partie intégrante de cette dynamique : il est d'abord support d'activités. Quand la France adopte sa stratégie nationale pour la biodiversité (2004), apparaît la notion de qualité chimique des sols et de réhabilitation par décontamination. L'expertise scientifique du millénium lancée en 2000 (MEA) confirme ce que les scientifiques savent de longue date : les sols se dégradent et avec eux disparaissent des fonctions écologiques, économiques et sociales essentielles à l'homme. C'est parce que les décideurs ont besoin de s'appuyer sur des connaissances scientifiques solides que le Ministère chargé de l'écologie

soutient des programmes de recherche en appui aux politiques publiques. En 1998 il a initié le programme GESSOL de Gestion Durable des Sols, dont un objectif est de développer les connaissances sur la biodiversité des sols. Au bout de 9 ans et 26 recherches financées, des résultats riches ont été présentés à Paris en novembre 2006 : effet des pratiques culturales sur la biodiversité des sols, composition et dynamique de la diversité des organismes, leur contribution au fonctionnement durable du sol. Ces recherches doivent maintenant nous éclairer sur les mécanismes de dégradation, de réversibilité, sur les pratiques de restauration d'une qualité de biodiversité, sur les moyens de préserver, restaurer les services rendus à la société par ces écosystèmes invisibles : production primaire et grands cycles biogéochimiques, perméabilité et nappes phréatiques, fertilité biologique...

Anne LIEUTAUD

Chef du Bureau de l'écologie et des risques environnementaux  
MEDAD-D4E

## LA BIODIVERSITÉ DES SOLS : ENTRE INTÉRÊTS ÉCOLOGIQUES ET INTÉRÊTS AGRONOMIQUES

Suite à ses engagements internationaux et en cohérence avec les objectifs communautaires en matière de préservation de la biodiversité, la France s'est dotée en 2004 d'une stratégie nationale pour la biodiversité.

Elle se décline actuellement en dix plans d'action sectoriels, dont le plan d'action "agriculture et biodiversité", piloté par le Ministère de l'agriculture et de la pêche, vise cinq grands objectifs :

- Favoriser les démarches territoriales incluant plusieurs exploitations et différents partenaires,
- Généraliser les systèmes et pratiques agricoles favorables à la biodiversité,
- Renforcer la diversité des ressources génétiques pour l'agriculture et l'alimentation,
- Assurer le suivi de la biodiversité en lien avec l'évolution des pratiques agricoles,
- Développer les actions de recherche (action phare de ce plan), de développement et de formation.

La biodiversité des sols est un champ de recherche et de développement à conforter, compte tenu de l'importance des enjeux écologiques et agronomiques qu'elle représente. Sols et biodiversité entretiennent des relations fortes à trois niveaux :

La diversité des sols est à la base de la biodiversité des milieux terrestres. Ce sont les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols qui déterminent les types de végétation et les écosystèmes en présence à la surface. Ces caractéristiques déterminent également les orientations des productions agricoles.

Préserver la diversité des sols est essentiel au maintien de la diversité des écosystèmes et des productions agricoles. Il semble donc nécessaire d'éviter de modifier fortement les caractéristiques propres à chaque sol, au risque d'homogénéiser les écosystèmes et les capacités à produire une diversité de cultures. Ceci est d'autant plus important dans un contexte de changement climatique.

Le sol est un patrimoine biologique en lui-même. C'est un écosystème à part entière, accueillant un nombre impressionnant d'espèces, dont beaucoup sont encore mal connues. Un gramme de sol peut par exemple contenir plusieurs milliers d'espèces de bactéries différentes.

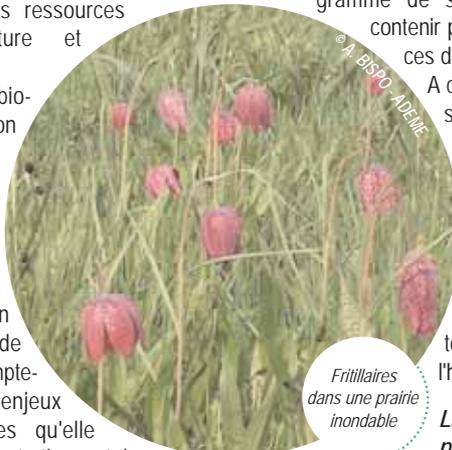
A cette richesse spécifique s'ajoute une abondance d'organismes peu comparable avec d'autres milieux. Ainsi, le sol d'une prairie peut contenir dans ses trente premiers centimètres plus de vingt tonnes de biomasse à l'hectare.

La biodiversité des sols présente des fonctions d'intérêt agronomique. Le sol abrite non seulement de nombreuses populations microbiennes, végétales et animales mais aussi de nombreux groupes dits "fonctionnels", définis selon leurs effets sur le milieu. On dénombre ainsi chez les vers de terre une quinzaine de groupes fonctionnels différents.



© A. BISPO - ADEME

Turricules de vers de terre dans une pelouse



Fritillaires dans une prairie inondable

Parmi les fonctions ayant un intérêt agronomique, on peut citer :

- formation et entretien de la structure des sols,
- décomposition, transformation et transport de la matière organique,
- nitrification et dénitrification,
- fixation de l'azote,
- association entre micro-organismes et racines des plantes.

Les sols constituent donc des écosystèmes à part entière, à la base de la production agricole. La qualité agronomique des sols repose à la fois sur des composantes physico-chimiques, mais aussi biologiques. Les systèmes de production agricole doivent tenir compte de ces composantes biologiques par des pratiques culturales adaptées. Le sol n'est pas une ressource renouvelable à l'échelle de temps humaine, mais un milieu vivant qui peut être altéré de façon irréversible. L'écologie des sols représente un domaine de recherche à développer, pour obtenir *in fine* des connaissances opérationnelles en matière de gestion agricole des sols.

## APPLICATIONS IGCS AU SERVICE DE LA BIODIVERSITÉ

La diversité biologique des sols est étudiée dans différentes applications utilisant les bases de données sur les sols issues du programme IGCS (Inventaire Gestion et Conservation des Sols). Ces applications permettent d'optimiser la gestion et la préservation de la biodiversité des sols.

Le sol est un écosystème particulier, dans lequel se développent la microflore et la faune du sol, ainsi que des végétaux. Le sol est en effet un réservoir de biodiversité encore assez méconnu, se subdivisant en plusieurs familles : la **macrofaune** (taupes, lombrics, araignées, fourmis, etc.), la **mésafaune** (arthropodes inférieurs, enchytraéides), la **microfaune** (nématodes et

protozoaires) et la **microflore** (bactéries, champignons, algues).

Les conséquences des activités humaines (contamination, érosion, acidification, salinisation, imperméabilisation, dérèglement climatique) menacent les communautés spécifiques des sols. Face à ces menaces, les potentialités offertes par les sols pour le maintien de la richesse spécifique de la flore ou de la faune terrestre ou pour gérer la diversité paysagère sont étudiées en utilisant les bases de données sur les sols du programme IGCS.

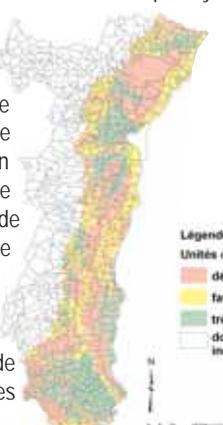
Les inventaires de 2004 et 2006 recensent les études réalisées à partir des données sols issues

du programme IGCS. Ils montrent que les problématiques environnementales strictes (faune ou flore sauvage et paysages) représentent 8% de l'ensemble des études. Les exemples d'applications réalisées à partir des bases de données sur les sols portent sur : le Grand Hamster en Alsace, le Pélobate Brun en Indre, le Circaète Jean le blanc, le Lapin de Garenne en Isère, la châtaigneraie dans le Parc National des Cévennes, les prairies dans les agro-systèmes céréaliers des Deux-Sèvres, la Perdrix Rouge dans les agro-systèmes méditerranéens en région Languedoc-Roussillon (voir fiche thématique du Gis Sol "Les sols, base de la biodiversité"). Les deux premiers exemples sont détaillés dans les articles ci-dessous.

[Veronique.Antoni@ifen.ecologie.gouv.fr](mailto:Veronique.Antoni@ifen.ecologie.gouv.fr)

## LES ZONES D'HABITAT POTENTIEL DU GRAND HAMSTER D'EUROPE EN ALSACE

Originaire des steppes d'Europe Centrale et de l'Est, le Grand Hamster n'est présent en France que dans la plaine alsacienne. L'espèce y est très menacée, mais fait l'objet d'une protection stricte (inscrite à l'annexe IV de la directive 92/43/CEE). A la demande de la DIREN-Alsace et en collaboration avec l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), un zonage de l'habitat potentiel du grand Hamster a été réalisé en 2005. Cette étude a été menée à partir des informations sur les sols extraites de la base de données régionale sur les sols d'Alsace au 1/100 000, gérée par



l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA). Cette base de données a été constituée à partir des guides des sols d'Alsace (Région Alsace).

La méthode de classification des sols en 3 zones (très favorable, favorable et défavorable), par combinaison de facteurs, s'est appuyée sur la connaissance des territoires occupés par l'animal. En effet, le Grand Hamster occupe les zones de cultures de la plaine d'Alsace et recherche des sols bien structurés, limoneux ou limono-argileux sains et profonds pour construire ses terriers. Il n'apprécie pas les sols caillouteux, trop sableux ou argileux et fuit les zones humides.



Le Grand Hamster (*Cricetus cricetus*) dans un champ de luzerne d'observation des hamsters recensées par l'ONCFS. Ces travaux, qui tiendront également compte de l'urbanisation, permettront de définir le milieu particulier (aire de reproduction et de repos) et d'orienter la localisation des contrats agro-environnementaux.

[Hugues.Tinguy@alsace.ecologie.gouv.fr](mailto:Hugues.Tinguy@alsace.ecologie.gouv.fr)  
[Araa@bas-rhin.chambagri.fr](mailto:Araa@bas-rhin.chambagri.fr)

## SOLS ET CONSERVATION DU PÉLOBATE BRUN DANS L'INDRE

Situé en marge occidentale de son aire de répartition, le Pélobate brun est l'une des espèces de crapaud les plus rares de France, puisqu'elle ne subsiste plus que dans l'Est et dans le Centre. Le Pélobate brun figure parmi les espèces "Menacées d'Extinction" (arrêté du 9 juillet 1999). Il est considéré comme une espèce "En danger" dans le livre rouge des vertébrés de France et

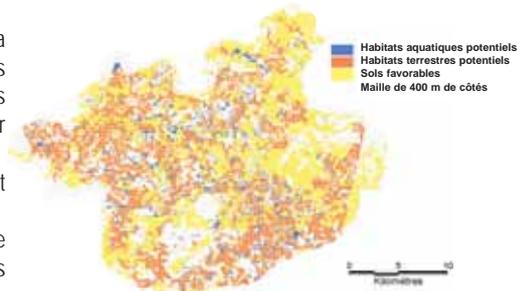


Pélobate brun (*Pelobates fuscus*)

Le Pélobate brun est un petit fousseur qui passe la journée enterré dans le sol. Des exigences écologiques très strictes font que l'espèce est très localisée et inféodée à un milieu particulier comportant un contexte pédologique strict :

- ☐ sols meubles, profonds, frais même en été et textures sableuses voire limoneuses,
- ☐ végétation peu dense, type herbacée clairsemée et/ou rase, strates supérieures clairsemées ou absentes,
- ☐ les sites de reproduction doivent conserver l'eau jusqu'à la fin de l'été.

L'Association Indre Nature a sollicité la Chambre d'Agriculture de l'Indre, dans le cadre d'un travail pour la DIREN-Centre, pour effectuer une requête sur la base pédologique au 1/50 000 (\*Chambre d'Agriculture / INRA), isolant ainsi les sols les plus favorables. La classification se décline en 4 classes de sols à dominante sableuse : sables profonds ou non et très hydromorphes, sables sains plus ou moins profonds, sables moyennement hydromorphes, sables sains et profonds.



Potentialités d'accueil des habitats de Brenne pour le Pélobate brun

Cette classification est croisée avec une approche sur les habitats aquatiques et habitats terrestres favorables. Le croisement de ces trois couches permet de délimiter environ 170 sites potentiellement favorables à l'espèce.

Cette approche combinant les habitats et le sol va contribuer à mettre en place des mesures ciblées de restauration de sites.

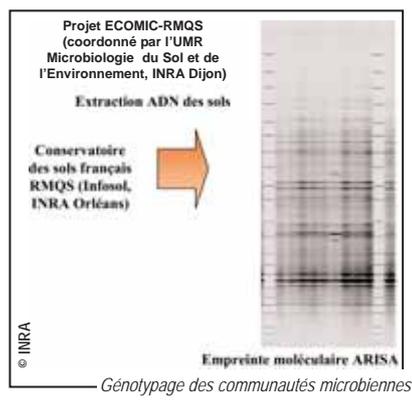
[J.Moulin@indre.chambagri.fr](mailto:J.Moulin@indre.chambagri.fr)  
[Pierre.Boyer@indrenature.net](mailto:Pierre.Boyer@indrenature.net)

## ECOMIC-RMQS : INVENTAIRE DE LA BIODIVERSITÉ MICROBIENNE DES SOLS

Les micro-organismes du sol assurent un rôle essentiel dans la genèse et l'évolution du sol. Le projet ECOMIC-RMQS associe plusieurs partenaires pour estimer la biodiversité des sols et évaluer les impacts environnementaux, en utilisant des outils moléculaires.

Le réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) mis en place depuis 2002 (Gis Sol), constitue un cadre national pour l'observation de l'évolution de la qualité des sols (voir *Lettre n°3*). De par leur diversité taxonomique et fonctionnelle les micro-organismes du sol jouent un rôle fondamental : dynamique des matières organiques et cycles du carbone et de l'azote, biodisponibilité des éléments nutritifs, dégradation de polluants organiques, rétention de polluants métalliques, action sur la structure des sols, etc. Il apparaissait donc essentiel de se doter d'outils de surveillance pour appréhender les impacts de diverses pressions (changements d'usages ou de pratiques, pollutions atmosphériques, changements climatiques, etc.) sur la biodiversité des communautés microbiennes du sol. Réciproquement, ces dernières sont susceptibles d'intégrer l'ensemble des stress environnementaux touchant le sol.

Elles apparaissent à cet égard comme de bons indicateurs précoces de l'évolution de la qualité des sols.



Dans ce contexte, le programme de recherche ECOMIC-RMQS a été mis en place pour :

- caractériser et évaluer la biodiversité microbienne des sols français grâce à des dispositifs d'observation,
- comprendre sa dynamique et ses changements et les modéliser,
- hiérarchiser les paramètres climatiques,

édaphiques et anthropiques la modifiant, □ évaluer les impacts écologiques de ses changements.

Ainsi, la densité et la diversité/structure génétique des communautés bactériennes sont caractérisées par des outils moléculaires (PCR Quantitative, empreintes moléculaires, puces à ADN) sur l'ADN extrait des sols du RMQS. Des outils statistiques seront développés pour i) caractériser les profils bio-géographiques de la diversité bactérienne des sols, ii) évaluer la contribution relative des paramètres pédo-climatiques et d'usage sur la diversité des communautés, et iii) identifier des bio-indicateurs bactériens d'environnements et d'activités anthropiques spécifiques.

*In fine*, ce projet se propose de fournir un référentiel d'interprétation à grande échelle (territoire français) en combinant un échantillonnage ambitieux, standardisé et pertinent et des techniques moléculaires de pointe. Il permettra de conférer un caractère plus générique aux études d'évaluation de la biodiversité et la compréhension de sa régulation.

[Lionel.Ranjard@dijon.inra.fr](mailto:Lionel.Ranjard@dijon.inra.fr)

## RMQS BIODIV BRETAGNE : LA VIE DES SOLS DE BRETAGNE ...

La diversité des organismes du sol et les effets des usages et des pratiques sur cette ressource biologique sont très mal connus. Une expérience unique en France est en cours sur les sites du RMQS Bretagne pour approfondir ces connaissances.

Les caractéristiques physico-chimiques des sols tempérés sont bien connues des scientifiques et des gestionnaires, qui les utilisent pour évaluer la qualité des sols notamment vis-à-vis de la fonction de production agricole. Mais la connaissance de la composante biologique des sols ainsi que les outils de sa mesure et les références pour l'interprétation des résultats sont encore lacunaires.

Pendant 2 ans, les prélèvements d'organismes du sol ont été réalisés sur les 108 sites du RMQS Bretagne et sur 6 sites forestiers, entre le 15 février et le 15 avril. Cette période est en effet considérée comme la plus propice à l'inventaire de la faune et de la microflore du sol (conditions optimales de température, de réhumectation du sol, pause culturale). Une chaîne de froid a été mise en place pour conserver l'intégrité des échantillons depuis le

terrain jusqu'aux laboratoires lors des prélèvements (coordination : Université Rennes 1).

Les paramètres biologiques ont été mesurés à l'aide de protocoles de routine ou en développement, pour étudier les différents groupes d'organismes :

- **Macrofaune** : macro-invertébrés totaux (IRD Bondy) et lombriciens (Université Rennes 1),
- **Mésafaune** : collemboles et acariens (ENSAI-INPL Nancy),
- **Microfaune** : nématodes libres (IRD Montpellier) et kystes de nématodes phytoparasitaires (INRA Rennes),
- **Microflore** (INRA Dijon).

Un **index d'activités de bioturbation** est élaboré par le CNRS de Brunoy pour étudier des structures biologiques liées à l'activité de la faune du sol.

Les premiers résultats sont attendus pour février 2008. Le programme RMQS Biodiv permettra d'évaluer à une échelle régionale, des paramètres biologiques définissant l'état de la diversité structurelle et fonctionnelle de certains groupes d'organismes et leurs

relations possibles avec les variables agro-pédologiques (type de sol, usage et pratiques). Des progrès sont attendus sur : les protocoles de prélèvement (amélioration de normes, propositions de nouveaux textes), le choix des outils d'évaluation de l'état biologique des sols pour optimiser la surveillance des sols à l'échelle nationale et européenne (projet intégré dans le programme ENVASSO) et le développement d'outils d'aide à la décision (référentiels, proposition d'indicateurs).

[Daniel.Cluzeau@univ-rennes1.fr](mailto:Daniel.Cluzeau@univ-rennes1.fr)



*Necodrilus giardi*, Espèce anécique commune en prairie permanente

## LA BIODIVERSITÉ DES SOLS : UN ENJEU SCIENTIFIQUE ET POLITIQUE

Primordiale pour la durabilité des sols, la biodiversité n'est pourtant pas incluse dans le projet de directive cadre européenne (DCE), par manque de connaissance. L'intégration d'indicateurs de biodiversité dans les réseaux de surveillance des sols constituerait un premier pas.

La Commission Européenne (CE) a identifié la perte de biodiversité comme une des menaces pesant sur les sols - Stratégie Thématique pour la Protection des Sols, 2006 (voir *Lettre n°17*). Si ce sujet est reconnu comme important, notamment vis-à-vis des engagements internationaux et

européens (convention sur la diversité biologique, stratégie européenne de réduction du déclin de la biodiversité), aucune action spécifique n'est proposée dans le projet de DCE. Il a été estimé que les connaissances actuelles sont trop limitées pour fixer des objectifs aux états membres et que les actions de protection proposées dans le cadre des autres menaces (réduire l'érosion et la contamination des sols, réhabiliter les sols pollués, augmenter la matière organique des sols) contribueront à favoriser la biodiversité des sols. Pour combler ces lacunes de connaissance et établir des mesures de protection spécifiques, la CE entend accélérer les recherches (appels à

projets dédiés - 7ème PCRD).

Le programme de recherche européen ENVASSO ([www.envasso.org](http://www.envasso.org)) a sélectionné des indicateurs pour évaluer l'extension des 8 menaces. Concernant la perte de biodiversité, les indicateurs retenus pour acquérir des données sur l'état de la biodiversité des sols en Europe via les réseaux de surveillance sont : la diversité des espèces de lombriciens et de collemboles et l'activité respiratoire. Cette batterie minimale utilisant des organismes ayant des fonctions, des tailles et des habitats différents, devrait traduire les différentes pressions s'exerçant sur les sols.

[Antonio.Bispo@ademe.fr](mailto:Antonio.Bispo@ademe.fr)

## SUR LE WEB : LA " BIODIVERSITÉ DES SOLS " SUR LE SITE DE L'IFEN

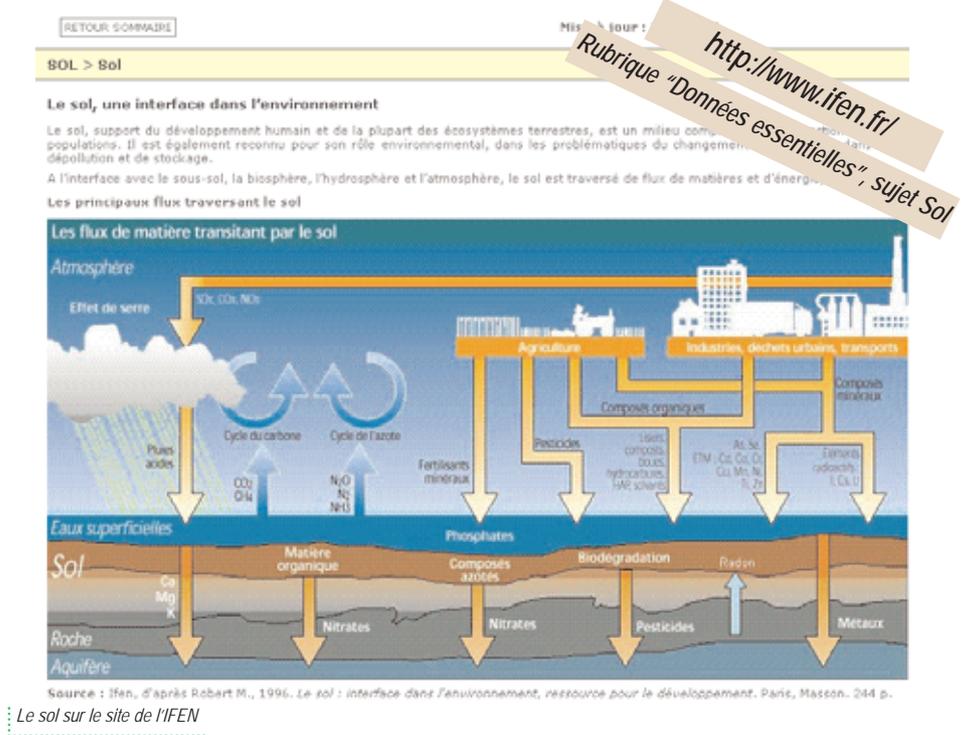
La rubrique des " Données essentielles " du site de l'Ifen (Institut Français de l'Environnement) présente les principaux chiffres de l'environnement en France commentés, classés par thèmes et assortis de références bibliographiques. Le sujet " Sol " consacre un article spécifique à la biodiversité des sols.

Le sujet dédié aux sols aborde les thèmes suivants : érosion, matière organique et stockage du carbone, épandage des boues de STEP, pollution diffuse par les éléments traces, radioactivité, sites et sols pollués, biodiversité et artificialisation.

L'article consacré à la biodiversité synthétise les ordres de grandeur de paramètres de qualité biologique des sols (nombre d'espèces, taille, abondance, biomasse, régime alimentaire) pour les espèces inhérentes aux familles de faune du sol (microfaune, mésofaune, macrofaune) ou de flore du sol (bactéries, champignons, algues).

Bonne lecture.

[Veronique.Antoni@ifen.ecologie.gouv.fr](mailto:Veronique.Antoni@ifen.ecologie.gouv.fr)



## RESTITUTION DE COLLOQUE

Les journées de l'Association Française pour l'Etude du Sol (AFES) d'Angers ont fait une place importante à la biodiversité des sols en lui consacrant deux sessions et un atelier. Ce dernier a notamment permis de discuter les éléments suivants :

- ☐ La place de la biodiversité dans les textes européens (voir article page 3).
  - ☐ La normalisation des outils de mesure de la biodiversité qui deviennent utilisables par des non-spécialistes. Cependant, l'étape d'identification nécessite la compétence d'un expert.
  - ☐ Le besoin de connaître les milieux et les organismes qui ont déjà fait l'objet d'évaluation de la biodiversité en France.
  - ☐ Le choix des indicateurs biologiques et des valeurs guides ou seuils qui devrait être facilité par les résultats de l'exercice en cours sur le RMQS Bretagne.
  - ☐ Les réponses attendues par les politiques publiques telles que le lien entre la biodiversité et les services écosystémiques, les coûts liés à la perte de biodiversité, les solutions permettant d'améliorer la biodiversité des sols et gains en résultant.
- Il a été proposé que l'AFES mette en place un groupe de réflexion pour notamment recenser les experts et les études existantes et relancer la formation de nouvelles compétences.

[Antonio.Bispo@ademe.fr](mailto:Antonio.Bispo@ademe.fr)

## PUBLICATION



LEGROS J.P., 2007. Les grands Sols du Monde. Presses Polytechniques Universitaires Romandes (Lausanne, Suisse), 560 pages. Ouvrage publié avec le concours de l'AFES.  
Pour plus d'information, voir : <http://ppur.epfl.ch/>

MATHIEU C., AUDOYE P., CHOSSAT J.C., 2007. Bases techniques de l'irrigation par aspersion. Édition Tec et Doc, Lavoisier, 480 pages.



## AGENDA

"Les Sols : Apprendre à les connaître pour mieux décider de l'avenir de son territoire" ; manifestation co-organisée par la Chambre Régionale d'Agriculture et l'IAAT, LEGTA de Venours 86480 Rouillé, 26/06/2007 ; pour plus d'informations, contacter : [françoise.azanneau@poitoucharentes.chambagri.fr](mailto:françoise.azanneau@poitoucharentes.chambagri.fr) - 05.49.44.74.86.

### Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols

Le Gis Sol a été créé en 2001. Il regroupe le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP), le Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable (MEDAD) représenté par l'Institut Français de l'Environnement (IFEN), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Son objectif est de constituer et de gérer un système d'information sur les sols de France répondant à échéance réaliste aux besoins régionaux et nationaux, dans le contexte européen. Le Gis Sol organise la concertation et la coopération entre ses membres dans le but de concevoir, orienter, coordonner, et s'assurer que se réalisent dans les meilleures conditions, des actions d'inventaire géographique des sols, de suivi opérationnel de leurs qualités, de création et de gestion d'information répondant aux demandes des pouvoirs publics et de la société.

[www.gissol.fr](http://www.gissol.fr)

## La Lettre du Gis Sol

**Directeur de la publication :**  
Bruno TREGUET (Directeur de l'IFEN, co-président du Gis Sol)

**Equipe de rédaction :**  
Véronique ANTONI  
Dominique ARROUAYS  
Sylvie BARTHES  
Antonio BISPO  
Michel BROSSARD  
Jean-Luc FORT  
Jean-Claude LACASSIN  
Didier RAT (co-président du Gis Sol)  
Nathalie SCHNEBELEN  
Gérald YART

**Contact Gis Sol :**  
**INRA ORLEANS/INFOSOL :**  
Dominique ARROUAYS  
Directeur d'Infosol  
2163 Av. de la Pomme de Pin  
BP 20619 Ardon  
45166 OLIVET CEDEX  
Tél : 02.38.41.78.45  
Fax : 02.38.41.78.69  
Courriel : [infosol@orleans.inra.fr](mailto:infosol@orleans.inra.fr)

**Responsable Communication-édition**  
Véronique ANTONI  
Courriel : [Veronique.Antoni@ifen.ecologie.gouv.fr](mailto:Veronique.Antoni@ifen.ecologie.gouv.fr)  
**Conception graphique :**  
Sacha DESBOURDES  
**DEPÔT LÉGAL :**  
ISSN 1779-3742