

Lettre d'Information du Groupeement d'Intérêt Scientifique sur les Sols
ADEME □ IFN □ INRA □ IRD □ MAAP □ MEEDDM-CGDD-SOeS □ Régions

E
D
I
T
O
R
I
A
L

Surveiller l'évolution de la qualité des sols de France implique de disposer d'un état de référence. Cet état est désormais disponible : le Gis Sol, aidé et appuyé par de très nombreux partenaires, vient d'achever la première campagne de prélèvements du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) sur le territoire métropolitain, la Corse et les Antilles françaises. Ce dispositif est aujourd'hui considéré comme un modèle à suivre à l'échelle de l'Europe.

Les premiers résultats issus du RMQS montrent que les données acquises ont un potentiel d'exploitation considérable. Le conservatoire des sols, véritable "mémoire" de nos sols, alimente actuellement des programmes dont les thématiques et l'ampleur dépassent largement les attentes initiales.

Les efforts doivent à présent porter sur la valorisation et la diffusion des données. Le rapport du Gis Sol sur l'état des sols de France, prévu pour fin 2010, en sera une contribution majeure.

D'ores et déjà, il nous faut programmer les actions futures. Parmi les questions à traiter figurent l'extension du RMQS à d'autres territoires (Guyane, Réunion, Nouvelle Calédonie, etc.), l'élargissement de la gamme des variables mesurées en routine et la programmation de la deuxième campagne de collecte des données.

La première campagne du RMQS est achevée. Vive la deuxième !

Dominique ARROUAYS
Directeur Unité Infosol
Inra Orléans

LA PREMIÈRE CAMPAGNE DU RMQS EST TERMINÉE

Le Réseau de mesures de la qualité des Sols (RMQS) compte 2195 sites installés sur le territoire français métropolitain, la Guadeloupe et la Martinique. Bilan d'une opération d'envergure nationale.

L'unité Infosol de l'Inra d'Orléans a piloté la mise en place du RMQS, en s'appuyant sur un réseau de partenaires en région, qui a pris en charge l'essentiel des opérations de terrain. Quatre-vingt-dix partenaires (Chambres régionales et départementales d'Agriculture, Établissements d'enseignement supérieur, Instituts de recherche, Bureaux d'étude, Organismes publics, etc.) impliquant près de 200 personnes, ont participé activement et efficacement à la première campagne du RMQS¹. Ils ont été formés à la méthodologie du RMQS et suivis durant toute la durée du partenariat, afin d'assurer la qualité et l'homogénéité des prélèvements et des observations.

La mise en place des 2195 sites du RMQS a nécessité le creusement et la description de 1669 fosses pédologiques et la réalisation de plus de 100 000 coups de tarière pour constituer les échantillons. Cette campagne a généré près de 25 000 échantillons représentant plus de 60 tonnes de terre. Tous ces échantillons ont été pris en charge et préparés par le Conservatoire des Sols de l'Inra d'Orléans. Plus de 160 000 analyses physico-chimiques ont été réalisées par le Laboratoire d'Analyses de Sols de l'Inra d'Arras, associé à

ce programme. Entre les descriptions de sols, les données d'enquête recueillies sur l'historique, l'occupation et le mode de gestion des parcelles, les relevés botaniques, la description de l'environnement des sites, les levés GPS² et les analyses de sols, près de deux millions de données issues du RMQS sont administrées dans la base de données nationale *Donesol*.

Les échantillons stockés au Conservatoire et les données associées contribuent à enrichir nos connaissances sur les sols français et l'évolution de leur qualité. Ils vont bientôt contribuer à la publication d'un rapport sur la qualité des sols de France. Cette source de données et d'échantillons suscite par ailleurs l'intérêt de nombreuses équipes de recherches. Ainsi de nouveaux programmes de recherche s'appuyant sur les échantillons et les données du RMQS voient le jour chaque année sur des thématiques variées relatives à la qualité des sols : évaluation de la biodiversité, caractérisation et déterminants de la diversité microbienne, répartition des pathogènes humains, évaluation des polluants organiques persistants (voir article p. 2), caractérisation biochimique par spectroscopie proche et moyen infrarouge, caractérisation des transferts sols-plante en éléments traces métalliques, mesures de radio-éléments, etc. Les applications potentielles sont innombrables. Elles feront vivre tous ces échantillons et les données associées, en attendant le démarrage de la deuxième campagne prévu en 2011.



Sites et profils de sols du RMQS

Claudy.Jolivet@orleans.inra.fr

¹ La liste des partenaires est consultable sur : www.gjssol.fr

² Global Positioning System

QUE RÉVÈLE LE RMQS SUR LA CONTAMINATION DIFFUSE DES SOLS ?

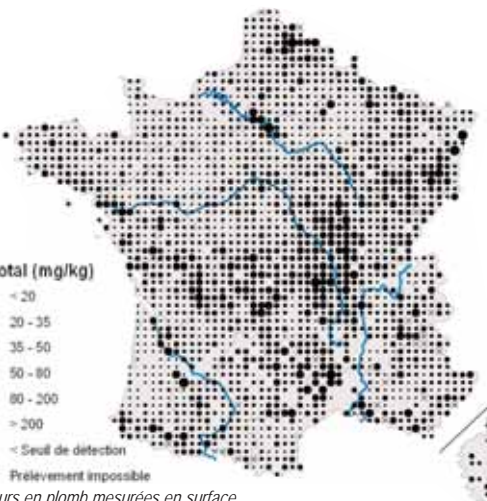
L'exploitation des analyses du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS), montre que les teneurs en éléments traces métalliques (ETM) des sols sont étroitement liées au fond pédogéochimique. Les contaminations diffuses régionales ressortent aussi nettement.

L'exploitation des analyses du programme RMQS produit actuellement les premiers résultats concernant la distribution spatiale des ETM à l'échelle du territoire national. Les ETM ont été mesurés sur les échantillons composites de surface¹ et de profondeur² des 2195 sites du RMQS : 8 après une extraction dite "totale" (Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Tl et Zn) et 6 après une extraction dite "partielle" à l'EDTA (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn).

Les premiers résultats montrent que les principaux déterminants de la distribution spatiale des ETM dans les horizons superficiels des sols sont leur teneur en argile et les variations dans la nature et la

minéralisation du matériau parental, correspondant au fond pédogéochimique. Une part importante de cette variabilité spatiale est expliquée par des contaminations diffuses d'origine anthropique (gradients régionaux), ou plus localisées. On observe, par exemple, un gradient régional de plomb très marqué autour de Paris et du Nord-Pas-de-Calais, particulièrement exposés aux contaminations liées à l'industrie et aux transports. On note de façon plus localisée des accumulations de cuivre et de plomb dans les zones viticoles.

A ces contaminations régionales, se surimposent des contaminations très locales, qui restent difficiles à caractériser à partir d'un dispositif de surveillance systématique à l'échelle nationale. La caractérisation du "bruit de fond", dépendant des fonds pédogéochimiques et des gradients de contamination diffuse, permet cependant de produire des valeurs "guides" régionalisées, qui renseignent sur la probabilité d'observer une teneur



Teneurs en plomb mesurées en surface

donnée en ETM. Les quantifications du poids de l'effet pédogéochimique et de celui des gradients de contaminations démontrent a posteriori le bien fondé et le potentiel du Réseau de Mesure de la Qualité des Sols.

Nicolas.Saby@orleans.inra.fr

¹ de 0 à 30 cm de profondeur
² de 30 à 50 cm de profondeur

LES PREMIERS RÉSULTATS DU PROJET POP-RMQS

Dans le cadre du premier plan d'actions 2006-2008 de l'Observatoire des résidus de pesticides¹ (ORP), l'Afsset² et l'Ademe ont financé une étude réalisée par l'Inra d'Orléans et le Gis Sol. Il s'agissait d'étudier la faisabilité de la caractérisation géographique de différents polluants organiques persistants (POPs) dans les sols français.

Dès les premiers travaux de l'Observatoire en 2004 (étude de faisabilité de l'ORP), les sols avaient été identifiés comme l'un des compartiments de l'environnement pour lequel le nombre de données était très insuffisant pour documenter les expositions de l'homme et de l'environnement.

L'Afsset a donc confié une étude à l'Inra d'Orléans et au Gis Sol, pour évaluer la possibilité de mettre en évidence d'éventuels gradients régionaux de contamination en POPs. L'étude a été conduite sur un périmètre réduit du territoire : une centaine d'échantillons ont été prélevés dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais, de

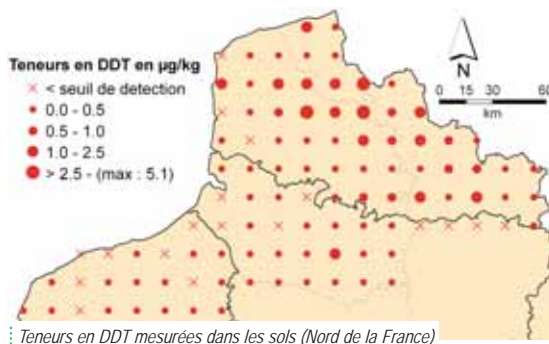
la Somme et de la Seine-Maritime et une centaine d'autres sur un transect ouest-est passant par Brest, Paris et Colmar (Cf. article Lettre du Gis Sol n° 15 - p.2). Différentes familles de POPs ont été recherchées : dioxines (PCDDs-polychlorodibenzodioxines), furanes (PCDFs-polychlorodibenzofuranes), polychlorobiphényles (PCBs), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), pesticides organochlorés (OCPs), triazines et phénylurées (herbicides).

Certains HAPs, OCPs et herbicides montrent des fréquences de détection élevées et des distributions spatiales quelquefois très

marquées (le lindane³ ou le DDT⁴ par exemple). Ils sont souvent centrés autour de zones très urbanisées, essentiellement dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Les départements plus agricoles tels que la Somme et la Seine-Maritime présentent des valeurs relativement plus faibles, contrairement à ce qui pouvait être attendu.

La généralisation de cette étude à l'échelle de la France entière permettrait de dresser une cartographie nationale et d'étudier les hypothèses sur leur origine (transports, dépôts atmosphériques...) et le cas échéant d'y associer une estimation des risques sanitaires pour les populations.

Olivier.Briand@afsset.fr



Teneurs en DDT mesurées dans les sols (Nord de la France)

¹ www.observatoire-pesticides.gouv.fr
² Afsset : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
³⁻⁴ Pesticides développés et utilisés en agriculture à partir des années 1940 et interdits en France en 1973 (DDT) et en 2007 (lindane)

LE RMQS TAILLÉ POUR L'EUROPE

La stratégie de prélèvement, tout comme les paramètres mesurés dans le cadre du réseau national, répondent aux critères proposés par le groupe de travail "ENVIASSO" pour la surveillance des sols au niveau européen.

Le programme de recherche ENVIASSO (ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring), financé par l'UE, a proposé une stratégie de surveillance des sols ainsi que des indicateurs pour mettre en évidence les dégradations des sols listées par la stratégie thématique européenne pour la protection des

sols (Cf. article Lettre du Gis Sol n°11). Ces experts préconisent d'avoir au minimum un site de surveillance pour 300 km² et d'échantillonner, tous les 10 ans, entre 100 m² et 1 ha en constituant un échantillon moyen à des profondeurs fixes (ex : 0-30 et 30-60 cm). Par ailleurs, les paramètres recommandés

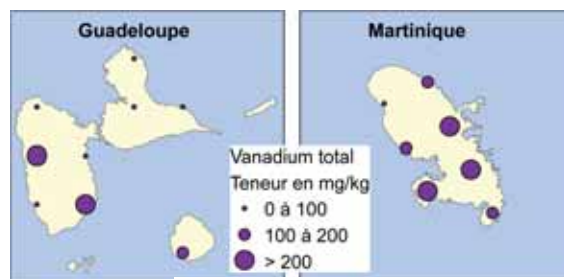
LE RMQS OUTRE-MER

Le patrimoine pédologique français inclut les sols tropicaux des Régions d'Outre-Mer. Le RMQS initié aux Antilles pourrait être étendu à la Réunion et à la Guyane.

Les sols des DOM insulaires sont jeunes, de 1000 à 100 000 ans et d'origine volcanique. Ceux de Guyane sont vieux de plusieurs millions d'années et formés aux dépens de roches granitiques. Le climat tropical humide aux températures élevées et pluies intenses altère les minéraux des roches tout en lessivant leur contenu initial en éléments nutritifs pour les plantes. Ces sols ont une fertilité plus fragile que ceux des régions tempérées qui bénéficient des produits du rabotage par les glaciers quaternaires, exposés à des pluies modestes. Certains sols des Antilles présentent des richesses particulières en éléments tels le vanadium ou le titane, qui constituent des traceurs de certaines éruptions volcaniques.

Le RMQS a débuté aux Antilles car :

- Les matrices minérales des sols y sont variées sur de courtes distances, selon leur âge et la pluviométrie. L'abondance et la nature des constituants argileux impriment aux sols des propriétés fonctionnelles contrastées. Le RMQS couvre ainsi des vertisols¹, ferralsols², nitisols³ et andosols⁴, aux propriétés hydrodynamiques et d'échange d'ions différentes. Leur étude minéralogique fine permettra d'évaluer la contribution des poussières transocéaniques à leur formation.
- Les fonds géochimiques en métaux, marqués par des concentrations hydrothermales projetées dans les cendres volcaniques, y sont mal connus, au contraire de la Guyane où les gisements miniers et la part géochimique naturelle de la pollution au mercure ont fait l'objet de nombreuses études.
- Les modes d'occupation y sont très divers, de la forêt aux cultures intensives. Leur impact sur l'évolution des stocks de carbone des sols



Teneurs en vanadium mesurées dans les Antilles (RMQS)

et sur leur pollution par des métaux exogènes et pesticides pourra être mesuré.

A la Réunion, le RMQS permettrait de dégager des spécificités : pas de contamination éolienne, fonds géochimique volcanique de "point chaud". La Guyane, vu l'étendue de la forêt, ferait l'objet d'une approche adaptée en réseau d'îlots.

Yves-Marie.Cabidoche@antilles.inra.fr
Michel.Brossard@ird.fr

¹Sols dont l'argile (smectite) induit le gonflement et le retrait suivant les saisons

²⁻³Sols à argiles (kaolinite, halloysite) et oxydes de faible capacité d'échange de cations

⁴Sols dont l'allophane, produit amorphe silicato-alumineux associé à la matière organique, leur confère des propriétés physico-chimiques originales

LE RMQS BIODIV : ÉTAT ET SURVEILLANCE DE LA BIODIVERSITÉ DES SOLS BRETONS

Le programme-pilote RMQS BioDiv a pour but d'établir un référentiel de la biodiversité des sols en Bretagne en lien avec les caractéristiques du milieu (pédologie, usages des sols). Il recense ainsi les principaux organismes du sol.

En 2002, la Commission Européenne a souligné l'intérêt de développer des recherches pour évaluer des indicateurs biologiques de la qualité des sols. En effet, l'étude de la biodiversité des sols est souvent négligée, alors qu'elle rend des services écosysté-

miques clés. Elle est impliquée dans plusieurs fonctions essentielles du sol : dynamique de la matière organique (cycle des nutriments), structure du sol, transfert et rétention d'eau, bioremédiation, etc.

C'est dans ce contexte que le projet RMQS BioDiv a été mis en place en 2005-2009 sur les 109 sites bretons du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS), dont 8 forestiers, 52 cultivés et 47 en prairies. Le projet a été coordonné par l'Université de Rennes et co-financé par l'ADEME, impliquant la participation de 12 organismes de recherche (Universités, Inra, IRD, INPL).

Les prélèvements ont été réalisés selon une procédure et des protocoles bien définis. Ils ont eu lieu en 2006 et 2007, entre le 15 février et le 25 avril, période la plus propice pour inventorier la biodiversité du sol en Bretagne. Un grand nombre de paramètres a été étudié : macrofaune¹ (lombriciens, macrofaune totale), mésofaune (collemboles et acariens), microfaune (nématodes),

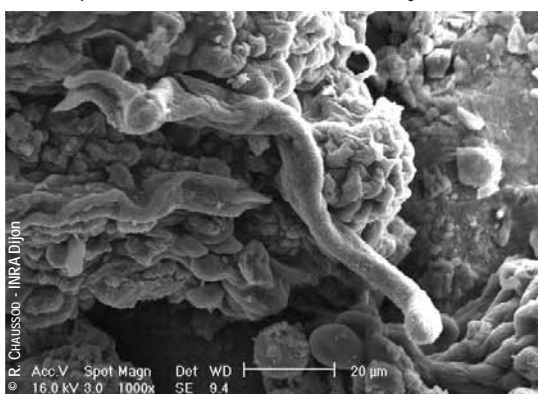
microflore² (biomasse microbienne, structure des communautés bactériennes, gènes fonctionnels) et paramètres d'activité de la faune du sol (Humus Index).

Les 80 000 données collectées ont été stockées dans la base de données "DonEcoSol". Les premiers résultats donnent un état de la biodiversité des sols en relation avec leurs usages et les paramètres pédo-climatiques. Il apparaît clairement que l'occupation des sols structure de manière importante tant la densité des communautés (microbienne, lombricienne, nématodes, collemboles) que leur composition spécifique et fonctionnelle. Ce projet va permettre de définir des valeurs-seuils rendant compte de la perturbation des milieux et *in fine* de construire des indicateurs de la qualité des sols.

Guenola.Peres@univ-rennes1.fr

¹organismes de taille supérieure à 4 mm

²organismes de taille inférieure à 0,2 mm

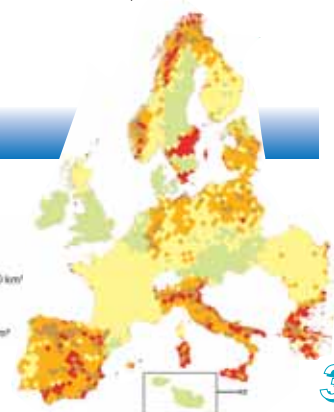


Champignons, levures et bactéries (microscopie électronique)

pour surveiller la perte de la matière organique et de la biodiversité, la contamination des sols et la compaction sont déjà mesurés ou en voie de l'être. L'exercice européen a néanmoins fait apparaître une disparité dans les méthodes de mesure de certains paramètres (ex : densité, éléments traces). Ainsi, il apparaît qu'hormis

pour l'érosion et la salinisation, les principales menaces sont ou pourront être couvertes par le réseau national, qui satisfait presque totalement aux exigences de ce groupe d'experts.

Antonio.Bispo@ademe.fr



SUR LE WEB : LES INDICATEURS " SOLS " SUR LE SITE DU SOeS

Des indicateurs "sols" peuvent être cartographiés et téléchargés via l'outil de cartographie interactive du SOeS (Service de l'observation et des statistiques - Meeddm).

Il s'agit de 3 indicateurs " sols " :

- l'aléa d'érosion des sols estimé à l'aide du modèle *Mesales*¹ (INRA) est disponible pour chacune des 4 saisons et pour une moyenne annuelle, au niveau des cantons et des départements ;
- le nombre de coulées boueuses de la base *Gaspar*² (Meeddm) est disponible selon 4 niveaux de restitution possibles (communes, cantons, départements et régions) ;
- le nombre de sites pollués de la base *Basol*³ (Meeddm) est disponible selon

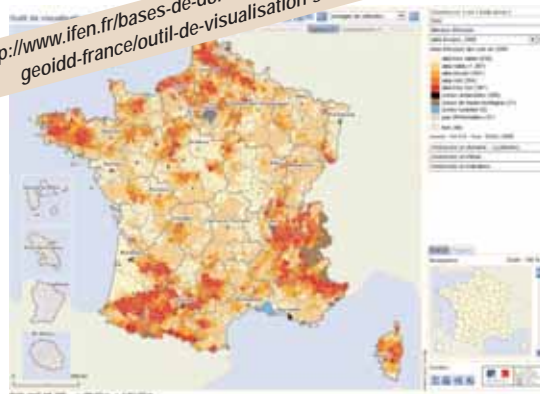
4 niveaux de restitution possibles (communes, cantons, départements et régions).

Ces indicateurs peuvent être affichés via l'outil de visualisation statistique. Dans l'interface, trois boutons à droite de la légende donnent accès :

- au "défilement automatique" pour afficher les 5 aléas de manière dynamique, offrant une vision diachronique du phénomène érosif des sols ;
- aux "informations" pour télécharger la fiche de métadonnées ou exporter les valeurs de l'indicateur ;
- aux "paramètres" pour modifier interactivement la légende avant impression ou export.

Bonne navigation.

<http://www.ifen.fr/bases-de-donnees/cartographie-interactive-geoid-france/outil-de-visualisation-statistique.html>



L'aléa d'érosion des sols par canton

Veronique.Antoni@developpement-durable.gouv.fr

¹ <http://erosion.orleans.inra.fr/index2.php>

² http://www.prim.net/professionnel/procedures_regl/avancement.html

³ <http://basol.ecologie.gouv.fr/>

AGENDA

Formation - Initiation aux bases de données Sols IGCS (Inventaire Gestion Conservation des Sols) : Cartographie de l'aléa d'érosion des sols, 12-13/11/2009 ; Société du Canal de Provence - 13182 Aix-en-Provence ; Pour en savoir plus : Jean-Claude.Lacassin@canal-de-provence.com, Tel : 04.42.66.71.72

9èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre, " Fertilisation et analyse de la terre : quoi de neuf en 2009 ? " ; COMIFER et GEMAS, Blois (Loir-et-Cher), 25-26/11/2009 ; Pour en savoir plus : secretariat-comifer@anpea.fr

2ème Appel à Propositions de Recherche dans le cadre du programme de recherche GESSOL 3 (Fonctions environnementales et gestion du patrimoine sol) du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer. Pour en savoir plus, courant novembre :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=860

Enquête en ligne du JRC d'Ispra sur le projet européen DIGISOIL. Il porte sur les nouvelles technologies de caractérisation des propriétés des sols à partir de mesures géophysiques (électriques, magnétiques, optiques, sismiques notamment). L'enquête vise à mieux connaître l'intérêt des utilisateurs potentiels.

Pour en savoir plus : <http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/projects/Digisoil/Survey.html>

PUBLICATIONS

European Commission, Rapport SoCo (Sustainable Agriculture and Soil Conservation) : Addressing soil degradation in EU agriculture: relevant processes, practices and policies. 332p. Téléchargement : http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eussoils_docs/other/EUR23767_Final.pdf



European Commission, Rapports finaux du programme ENVASSO (ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring), 7 volumes. Téléchargement : http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eussoils_docs/doc.html



Etude et Gestion des sols, Volume 16 - Numéro 3-4, 2009 AFES. Numéro thématique : Programme Ademe "Bioindicateurs de qualité des sols". 243p.



Mathieu, 2009. Les principaux sols du monde : Voyage à travers l'épiderme vivant de la planète Terre. 256p. Editions Tec et Doc - Lavoisier. Prix de lancement : 99 € (jusqu'au 31/12/2009). Pour en savoir plus : www.lavoisier.fr

Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols

Le Gis Sol a été créé en 2001. Il regroupe le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche (MAAP), le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) représenté par le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et l'Inventaire Forestier National (IFN). 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

La Lettre du Gis Sol

Directeur de la publication :

Valéry MORARD (co-président du Gis Sol)

Equipe de rédaction :

Véronique ANTONI
Dominique ARROUAYS
Antonio BISPO
Michel BROSSARD
Jean-Luc FORT
Jean-Claude LACASSIN
Stéphanie LUCAS
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
CS 40001-Ardon
45075 ORLEANS CEDEX 2
Tél : 02.38.41.48.27
Fax : 02.38.41.78.69
Courriel : infosol@orleans.inra.fr

Responsable Communication-édition

Véronique ANTONI
Courriel : Veronique.Antoni@developpement-durable.gouv.fr

Conception graphique :

Sacha DESBOURDES

DÉPÔT LÉGAL :
ISSN 1779-3742