

# L'information sur les sols en France :

quels outils disponibles pour quelles utilisations



Ce document est édité par l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA) avec la participation financière de la région Grand Est, de l'ADEME et du ministère en charge de l'agriculture via le compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural» (CASDAR). Il a été élaboré à partir des exposés présentés lors de la conférence Gis Sol - RMT Sols et Territoires 2016 «L'information sur les sols de France - Quels outils disponibles pour quelles utilisations» et d'interviews d'experts.



Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les sols (Gis Sol) coordonne depuis 2001 l'acquisition et la diffusion de l'information sur les sols de France. Il regroupe les ministères en charge de l'Agriculture (MAA), de la Transition écologique et solidaire (MTES), 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'Institut National de l'Information Géographique et forestière (IGN).

Par le biais de son site d'information sur les sols, le Gis Sol diffuse des connaissances sur les sols et stimule l'utilisation de ces informations pour la gestion de l'environnement et des activités humaines. Ce site propose différents modes d'accès aux informations sur les sols. Des services web facilitent l'extraction de données et la réalisation de cartes de sols personnalisées.

Le Réseau Mixte Technologique (RMT) Sols et Territoires a pour objet d'accroître et de valoriser la connaissance des sols, de l'exploitation agricole aux territoires ruraux.

Ce réseau associe une trentaine de partenaires de la recherche, du développement et de la formation. Il a été labellisé par le ministère en charge de l'Agriculture en 2010, puis renouvelé pour la période 2014-2018. Il agit en complémentarité du Gis Sol. En amont, le RMT Sols et Territoires développe des outils innovants de cartographie ou d'inventaire des propriétés des sols pour accroître la connaissance sur les sols, notamment en facilitant l'acquisition des données. En aval, il conçoit et transfère les méthodes de traitement des données sol adaptées aux problématiques agricoles et territoriales, il communique et assure des formations spécifiques et met au point des outils de diffusion et de valorisation des données sols sur les territoires.

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit. L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Depuis 1995, la Région Grand Est soutient le programme de l'ARAA et plus récemment la Chambre régionale d'agriculture dans son activité de cartographie, visant à porter à connaissance et à valoriser l'information sur les sols auprès des conseillers, agriculteurs, instituts techniques...

Cette connaissance a donné lieu à de nombreuses cartographies thématiques à la fois utiles pour la gestion agricole et l'action publique :

- imaginer et promouvoir des pratiques et des systèmes agricoles durables, performants et respectueux des ressources naturelles ;
- identifier et préserver les services écosystémiques liés aux sols dans les territoires ;
- supporter des études prospectives de développement territorial incluant l'agriculture et la foresterie et maximisant l'utilisation des ressources locales dans une perspective d'économie circulaire.

L'acquisition et le transfert de connaissances sont une priorité de la politique agricole de la Région Grand Est en vue d'assurer la mutation des systèmes de production et de répondre aux enjeux de l'agriculture d'aujourd'hui et de demain, à savoir : améliorer la productivité, s'adapter aux effets du changement climatique, réduire la dépendance aux ressources fossiles, et prendre en compte les attentes sociétales, notamment environnementales.

# Mode d'emploi

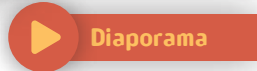
Ce document est interactif, il est composé de nombreux liens cliquables pour accéder à des compléments d'informations sous formes de vidéos, de diapositives, de sites Internet.

### Liens utiles

- Le SMIDDEST et les zones humides
- L'interface cartographique de l'estuaire de la Gironde
- Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides des guides



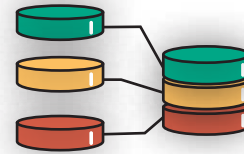
Interview



Diaporama



Sur chaque page, un pictogramme interactif permet d'accéder à la page de présentation des principaux programmes du Gis Sol et du RMT Sols



Son sommaire interactif permet d'accéder directement aux parties désirées

Sommaire	
Données sur les sols	p. 6
Le service de l'aménagement foncier	p. 11
Les zones de captage grâce à la pédologie	p. 13
Pédologie pour inventorier les zones humides	p. 15

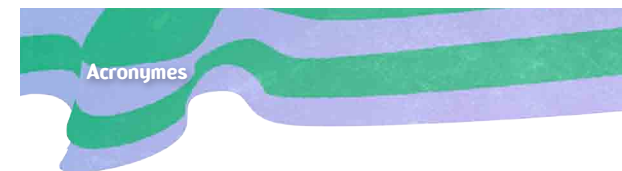


Vidéo Jérôme Mousset (ADEME)

Un bouton «retour au sommaire» facilite la navigation entre les fiches



A la fin de l'ouvrage, une liste d'acronymes facilite la compréhension des principaux termes techniques



Acta  
Association de coordination technique agricole

ADEME  
Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

Anataf  
Association nationale des agents territoriaux en charge de l'aménagement foncier

Araa  
Association pour la relance agronomique en Alsace

BDAT  
Base de données des analyses de terre

BDETM  
Base de données des éléments traces métalliques

Donesol  
Base de données nationales

EcoPlant  
Base de données phytoécologiques

ESPASS (Bilan)  
Effet de serre, polluants atmosphériques

FAO  
Organisation des Nations Unies

Genosol  
Plateforme GenoSol de l'écologie, la conservation, la caractérisation et la gestion des sols microbiennes des sols

**Le 23 septembre 2016, cinq ans après la publication du premier rapport sur l'état des sols de France, le Gis Sol et le RMT Sols et Territoires se sont associés dans le cadre d'un séminaire de partage d'expériences et de réflexions pour promouvoir l'utilisation de la connaissance sur les sols. Pour assurer la plus large diffusion possible des nombreux retours d'expériences ayant bénéficié des connaissances sur les sols et présentés à l'occasion de cet événement, ce document multimédia met en lumière toute l'étendue des applications agro-environnementales possibles.**

Réunissant les acteurs utilisateurs des informations sur les sols - élus, responsables et agents des services de l'urbanisme, de l'agriculture, de l'environnement, acteurs du monde agricole, de la forêt et des secteurs agro-alimentaires, bureaux d'études, chercheurs et enseignants, et associations environnementales - ce séminaire a été organisé autour d'**applications agro-environnementales variées** mobilisant des données sur les sols.

S'il fallait retenir **quelques mots clés**, connaissances, capitalisation, appropriation, territoires, aide à la décision, gestion durable des ressources en feraient partie.

**Connaissances**, car l'amélioration de celles sur les sols était nécessaire au-delà de la seule carte au 1/1 000 000 disponible dans la fin des années 1990. A partir des années 2000, les ministères en charge de l'Agriculture et de l'Environnement ont consacré à cet objectif 1,6 millions d'€ chaque année. Ces moyens peuvent sembler faibles au regard de ceux déployés pour d'autres milieux

tels que l'eau ; il est encore nécessaire de les conforter.

**Capitalisation**, au travers d'un système d'information national. Mis en œuvre par le Gis Sol, celui-ci permet de produire des référentiels et de partager les résultats, les méthodologies et les données publiques. Le RMT Sols et Territoires a contribué quant à lui, à harmoniser les référentiels régionaux pour favoriser une utilisation interrégionale.

**Appropriation**, pour que ces connaissances soient utilisées au mieux. Le Gis Sol contribue à faciliter le transfert de connaissances sur les sols, à diffuser les bonnes pratiques et les outils, participant ainsi à l'animation et à l'harmonisation des travaux de la communauté des sols en France. L'appropriation des résultats est facilitée par le partage d'outils communs, harmonisés. A titre d'exemple, le RMT Sols et Territoires a œuvré pour développer l'appropriation des données sols au travers de typologies « TypTerres » accessibles aux agronomes et aux agriculteurs et présentées dans ce document.

**Territoires**, car la connaissance des sols à l'échelle territoriale est indispensable pour construire des outils répondant aux problématiques locales. Avec l'achèvement imminent des référentiels régionaux pédologiques du programme Inventaire, gestion et conservation des sols (IGCS), un ample déploiement d'applications agro-environnementales variées sur la majeure partie du territoire national devient désormais possible.

**Aide à la décision**, les questions d'aménagement foncier, de services écosystémiques, de production de biomasse, d'enjeux de

préservation de la biodiversité ou de la ressource en eau sont incontestablement liées aux sols. La prise en compte des sols par les parties prenantes de la gestion des sols demande à poursuivre leur intégration dans des outils d'aide à la décision adaptés.

**Gestion durable des ressources**, la préservation des sols est au cœur de grands enjeux environnementaux et sociétaux. Les sols sont des intégrateurs de la durabilité des milieux, des ressources et des capacités de productions de ressources renouvelables - principalement pour la production alimentaire mais également pour l'énergie et les produits biosourcés.

**Ces six mots clés doivent être déclinés à différentes échelles.** En France, le Gis Sol constitue un pilier central, assurant un support aux efforts locaux et nationaux en matière de constitution et d'utilisation de la connaissance sur les sols dans une approche globale. Quant au RMT, son rôle charnière lui permet de développer des interactions et des valorisations au plus près des préoccupations des acteurs régionaux et locaux.



Vidéo d'introduction  
Jérôme Mousset (ADEME)

**Ce document multimédia, dont la conception a été pilotée par l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace avec le soutien de l'ADEME, fournit aux utilisateurs potentiels des bases de données « sols » un large éventail des utilisations possibles. Il reprend les différentes contributions au séminaire, complétées de nouvelles applications et, surtout, de nombreux témoignages d'acteurs. Ce webdocument mérite une large diffusion, pour contribuer plus encore à la prise en compte des sols dans les décisions d'aménagement ou de gestion agricole et environnementale.**

## Les animateurs du RMT Sols et Territoires

Jean-Luc Fort  
Chambre d'agriculture Nouvelle Aquitaine

Antonio Bispo  
Unité Infosol INRA

Joëlle Sauter  
Chambre d'agriculture Grand Est

## Les co-présidents du Gis Sol

Pierre Schwartz  
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

Valéry Morard  
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

## Sommaire

Accéder aux données sur les sols	p. 6
La pédologie au service de l'aménagement foncier	p. 11
Mieux délimiter les zones de captage grâce à la pédologie	p. 13
Un guide méthodologique pour inventorier les zones humides	p. 15
Intégrer le stockage de carbone dans les bilans GES des territoires	p. 17
TypTerres : une typologie de sols prenant en compte les attentes des agronomes	p. 19
Ajuster la fertilité des sols cultivés	p. 21
Développer des diagnostics de la qualité biologique des sols	p. 23
Estimer le réservoir d'eau maximum dans les sols	p. 25
Les sols forestiers, déterminants de la ressource bois	p. 27
Développer des référentiels sur les sols de Guyane pour mieux les préserver	p. 29

# Accéder aux données sur les sols



## Marion Bardy

Directrice de l'unité INRA InfoSol de 2011 à 2017 chargée de la mise en œuvre des programmes du Gis Sol, Co-animatrice du RMT Sols et Territoires

«L'ENRICHISSEMENT DES BASES DE DONNÉES EST ESSENTIEL POUR FAIRE AVANCER LA CONNAISSANCE DES SOLS»

## En un clin d'oeil

Le Gis Sol conçoit, oriente et coordonne le programme d'inventaire géographique des sols et ceux relatifs au suivi de leurs propriétés et de l'évolution de leurs qualités. Ces programmes alimentent le système d'information national sur les sols, infra-structure de mise à disposition de données constamment mises à jour. La richesse des données sur les sols ainsi acquises et capitalisées par le Gis Sol, en lien étroit avec le RMT Sols et Territoires, autorise d'ores et déjà l'élaboration d'applications thématiques agro-environnementales variées présentées dans ce document.

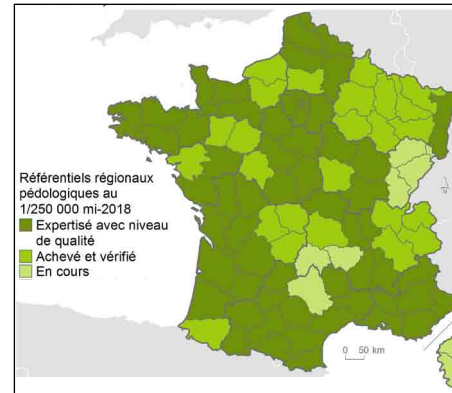
## Les données et bases de données

Un effort accru de collecte des données sol et des financements associés a été mené dans le cadre du **programme national d'inventaire et de cartographie des sols à diverses échelles (IGCS)**. La couverture du territoire national au 1/250 000<sup>ème</sup> est quasi-exhaustive, en cohérence avec les exigences de la révision du zonage des zones défavorisées simples qui a nécessité une description homogène des sols et de leur répartition géographique. Par ailleurs, des efforts de finalisation de cartes en cours et de numérisation ont permis d'accroître la disponibilité des données à l'échelle du 1/100 000<sup>ème</sup>. L'acquisition des données à l'échelle du 1/50 000<sup>ème</sup> dans les régions Ile-de-France et Centre notamment, a également été soutenue.

Concernant la surveillance des sols, le **Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)** qui comporte 2 200 sites au niveau national, a été enrichi par des nouveaux jeux de données, notamment sur les polluants organiques persistants, l'arsenic, le mercure et sur la biodiversité. En 2016, le lancement de la 2<sup>ème</sup> campagne de prélèvements sur ce réseau permettra de révéler des évolutions de la qualité des sols.

Depuis cinq ans, le nombre de descriptions et de résultats d'analyses capitalisés au sein du **système d'information national sur les sols (Donesol)** a doublé. A titre d'illustration, ce sont désormais les résultats de 2,7 millions d'échantillons rassemblés dans la Base de Données d'Analyse de Terre (BDAT), 70 000 descriptions de profils de sols et 97 000 sondages tarières enregistrés dans la base de données DoneSol.

## État d'avancement des inventaires sur les sols en France, au 1/250 000<sup>ème</sup>, mi-2018



Source : Gis Sol - IGCS, 2018  
Traitements : SDES, 2018

Un **conservatoire européen des échantillons des sols**, construit à Orléans, permet de stocker les prélèvements de terre réalisés et analysés lors des descriptions de profils sur les sites RMQS. Ces échantillons de sols peuvent être mis à la disposition de la communauté scientifique.

S'agissant des données élaborées à partir des données collectées, de nouvelles cartes ont été produites notamment sur les polluants organiques persistants, sur la diversité microbienne, sur la biodisponibilité des métaux, ainsi que sur le carbone.

## Chiffres clés du Gis Sol

- **Plus de 450 demandes** annuelles d'accès aux données « sol » :
  - la moitié des demandes issues d'organismes publics (dont organismes de recherche)
  - 1/4 des demandes issues de bureaux d'études
  - l'accès aux données IGCS représente près de la moitié des demandes
- **Plus de 5 millions** de données saisies dans DoneSol
- **Plus de 50 000 000 ha** cartographiés par le programme IGCS (dont outre-mer)
- **Plus de 40 partenaires** régionaux mobilisés pour inventorier et surveiller les sols, sans compter les laboratoires d'analyse
- **60 tonnes de terre** échantillonnées et stockées au conservatoire des sols suite à la première campagne du RMQS (soit près de 100 000 échantillons)
- **Près de 200 sites** échantillonnés tous les ans pour la deuxième campagne du RMQS (depuis 2016)
- **30 millions d'analyses** enregistrées dans la BDAT à partir de 2,7 millions d'échantillons



**Antonio Bispo**

Directeur de l'unité INRA InfoSol depuis 2017  
chargé de la mise en œuvre des  
programmes du Gis Sol,  
Co-animateur du RMT Sols et Territoires

**«LES PROGRAMMES QUE  
NOUS ANIMONS REPOSENT  
SUR L'IMPLICATION  
DE NOS PARTENAIRES»**

## Les programmes

### RMQS

Le Réseau de Mesure de la Qualité des Sols repose sur le suivi de 2200 sites répartis uniformément sur le territoire français (métropole et outre-mer), selon une maille carrée de 16 km de côté. Des prélèvements d'échantillons de sols à diverses profondeurs, des mesures et des observations sont effectués tous les dix à quinze ans au centre de chaque maille. La première campagne (2000 à 2009) était axée sur la contamination des sols, la seconde (2015 à 2026) sur le changement climatique et la biodiversité. Les résultats de la première campagne sont consultables grâce aux Webservices.



### Conservatoire européen des échantillons des sols

Le Conservatoire établi à Orléans accueille, prépare, gère et stocke les échantillons de sols issus de différents programmes nationaux et européens d'inventaire et de surveillance de la qualité des sols. Il a notamment pour mission d'établir un référentiel d'échantillons de sol, reposant sur une collection de plusieurs dizaines de milliers d'échantillons géo-référencés et représentatifs de la variété des sols français et de leurs occupations. Des analyses complémentaires des échantillons sont rendues possibles, par cette banque d'échantillons pour détecter et corriger d'éventuelles dérives analytiques. En effet, les méthodes d'analyses changent avec le temps, les techniques s'améliorent et les seuils de détection s'abaissent. Des demandes de mise à disposition d'échantillons pour des travaux de recherche sont possibles.

### IGCS



Le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols vise à identifier, définir et localiser les principaux types de sols d'un territoire, et à caractériser leurs propriétés. Il comporte trois principales échelles spatiales allant des secteurs de référence avec des échelles inférieures au 1/50 000<sup>ème</sup>, aux Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) au 1/250 000<sup>ème</sup>. Ce programme est mené en collaboration avec de très nombreux partenaires régionaux ou départementaux. Il conduit à la production de cartes numérisées associées à une base de données relationnelles.

### BDETM



La Base de Données en éléments traces métalliques rassemble plus de 73500 analyses issues de deux collectes nationales, initiées par l'ADEME et réalisées par l'Inra en 1998 et en 2009. Elle comporte notamment les analyses des métaux Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn sur des échantillons de sols prélevés en surface (horizons labourés) des terrains agricoles susceptibles de recevoir des épandages de boues de station d'épuration urbaine.



### BDAT

La base de données des analyses de terre rassemble les résultats des analyses de 2,7 millions d'échantillons d'horizons de surface de sols cultivés. Elle est alimentée avec la collaboration de laboratoires d'analyses de terre agréés par le ministère chargé de l'Agriculture. Elle regroupe au total 31 paramètres permettant d'évaluer les propriétés physico-chimiques des sols. Les données sont agrégées par unités administratives ou petites régions agricoles et par périodes de cinq ans. Elles sont interrogeables sur le site du Gis Sol grâce à l'outil Geosol.





Jean-Luc Fort

Co-animateur du RMT Sols et Territoires

«RENDRE LES DONNÉES SOLS ACCESSIBLES POUR DIFFÉRENTS PUBLICS EST UN ENJEU CENTRAL»



### Les portails d'information

Le site web du Gis Sol présente une interface à l'ergonomie simplifiée et permet un accès direct aux outils ainsi qu'aux données produites dans le cadre du Gis Sol. Avec Donesolweb, la saisie des données peut être personnalisée. Autre évolution : des outils d'export des données sont désormais disponibles.

Le Gis Sol a aussi fait évoluer son outil de cartographie en ligne Géosol. Chaque internaute peut produire lui même ses cartes de propriétés des sols en choisissant le paramètre, le niveau d'agrégation, la période concernée et le type de statistiques. Il peut également personnaliser le seuil de la légende et réaliser des exports personnalisés sous formes de tableaux ou de cartes.

Le RMT Sols et Territoires a mis en production

### Les plateformes Websol

Les plateformes Websol déployées dans le cadre du RMT Sols et Territoires donnent accès aux données issues du programme IGCS et en particulier les Référentiels Régionaux Pédologiques, sous différentes formes :  
- des interfaces d'interrogation et de publication pour faciliter l'accès aux données ;  
- des services webs cartographiques pour intégrer les référentiels dans les SIG bureautique ou Web.

En l'occurrence, plusieurs plateformes ont été mises en production en Alsace, en Bourgogne, en Bretagne, dans le Loiret et en Rhône-Alpes.

### Géosol

Geosol est l'outil de visualisation des statistiques issues des données de la BDAT stockées dans le système d'information décisionnel. L'internaute peut choisir l'élément, le découpage géographique (canton, petite région agricole, département...), la période souhaitée, le type de statistique (médiane, moyenne, écart types...). L'outil génère la carte et propose également une exportation des données sous forme de tableau ou de fiche récapitulant carte et légende.

l'outil Websol pour visualiser les cartes de sol issues du programme IGCS et les interroger. Deux modes d'usages sont possibles. Le mode grand public permet de consulter des cartes des sols tandis qu'un accès réservé, permet de formuler des requêtes, d'obtenir les caractéristiques des types de sols qui composent les unités cartographiques de sol à diverses profondeurs. Cartographier différents paramètres sur un territoire est ainsi grandement facilité.

Le Gis Sol propose en outre des services web inter-opérables, avec des recherches par mot clé. Ces services permettent de visualiser des cartes, de consulter leurs métadonnées et autorise l'intégration dans différentes interfaces comme GEOIDD, le géoportail ou un système d'information géographique (SIG) en local.

### Le système d'information national sur les sols

Le système national d'information sur les sols est constitué de trois grandes composantes :

- un regroupement de l'ensemble des systèmes d'information opérationnels, couplé avec un outil de vérification de la qualité des données, pour stocker les données issues des différents programmes du Gis Sol ;
- un système d'information décisionnel, qui permet de transformer les données pour les rendre prêtes à l'emploi, sous des formats simplifiés et harmonisés, pour faciliter le croisement de ces données et produire des informations pertinentes pour la prise de décision ;
- un système d'informations géostatistiques, qui capitalise les scripts de traitements des données et les résultats des données traitées.

Cette nouvelle structuration facilite la mise à disposition des données et leur mise à jour. Leur appropriation devient plus aisée grâce à la simplification des formats. Cela améliore le contrôle et la traçabilité, notamment sur les transformations faites sur les données. Les mises à jour des bases de données d'entrée permettent d'actualiser aisément les cartes produites grâce à ces données.





## Accéder aux données sur les sols (suite)

### L'accompagnement des utilisateurs

Les principaux outils d'accompagnement pour saisir les données sont le dictionnaire de données et le guide de saisie actualisés et mis en ligne en 2016. Un tutoriel vidéo et une assistance viennent compléter le dispositif.

Le RMT Sols et Territoires a par ailleurs développé la base de données APPLICASOL. Couplée à une interface de recherche, elle permet de recenser toutes les applications thématiques déjà réalisées à partir des données sols. Un nouvel utilisateur souhaitant utiliser les données pour une application thématique particulière, peut ainsi vérifier si des traitements similaires ont déjà été réalisés à partir de ces mêmes données sur un autre territoire. Auquel cas, il peut prendre contact avec les personnes qui ont déjà développé des méthodes de traitement des données.

Le RMT Sols et Territoires et les éditions Educagri ont édité conjointement un manuel pédagogique présentant de multiples exemples d'utilisation des données sur les sols.



### Les supports de communication

Les supports de communication du Gis Sol peuvent être généralistes ou thématiques. Ils sont co-produits par différents membres du Gis Sol.

Une série de posters présentant les programmes du Gis Sol est également disponible par téléchargement.

### Les perspectives...

- enrichir l'offre en ligne, dont les services Web ;
- afficher des informations sur les sols sur le Geoportail de l'IGN ;
- renforcer le dialogue avec les utilisateurs, pour appuyer la prise en main thématique des données ;
- poursuivre l'enrichissement des bases de données et leur valorisation ;
- développer des méthodes de cartographies numériques pour aller plus loin dans l'utilisation des données.

### Liens utiles

- Sols de Bourgogne
- Sols de Bretagne
- Sols de la région Centre
- Dossier thématique sur les sols
- Gis Sol



Un guide d'utilisation des bases de données sol produit par le Gis Sol et le RMT Sols et Territoires vise à accompagner les utilisateurs de SIG à produire des cartes thématiques à partir des bases de données sols.







# La pédologie au service de l'aménagement foncier



Interview



Diaporama



**Mireille Hurst**  
Chef d'unité  
aménagement foncier



**«L'ÉTUDE PÉDOLOGIQUE EST UNE BASE OBJECTIVE ET EFFICACE POUR L'AMÉNAGEMENT FONCIER ET ELLE LIMITE LES RECOURS EN CONTENTIEUX»**

## Les coûts :

entre 60€/ha et 100€/ha pour l'étude pédologique au 1/10 000<sup>ème</sup>, soit un surcoût de 1% à 2% du coût global pour un classement de terre

## En un clin d'oeil

Le Conseil départemental du Haut-Rhin a commandé une étude pédologique pour évaluer scientifiquement la qualité des sols des parcelles agricoles faisant l'objet d'un aménagement foncier. L'expertise du pédologue, unanimement reconnue par les agriculteurs concernés, a grandement facilité l'obtention d'un *consensus* dans l'exercice des équivalences des terres agricoles.

Les décisions administratives gagnent en crédibilité lorsqu'elles s'appuient sur une expertise de terrain. Les tensions entre les agriculteurs et l'administration, ou entre agriculteurs eux-mêmes, généralement occasionnées par cette procédure laissent la place à une concertation apaisée. Outre les gains de temps et d'efficacité, cette initiative unique en France présente le mérite de mettre à disposition de la collectivité des données sur les sols qu'elle pourra encore utiliser pendant 50 ans à 100 ans,



Visite de terrain avec les exploitants agricoles pour établir le classement des terres.

## Le cadre

Depuis 2006, le Conseil départemental a la compétence de l'aménagement foncier. Ainsi, à l'occasion d'un projet d'infrastructure de grande ampleur (autoroute, ligne à grande vitesse...), le Département doit aboutir à un nouveau plan cadastral où, à l'issue de l'opération d'aménagement foncier, chaque propriétaire impacté par le projet retrouve une même surface de terre à 10% près, dotée de la même valeur de productivité à 1% près, répartie sur un nombre plus restreint d'îlots. Cette phase, appelée «équivalences des terres agricoles», fait régulièrement l'objet de recours juridiques.

En effet, dans le cadre d'un aménagement foncier, l'usage veut que ce soit les agriculteurs qui, après discussion et obtention d'un *consensus*, définissent la productivité relative de leurs terres respectives. L'administration veille au bon déroulement de cette méthode empirique, qui est sujet à débat entre agriculteurs et fait souvent l'objet de contentieux. Par le passé la notion d'éloignement des parcelles pesait beaucoup dans la note, ce qui aujourd'hui se justifie bien moins et il apparaît important d'objectiver la qualification de la valeur de productivité.

## L'étude pédologique comme outil d'aide à la décision

Afin de limiter les recours au tribunal administratif, une étude pédologique peut servir d'outil d'aide à la décision. Elle permet d'établir sur des bases scientifiques, à par-

tir de paramètres objectivables, la qualité réelle des sols.

Grâce aux informations disponibles dans les bases de données et les cartes pré-existantes (1/50 000<sup>ème</sup>), complétées par des observations de terrain (sondages et profils de sol), le pédologue réalise une étude des sols, qu'il transpose ensuite sous forme de classement des sols, pour aboutir au final à un classement des terres.

Pour l'heure, la méthode semble efficace. Sur les cinq projets d'aménagement foncier mené par le Conseil départemental du Haut-Rhin a mené suivant cette méthode, aucun n'a fait l'objet de contentieux auprès du tribunal administratif. Par ailleurs, cette procédure facilite les échanges entre exploitants agricoles. Les négociations se font plus rapidement, dans une plus grande transparence et limitent d'éventuels biais spéculatifs dans les équivalences de terres.

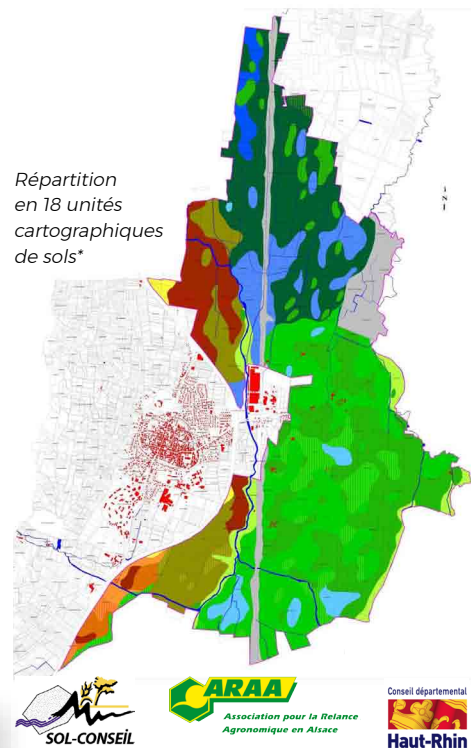
En Belgique et en Allemagne, le recours à une étude pédologique est juridiquement obligatoire avant tout aménagement foncier. En Belgique, une telle étude pour le classement des terres représente 5 à 10 % du budget global d'un aménagement foncier. En France, l'initiative du Haut-Rhin est saluée par les autorités publiques d'autant plus que les données sols recueillies peuvent servir à d'autres usages ultérieurement. Mais le surcoût de l'étude semble encore être un frein pour reproduire la pratique dans d'autres territoires.





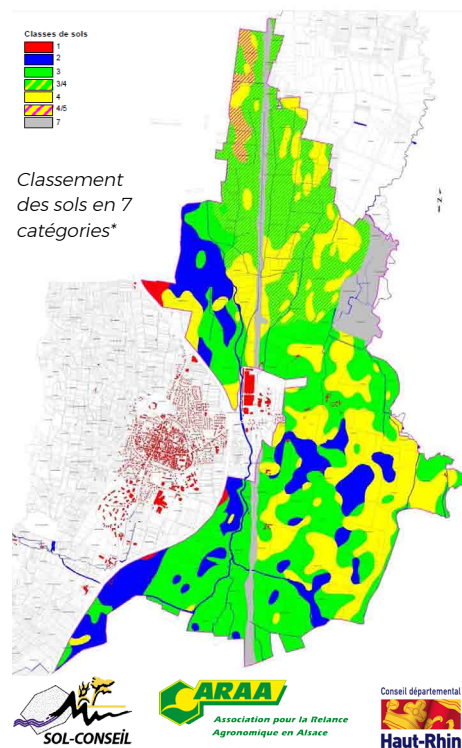
## De l'étude des sols...

En prenant en compte plusieurs paramètres d'influence sur les potentiels de production en grande culture des sols (pH, hydromorphie, réservoir utile en eau, état calcique (d'acide à calcaire), relief, position en zone de lisière de bois qui influe sur la température et l'humidité, etc.), le pédologue propose dans un premier temps une cartographie des sols.



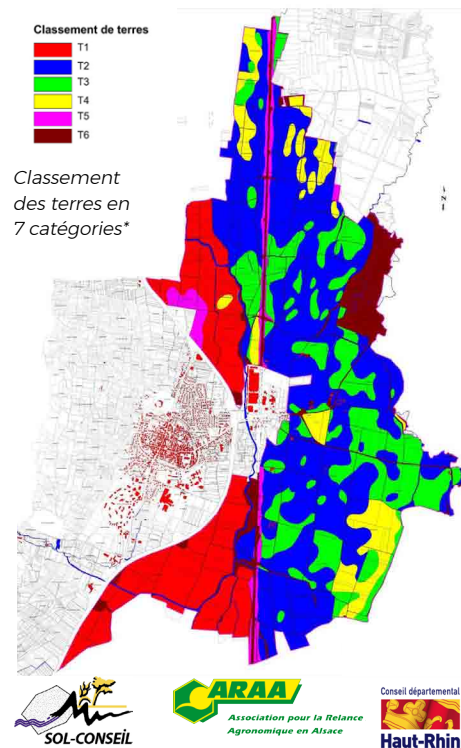
## ... au classement des sols ...

Afin de répondre aux exigences de la Commission communale d'aménagement foncier (CCAF), l'étude des sols est ensuite transposée en un classement des sols notés entre 1 et 7 : la classe 1 désignant la qualité de la parcelle la plus productive du périmètre de l'aménagement foncier.



## ... au classement des terres.

Le classement des terres est réalisé à partir d'une parcelle étalon qui obtient la note maximale T1 correspondant à 10 000 points puis les 5 classes suivantes sont déterminées à partir de cette base imposée. Après concertation et visites sur le terrain, la CCAF conclut sur un classement des terres définitif qui fixe les règles d'équivalences entre exploitations et permet d'encadrer l'échange des parcelles.



## Des compétences complémentaires

Le pédologue ne se substitue nullement au géomètre pour le classement des terres. Il en est un partenaire privilégié et la conjugaison de leurs expertises facilite le déroulement du processus.

## Les perspectives

L'ANATAF (Association nationale des agents territoriaux en charge de l'aménagement foncier) forte de 60 départements, dont Mireille Hurst est présidente, organise avec le Centre National de la Fonction Publique Territoriale (CNFPT) des formations avec des pédologues et peut être force de proposition pour rédiger des amendements au code rural. À terme, il serait intéressant de légiférer sur la prise en compte de l'étude pédologique dans la procédure d'aménagement foncier.

### Liens utiles

Classement des sols et classement des terres pour l'aménagement foncier

Classement des terres selon le potentiel agronomique dans le département de l'Indre

Références du code rural

Illustration pour une commune alsacienne de la méthode développée par Sol Conseil et inspirée des méthodes appliquées en Belgique, Allemagne et Suisse.

\* Cartographies réalisées par Sol Conseil Strasbourg





# Mieux délimiter les zones de captage grâce à la pédologie



Interview



Diaporama



**Joël Moulin**  
Pédologue



**«L'IMPORTANT, C'EST LA PLURIDISCIPLINARITÉ : FAIRE PARLER L'HYDROGÉOLOGUE, LE PÉDOLOGUE, LES ÉLUS ET LES PAYSANS»**

## Les coûts :

5500€ (sur le secteur du Maillet)

## En un clin d'oeil

Le syndicat intercommunal des eaux du Val de Creuse a fait appel aux services d'un pédologue de la Chambre d'agriculture pour délimiter avec précision le périmètre de la zone de captage. Les analyses de sol ont permis d'ajuster la zone impactée à seulement 45 % de la surface initialement calculée par l'hydrogéologue. Cela a considérablement réduit le nombre d'agriculteurs impactés. Ce travail de terrain a également facilité le dialogue quand il a ensuite fallu proposer des changements de pratiques aux agriculteurs.

## Le cadre

La loi oblige à définir le périmètre de protection des zones de captage d'eau. Si la parcelle d'un agriculteur se trouve dans cette zone, ce dernier doit alors s'assurer que ses pratiques sont cohérentes avec la préservation du sol et de la qualité des eaux souterraines. Il peut donc être amené à modifier ses intrants ou ses techniques de production, voire dans certains cas à réviser totalement son modèle économique. Ce travail de délimitation de l'aire d'alimentation d'un captage revêt donc une importance cruciale pour les acteurs économiques du territoire agricole concerné.

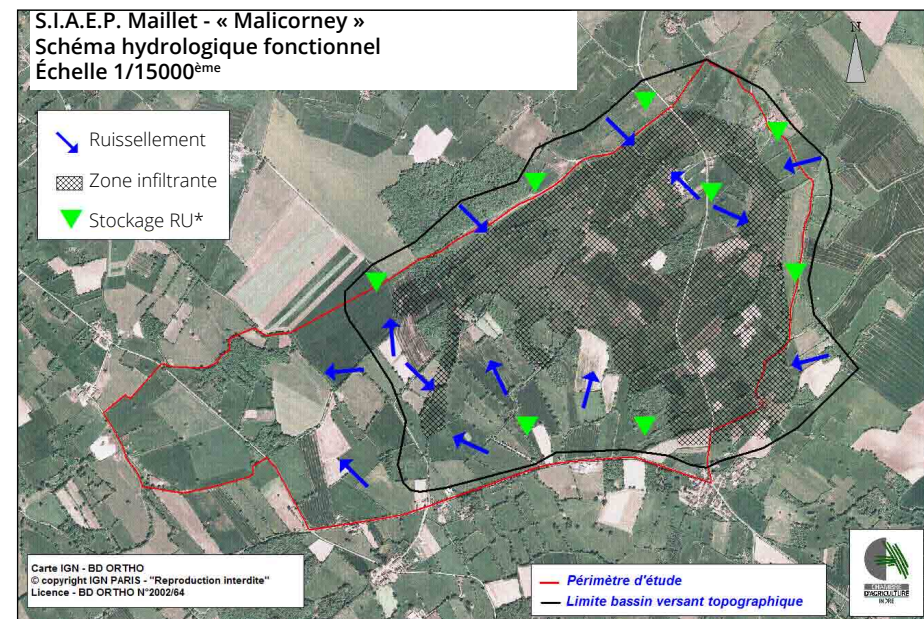
Or, dans certains terrains complexes comme c'est le cas ici, le regard de l'hydrogéologue qui connaît parfaitement la circulation de l'eau en profondeur, mais beaucoup moins le rôle de filtre du sol, est imprécis. L'hydrogéologue tend en effet à surestimer la surface réelle de la zone de captage, quand l'approche du pédologue permet d'affiner ces travaux. Si ce dernier est aussi capable de faire le lien avec les pratiques des agriculteurs, sa contribution peut leur être d'une grande valeur ajoutée.

## En détails

Lors de la première délimitation de la zone de captage, la surface était estimée à 350 ha. Il fallait confirmer cette information, la rendre irréfutable pour éviter toute remise en cause par les agriculteurs. Se contenter d'une approximation aurait été contre-productif, car cela aurait occasionné une certaine résistance aux changements de pratiques. C'est pourquoi le recours aux services d'un pédologue de la Chambre d'agriculture a été requis et cette initiative s'est avérée une double réussite.

Cela a permis de réévaluer plus précisément les estimations de l'hydrogéologue. Après avoir exploité les données de surface (sols, géologie,

relief, occupation du sol, etc.) et effectué des relevés de terrain complémentaires, des tests de perméabilité ont été menés sur différentes parcelles. Les travaux ont révélé que la zone de captage réelle était de 150 ha. Ce nouveau calcul, plus juste et plus précis, impactait un nombre beaucoup plus restreint de parcelles et d'agriculteurs. Cette différence s'explique notamment par l'identification de larges bandes de sols lessivés, qui présentent une relative imperméabilité et donc une protection des eaux souterraines. Les sols jouent un rôle important, en particulier dans les situations de nappes d'eau libres ou semi-captives.



\* pages de sol dont la fonction est de stocker l'eau de manière significative





SYNDICAT  
INTERCOMMUNAL  
DES EAUX DU  
VAL DE CREUSE

### Daniel CALAME

Paysan, maire de Saint  
Plantaire,  
Président du syndicat  
intercommunal des eaux du  
Val de Creuse

**«FAIRE APPEL À UN  
CONSEILLER AGRONOME  
PÉDOLOGUE DE LA  
CHAMBRE FACILITE LE  
CONSENTEMENT QUAND IL  
FAUT ENSUITE DEMANDER  
AUX PAYSANS DE MODIFIER  
LEURS PRATIQUES»**



### L'accompagnement aux changements de pratiques

Les paysans ont été impliqués très en amont du projet, dès la collecte des données. Le travail effectué sur leurs terrains avec le pédologue leur a permis de mieux connaître la nature de leurs sols et surtout de devenir partie prenante du projet. Un consensus autour de la délimitation s'est ainsi mis en place tout naturellement.

Dans le même temps, des enquêtes sur leurs pratiques culturales ont permis d'inventorier précisément des usages sur le territoire et notamment ceux non adaptés à la zone de captage. Il fallait par exemple expliquer que le stockage du fumier au champ ou à l'hivernage

des bovins n'était pas adapté puisqu'il conduit à une concentration des déjections et donc à des risques de transfert de nitrates et de contamination bactériologiques des eaux. Les agriculteurs et le pédologue ont cherché conjointement des solutions alternatives pour respecter les contraintes liées à la zone de captage tout en impactant le moins possible les exploitations. Ces nouvelles pratiques ont été rapidement intégrées et mises en oeuvre.

### Les perspectives

Le cahier des charges de cette opération peut être réutilisé pour des travaux comparables après adaptation préalable du document au contexte local.



© J. Moulin - Chambre d'agriculture de l'Indre

### La base de données sur les sols, l'outil du pédologue



### Interview

Les bases de données sur les sols intègrent plus d'une centaine de paramètres différents. Cette richesse d'informations confère aussi aux bases de données une certaine complexité. Le pédologue est formé pour appréhender le très grand nombre de critères qui peuvent influencer sur la qualité d'un sol. En fonction des besoins exprimés, il sait quels paramètres prendre en compte et quelles données complémentaires collecter sur le terrain pour adapter au mieux les pratiques.

### Liens utiles

Centre de ressources pour les aires d'alimentation de captages

Captage d'eau potable : l'Agence Française pour la biodiversité se mobilise

Diagnostic des transferts de contaminants à l'échelle du bassin versant

Connaissance des sols sur les aires d'alimentation de captages

Chambre d'agriculture de l'Indre

Contact : [j.moulin@indre.chambagri.fr](mailto:j.moulin@indre.chambagri.fr)





# Un guide méthodologique pour inventorier les zones humides



Interview



Diaporama



**Diane-Laure Sorrel**  
Chargée de mission zones humides et bassins versants



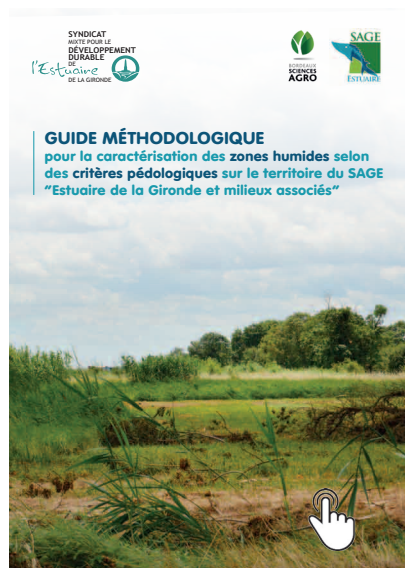
**«LES BUREAUX D'ÉTUDES DOIVENT MONTER EN COMPÉTENCES EN MATIÈRE DE PÉDOLOGIE»**

## Les coûts :

hors impression : 4 300 €  
dont 1 500 € de frais d'études

## En un clin d'oeil

Le Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde et Bordeaux Sciences Agro se sont associés pour co-rédiger un guide méthodologique pour la prise en compte des milieux humides dans les projets de territoire du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Ces travaux ont pour but de mieux inventorier les zones humides de la Gironde et de renforcer les compétences des bureaux d'études environnementaux sur la prise en compte des critères pédologiques pour caractériser les zones humides.

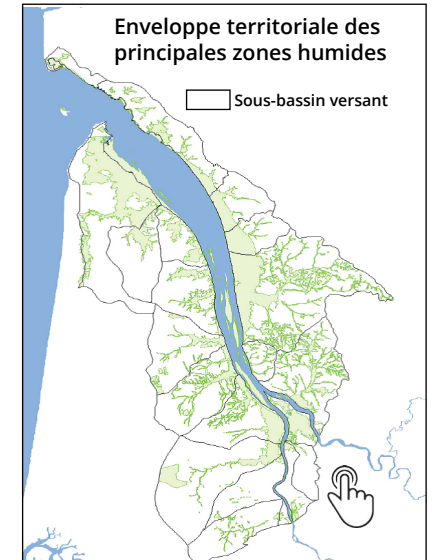


## De quoi parle-t-on?

Les zones humides correspondent aux terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire. La végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. Les sols, par leur aspect, traduisent la présence plus ou moins prolongée de l'eau et c'est pourquoi l'observation des sols et en particulier de leur hydromorphie fait partie des critères d'identification des zones humides.



Sur les échantillons du bas relatifs à une saturation régulière en eau, les taches d'oxydoréduction gris et rouille traduisent un certain type d'hydromorphie.



## Le cadre

L'estuaire de la Gironde est le plus vaste en France : il mesure 150 km de long et 12 km de large à l'embouchure. C'est à la fois un important réservoir de biodiversité, comprenant beaucoup de zones humides et un territoire économique dynamique. L'essor des activités portuaires et agricoles, le développement de la métropole tendent à modifier le territoire. Face à cette pression, un SAGE a été approuvé en 2013. Il impose de réaliser des études d'impact environnemental pour chaque projet, y compris des inventaires des zones humides.





**Philippe Chéry**  
Maître de conférences



**«LES BASES DE DONNÉES  
SONT ESSENTIELLES POUR  
BIEN DÉLIMITER UNE ZONE  
HUMIDE»**



## En détails

Dans un souci d'homogénéiser les méthodologies déployées pour délimiter et caractériser des zones humides selon des critères pédologiques, la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE a édité ce guide de bonnes pratiques. Il sert de support technique pour les opérateurs locaux et permet d'acquérir des données comparables et plus facilement analysables.

Il s'adresse aux bureaux d'études qui réalisent des inventaires de zones humides, aux services instructeurs des dossiers réglementaires, mais aussi à tout autre personne souhaitant acquérir quelques notions méthodologiques et de pédologie relatives aux zones humides.

Le guide s'articule autour de deux grands axes : les sols de zones humides du territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés", ainsi que la démarche à suivre pour caractériser ces sols et délimiter les zones humides présentes sur ce territoire. Il met l'accent notamment sur les points suivants :

- › rappel du cadre juridique ;
- › présentation des sols hydromorphes caractéristiques des zones humides ;
- › présentation des spécificités du territoire du SAGE ;
- › aide à la réalisation du travail d'étude et d'analyse préliminaire de la zone de projet ;
- › aide à la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage et réalisation de la cartographie de délimitation des zones humides ;
- › aide dans la réalisation du travail de terrain.

La réalisation de l'ouvrage s'est appuyée sur une exploitation des données sur les sols issues de la BDAT et de l'ICGS.



*Le fer présent dans le sol prend des couleurs gris bleutées en présence prolongée d'eau.*

## Les perspectives

Avec l'appui de ce guide, les bureaux d'études chargés de réaliser les analyses environnementales dans les études d'impact peuvent améliorer leurs pratiques et homogénéiser leurs méthodes. Les analyses cartographiques intégrant la géologie, la topographie, la pédologie et l'occupation des sols pourront être systématisées. Des sondages de terrain plus nombreux pourront être mieux exploités. Sur la base de ces travaux, la CLE sera plus à même d'effectuer des préconisations quant aux projets inscrits dans le territoire du SAGE.

## Liens utiles

[Le SMIDDEST et les zones humides](#)

[Zones humides - quelques généralités](#)

[Portail national des milieux humides](#)

[Guides sur les inventaires zones humides](#)

[Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides](#)



CO<sub>2</sub>

# Intégrer le stockage de carbone dans les bilans GES des territoires



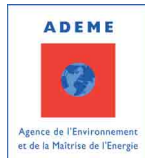
Interview



Diaporama



**Thomas Blais**  
Ingénieur ADEME  
Direction régionale  
Hauts-de-France



**«ABC'TERRE PERMET UN BILAN TERRITORIAL DU CARBONE DES SOLS CULTIVÉS QUI VALORISE LES BASES DE DONNÉES NATIONALES SUR LES CULTURES ET LES SOLS»**

## Les coûts

ESPASS : 175 000 € de développement sur 36 mois ; mise à disposition gratuite

ABC'Terre : 342 000 € de développement sur 42 mois ; modèle économique en construction

## En un clin d'oeil

Les 30 premiers centimètres des sols français stockent entre trois et quatre milliards de tonnes de carbone. Une variation même relativement faible de ce stock peut jouer de manière importante sur le bilan « Gaz à effet de serre » (GES) des territoires, en particulier ruraux. Il est donc essentiel pour les décideurs publics et les acteurs du territoire de prendre en compte la gestion des sols dans les stratégies d'atténuation des GES, d'autant plus que l'évaluation de la séquestration du carbone et de ses possibilités de développement est devenue obligatoire dans le cadre de la mise en œuvre des plans climat air énergie territoriaux ou PCAET (décret 2016-849).

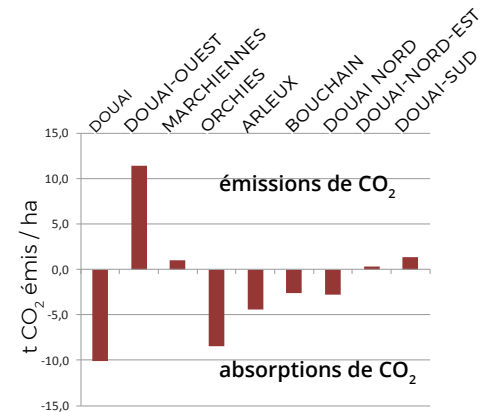
Pour cela, l'ADEME a accompagné la mise au point de plusieurs outils complémentaires :

- › le bilan ESPASS est un outil permettant de réaliser un diagnostic global des émissions de GES directes et indirectes adapté à la région Nord-Pas-de-Calais. Il inclut des références de flux de carbone dans les sols et la biomasse permettant d'évaluer leur importance dans le bilan GES à l'échelle du canton ;
- › l'outil ABC'Terre, développé par AgroTransfert, permet de réaliser des simulations spatialisées des flux de carbone dans les sols cultivés en fonction des pratiques agricoles, et d'évaluer la mise en œuvre de plans d'action.

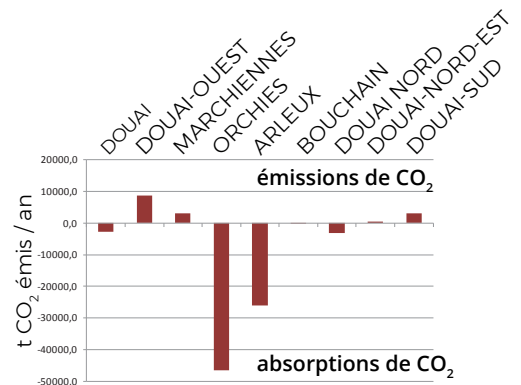
Ces deux outils s'appuient sur les données de la BDAT pour caractériser le carbone initial des sols agricoles à des échelles adaptées aux diagnostics territoriaux.

## De quoi parle-t-on?

Une grande quantité de carbone est naturellement stockée dans les sols. Il y aurait au niveau mondial deux à trois fois plus de carbone dans les sols que dans l'atmosphère. Les stocks de carbone dans les sols varient selon les types de sols, le climat, leurs occupations et leurs usages. L'imperméabilisation des sols, certaines pratiques agricoles et sylvicoles peuvent altérer de manière importante ces stocks et être à l'origine d'émissions de CO<sub>2</sub> pouvant remettre en cause les efforts de réduction dans les autres secteurs. A l'inverse, des mesures pouvant être portées ou encouragées par les collectivités peuvent permettre d'accroître ces stocks : les politiques d'urbanisme économes en sols, la restauration des sols et des espaces naturels, l'afforestation, l'encouragement de pratiques agricoles comme la couverture permanente du sol, le retour au sol des résidus de cultures et des produits résiduels organiques, le maintien des élevages herbagers et l'agroforesterie. Le développement de diagnostics aux échelles territoriale et infra-territoriale est nécessaire pour orienter la mise en œuvre de ces mesures là où elles sont les plus pertinentes.



Émissions de CO<sub>2</sub>/ha de SAU en 20 ans par canton - SCOT du Grand Douaisis



Émissions annuelles de CO<sub>2</sub> par les sols sur 20 ans par canton - SCOT du Grand Douaisis



## Quantifier l'enjeu via le Bilan ESPASS

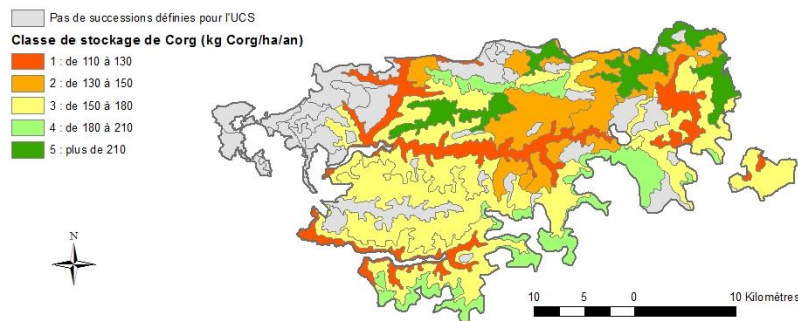
Pour les collectivités engagées dans un Plan Climat, il est nécessaire d'avoir une vision globale de toutes les émissions de polluants atmosphériques et de GES, y compris celles provenant des sols, pour mener des actions cohérentes entre elles.

C'est ce que propose le Bilan ESPASS : en quantifiant les flux de carbone organique des sols, il permet aux élus locaux de positionner l'enjeu de la gestion des sols par rapport aux autres thématiques telles que l'alimentation, les biens de consommation, les déplacements, le résidentiel, les services. Les estimations des flux de carbone reposent

sur l'utilisation du modèle de dynamique de carbone AMG et sur plusieurs bases de données. Les teneurs en calcaire, en argile et en carbone organique des sols sont extraites de la BDAT. Les données climatiques sont fournies par la Chambre d'agriculture Nord-Pas-de-Calais. Les informations sur les cultures et les pratiques culturales sont produites via une expertise agronomique.

Le Bilan ESPASS se présente sous la forme d'un tableur au format Excel. Il est mis gratuitement à la disposition des territoires sur le site Internet de l'Observatoire Climat Hauts-de-France

### Evolution du stock de Corg par UCS



UCS : Unité Cartographique de Sol

Dans ce territoire, les stocks de carbone s'accroissent en raison de stocks initiaux relativement bas et d'un accroissement des retours aux sols de biomasse via les résidus de cultures.

## Elaborer des stratégies avec ABCTerre

Pour atténuer le bilan GES d'une parcelle agricole, il faut bien prendre en compte les flux de carbone organique dans les sols. La dynamique entre le stockage et les émissions de carbone dans les sols dépend du type de sol, des cultures, du climat et des pratiques culturales. En recoupant les informations issues de plusieurs bases de données et en les modélisant, ABCTerre peut calculer des flux de carbone théoriques sur un horizon de 20 ans.

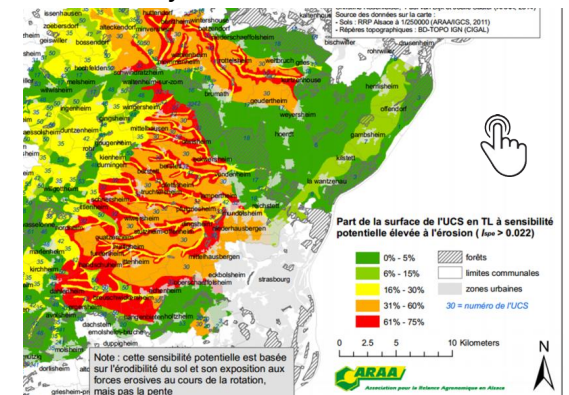
En modifiant les données d'entrée des pratiques culturales, toutes choses égales par ailleurs, il est possible de tester différents scénarios, d'analyser l'impact carbone de différentes pratiques. ABCTerre peut donc être considéré comme un outil d'aide à la décision pour concevoir et évaluer des stratégies d'optimisation de la gestion du carbone organique des sols dans les systèmes de culture à l'échelle d'un territoire.

ABCTerre s'adresse principalement aux acteurs et décideurs à l'échelle de territoires agricoles : conseillers agricoles, chargés d'études de collectivités locales, utilisateurs de CLIMAGRI (outil ADEME de calcul de Bilan-GES-Air-Energie pour les activités agricoles et sylvicoles à l'échelle d'un territoire).

## Les perspectives

L'ADEME envisage d'étendre le bilan ESPASS à l'ensemble du territoire national. D'autres travaux de développement ont été récemment engagés dans le cadre du projet ABC Terre2A, porté par Agro-Transfert Ressources et Territoires, afin d'étendre l'outil ABCTerre aux territoires d'élevages, simplifier son usage et expérimenter sa mise en œuvre avec plusieurs collectivités.

## Exemple d'application : Sensibilité potentielle à l'érosion des systèmes de culture en Alsace



Des teneurs élevées de matières organiques limitent la sensibilité des sols à l'érosion. ABCTerre est ici appliqué en Alsace pour évaluer des stratégies de gestion des risques d'érosion.

### Liens utiles

Fiche ADEME du bilan ESPASS

ABCTerre par Agro-Transfert

Brochure sur le carbone organique des sols

Décret n°2016-849 relatif au plan climat

Démarche Climagri®

Synthèse multimédia - Le sol acteur-clé des territoires et du climat



# TypTerres : une typologie de sols prenant en compte les attentes des agronomes



Interview



Diaporama



**Alain Bouthier**  
Agronome et pédologue



**«UN PROJET NATIONAL DOIT ACCOMPAGNER L'ENSEMBLE DES PROJETS RÉGIONAUX TYPTERRES»**

## En un clin d'œil

Le grand nombre de typologies et de classifications de sols, leurs qualités inégales, ainsi que leur complexité sont des freins importants et limitent la prise en compte de la diversité pédologique dans le conseil en agronomie. Face à ce constat, un groupe de travail au niveau national, composé d'agronomes et de pédologues, a défini une typologie simplifiée des sols à vocation agronomique appelée TypTerres. Cette typologie et les données associées sont conçues pour les outils d'aide à la décision. Les impacts attendus sont une meilleure cohérence dans les résultats des outils d'aide à la décision et de conseil, qui fait défaut aujourd'hui.

## De quoi parle-t-on?

Une typologie agronomique des sols vise à donner une représentation simplifiée mais représentative de la diversité pédologique d'un territoire. Elle fournit des connaissances concernant l'aptitude culturale des sols, ainsi que des règles de répartition dans le paysage.

## Les Référentiels Régionaux Pédologiques et leurs limites

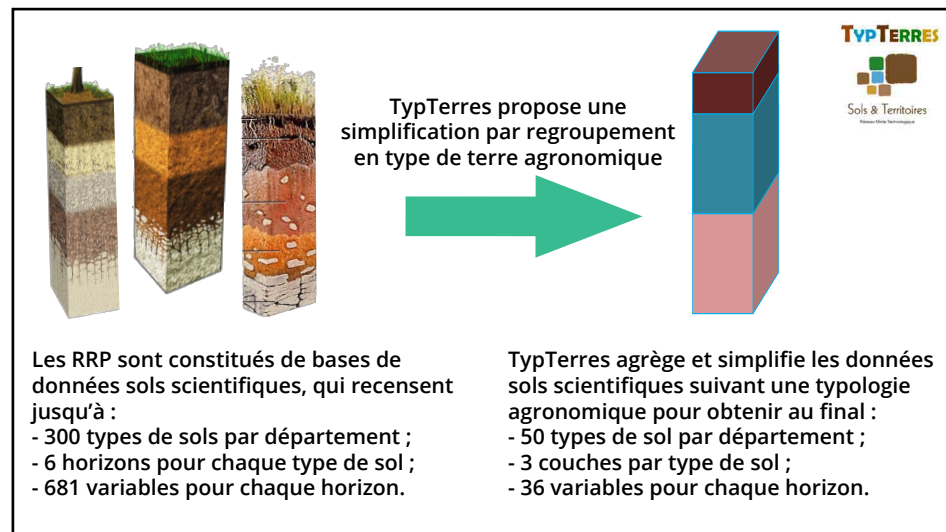
Les informations pédologiques en France sont nombreuses et variées. Le programme Inventaire Conservation et Gestion des Sols (ICGS), mené par le Groupement d'Intérêt Scientifique «Sol», accompagne la mise en place des Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP). Ils renseignent les grands types des sols présents dans une région (en moyenne par département, 300 types de sols sont décrits).

Les RRP se présentent comme une base de données relationnelle, avec des informations qualitatives et quantitatives par type de sol et par couche sur la profondeur colonisable par les racines. Ils renseignent également sur la localisation spatiale des grands types des sols. Les RRP cartographiés à l'échelle 1/250 000<sup>ème</sup> sont davantage adaptés à des applications de niveau régional ou départemental.

Ces bases de données très complètes sont complexes d'utilisation, et limitées par le niveau de résolution spatiale. Difficilement accessibles dans leur intégralité pour des raisons à la fois techniques et financières, elles ne peuvent pas être utilisées directement pour le conseil en agronomie à la parcelle, et notamment comme données d'entrée dans les Outils d'Aide à la Décision (OAD). C'est

pourquoi, en parallèle de la mise en place des RRP, d'autres typologies locales ont vu le jour pour répondre à ces besoins opérationnels tels que la directive Nitrate (GREN), les normes d'interprétation P-K, les plans d'épandage, le diagnostic de prairie naturelle, les besoins en irrigation etc. Chaque application a donc créé une typologie et la base de données associée par rapport aux besoins, aux usages et en se basant sur les connaissances des sols disponibles.

Aujourd'hui, à partir des RRP couvrant plus des trois quarts du territoire français et constituant un solide socle de connaissances, le projet TypTerres vise la construction d'une typologie de sols à vocation agronomique, avec une nomenclature respectant les particularités locales et des références uniques au niveau national.





## Une typologie pour tous

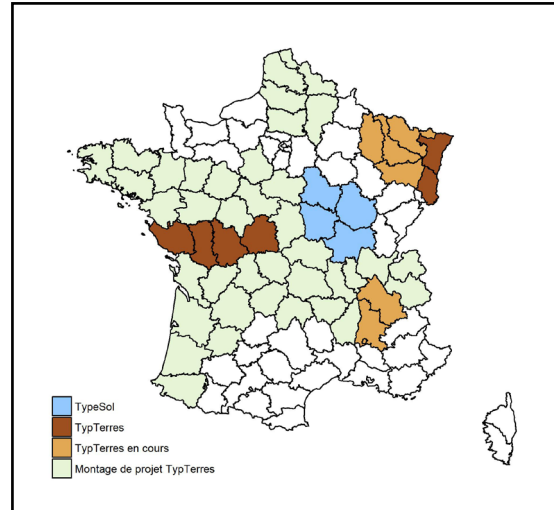
La méthode TypTerres propose une typologie par rapport aux aptitudes culturales des sols. Les variables principales disponibles dans les fichiers TypTerres sont le matériau parental, la dynamique de l'eau, la profondeur du sol et de l'obstacle aux racines, sa réserve en eau, puis pour chacun des horizons distingués, son épaisseur, sa texture, sa composition granulométrique, sa teneur en éléments grossiers ainsi que leur taille et nature, sa teneur en matière organique, en calcaire total, sa CEC, son pH.

Différents territoires ont contribué à la mise au point et au test de la méthodologie de construction de TypTerres à partir des données des RRP. Quatre départements dans le Centre-Ouest de la France (Indre, Deux-Sèvres, Vienne et Vendée) ainsi que les deux départements de l'Alsace proposent les TypTerres librement téléchargeables sur le site du RMT Sols et Territoires. D'autres territoires sont en train de développer leur typologie, comme la Lorraine, la Drôme et l'Isère.

## Des formats adaptés

En appui à la diffusion des données des typologies dans chaque région, des outils d'aide aux choix du type de sol ainsi que des fiches descriptives avec des photos et des schémas seront proposés aux utilisateurs pour rendre les TypTerres facilement utilisables. Les utilisateurs privilégiés sont les agronomes, les agriculteurs et les personnels techniques agricoles. Pour les utilisateurs plus avertis, chaque TypTerres possède l'information permettant de remonter aux types des sols des RRP avec toute la richesse de l'information associée.

## État d'avancement des projets TypTerres en France en 2018



TypTerres facilite le partage de la connaissance des sols, grâce à des descriptions synthétiques et à un vocabulaire adapté



## L'efficacité des outils d'aide à la décision

L'efficacité d'un outil d'aide à la décision est liée aux modèles mis en œuvre dans cet OAD qui doivent être bien référencés et robustes. En ce qui concerne le conseil agronomique, les modèles de simulation de culture intégrés dans les OAD deviennent de plus en plus performants et de ce fait, le facteur limitant l'efficacité de l'OAD devient le sol, quand il est mal renseigné :

- › faute d'être bien identifié par les utilisateurs ;
- › faute de disposer des paramétrages spécifiques des types de sols.



Profil de sol laissant apparaître deux horizons de sols aux propriétés très différentes

## Liens utiles

[Pages TypTerres du site internet du RMT Sols et Territoires](#)

[Présentation du projet](#)

[Typesol Bourgogne : une typologie proche de TypTerres](#)





## Ajuster la fertilité des sols cultivés



Interview



Diaporama



**Philippe Eveillard**  
Directeur Agriculture  
Environnement et Statistiques  
de l'UNIFA



**«LES ÉTUDES RÉALISÉES AVEC LA BDAT NE REMPLACENT PAS L'ANALYSE DE TERRE DES SOLS QUI RESTE LE SEUL OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION ADAPTÉ À L'ÉCHELLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE»**

*Tonnage total moyen de Valeur Neutralisante (VN) à appliquer par hectare intégré par petite région agricole pour atteindre un pH de 6,3 (carte de gauche) ou un pH de 6,8 (carte de droite)*

### En un clin d'oeil

La base de données des analyses de terre (BDAT) a permis d'établir le constat d'une baisse sensible de la teneur des sols en phosphore et en potassium depuis 25 ans. Afin d'évaluer les conséquences de cette diminution en éléments nutritifs sur la fertilité des sols, l'Unifa a commandé deux études auprès de l'Inra Infosol. Il s'agissait de mesurer les écarts entre les résultats d'analyses de terre et les valeurs optimum en termes de pH et de capacité d'échanges cationiques (CEC) d'une part, en termes de phosphore, de potassium et de magnésium d'autre part. C'est à partir de ces écarts que les besoins d'amendement ou de fertilisation sont calculés.

Pour cela, la BDAT est le seul outil actuellement opérationnel au niveau national pour le suivi des caractéristiques chimiques des horizons de surface des sols agricoles à petite échelle. Grâce à ce suivi, il est ainsi possible d'analyser dans quelle mesure les sols d'un territoire donné se sont enrichis ou appauvris entre deux périodes.

### De quoi parle-t-on?

La fertilité d'un sol cultivé est une notion relative. Elle dépend de l'affectation que l'on donne au sol. Ainsi, un sol de vignes parfaitement adapté à la production viticole, s'avérerait en revanche trop pauvre pour produire des céréales en grande quantité. Pour un sol destiné aux cultures industrielles, plusieurs paramètres déterminent la fertilité : le réservoir en eau du sol, le pH, les réserves en éléments nutritifs (potassium, phosphore et magnésium) ainsi que la matière organique qui soutient la minéralisation de l'azote, du phosphore et du soufre.

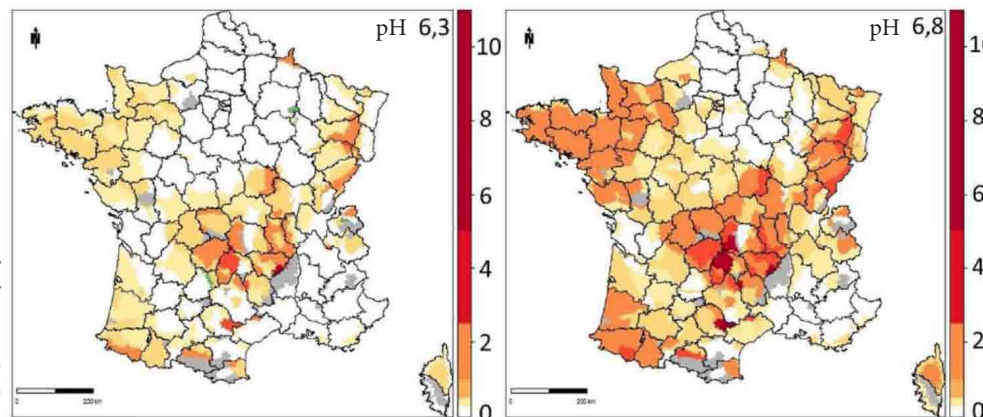
La valeur neutralisante (VN) mesure la quantité de chaux et de carbonates à apporter aux sols cultivés pour les amener à une valeur optimum de pH à 6,3 ou 6,8. Ces données servent notamment à identifier et localiser le marché potentiel de la chaux et des carbonates.

### En détails, des hypothèses de correction de l'acidité des sols

Le statut acido-basique des sols agricoles non calcaires pouvant présenter un déficit de pH a été étudié. Pour obtenir un optimum de pH de 6,3, les quantités de VN nécessaires se concentrent principalement dans le Centre de la France et dans l'Ouest. Pour obtenir un pH de 6,8, le tonnage de VN requis est logiquement plus élevé et s'étend sur une plus large partie du territoire. Au final, le besoin de redressement est évalué entre 4,4 et 11,3 millions de tonnes de VN pour corriger l'acidité des sols cultivés en France.

### Fertilité et changement climatique

L'exploitation de la BDAT permet aussi de donner un éclairage sur les évolutions temporelles et spatiales des teneurs en matières organiques dans les sols cultivés français. C'est d'ailleurs l'objet de l'initiative internationale «4 pour 1000» portée par la France qui met en avant l'accroissement des stocks de carbone organique dans les sols comme levier majeur pour améliorer la fertilité des sols et la production agricole, et respecter les accords internationaux sur le climat. En effet, un taux de croissance annuel du stock de carbone dans les sols mondiaux de 0,4%, soit 4‰ par an, permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère liée aux activités humaines. Ce processus implique la formation de biomasse, son intégration partielle dans les sols et met donc au premier plan les enjeux de fertilité des sols dans la lutte contre le réchauffement climatique.





### Anticiper les manques: l'exemple du phosphore

Entre la période 1994 - 2004 et la période 2005 - 2014, la teneur en phosphore extractible (mesurée en phosphore équivalent Olsen) des sols a significativement diminué, ce qui est cohérent avec les précédents constats de baisse d'apport en phosphore.

Cette évolution diffère toutefois selon les régions : le phosphore est généralement exporté du sol vers la graine. Si en zone d'élevage, l'épandage des effluents permet de compenser tout ou partie des exports, ce n'est pas le cas en terres céréalières qui deviennent déficitaires en phosphore.

A la lueur de ce constat, les professionnels du monde agricole sont amenés à faire évoluer leurs pratiques, notamment en matière de recyclage du phosphore pour limiter les exports ou mieux valoriser le phosphore présent dans le sol. Ils peuvent aussi anticiper les besoins de compensation pour maintenir une certaine stabilisation de la teneur en phosphore.



© Unifa

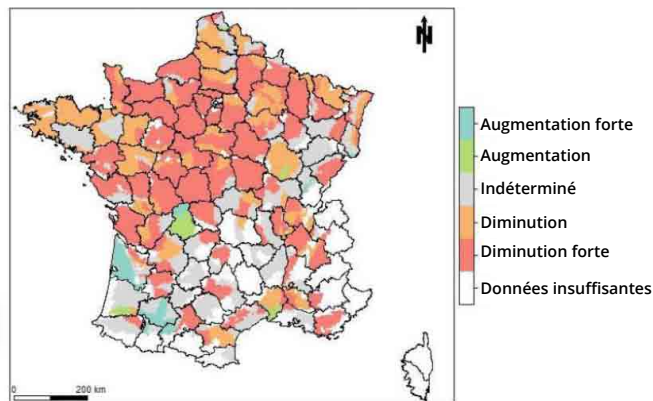
### Les perspectives

La BDAT offre la possibilité d'un suivi permanent de l'état de fertilité des sols. Toutes les études et leurs méthodologies étant publiées et réutilisables, il sera intéressant de questionner régulièrement la base de données pour étudier l'évolution de certains éléments comme le phosphore et le potassium. Dans cette perspective, il est tout aussi essentiel de continuer à l'alimenter et de l'enrichir avec de nouvelles données, de nouveaux indicateurs.

### Focus sur la BDAT

La BDAT rassemble les résultats d'analyses de plus de 2 millions d'échantillons d'horizons de surface de sols cultivés, prélevés en France entre 1990 et 2014. 31 paramètres y sont présents. Ils permettent d'évaluer les propriétés physico-chimiques des sols (pH, carbone, capacité d'échange cationique, taux de saturation), leur fertilité (azote, carbone organique, phosphore, potassium, magnésium, sodium), leurs teneurs en métaux et métalloïdes (bore, cuivre, fer, manganèse, zinc) et enfin, leur texture (argile, limon, sable). Les données sont agrégées notamment par canton et sont disponibles pour 5 périodes : 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014. La répartition des résultats d'analyses est hétérogène sur le territoire métropolitain : à l'inverse des régions de montagnes, les grandes régions céréalières sont bien pourvues. Les résultats agrégés sont accessibles librement via une interface web sur le site internet du Gis Sol.

Les études réalisées avec la BDAT, à vocation d'inventaire, permettent de mettre en perspective les observations faites sur une parcelle agricole.



Evolution significative du phosphore équivalent Olsen entre 1994 - 2004 et 2005 - 2014

### Liens utiles

[UNIFA](#)

[La BDAT](#)

[Évolution de la fertilité des sols d'après la Base de Données des Analyses de Terre](#)

[Diagnostic de l'évolution de la disponibilité en P-K- Mg dans les sols à partir de la BDAT](#)

[Agroécologie et fertilité des sols](#)

[La fertilité chimique des sols](#)

[Rapport sur l'état des sols de France : évaluation de la fertilité chimique des sols de France \(p. 80-102\)](#)



# Développer des diagnostics de la qualité biologique des sols



Interview



Diaporama



**Julien Halska**  
Conseiller agricole



**«NOUS SOUHAITONS  
MIEUX CONSEILLER LES  
AGRICULTEURS SUR LES  
SERVICES FOURNIS PAR LA  
VIE DU SOL»**

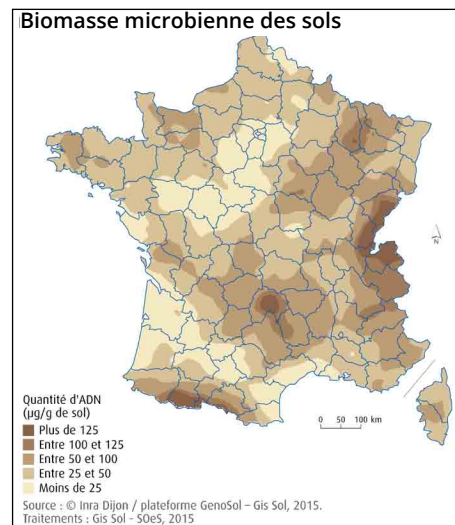
## Coûts en moyenne :

42 000 € / an pour l'étude  
de Saône et Loire dont  
70 % en équivalent temps plein et  
30 % en frais d'analyses

## En un clin d'oeil

Le projet consiste à développer un référentiel départemental de microbiologie des sols. L'objectif visé est notamment l'appropriation par les conseillers agricoles de la thématique de la microbiologie des sols, ainsi que des outils de diagnostic associés. Il est essentiel pour les conseillers de disposer en complément des informations livrées par le Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS) d'un cadre de référence plus précis, en cohérence avec leur périmètre d'action.

De récents travaux de recherche ont permis de formuler des premières hypothèses de corrélation entre l'abondance microbiologique des sols et certaines pratiques agricoles.



## De quoi parle-t-on ?

Le sol est un milieu vivant, où le patrimoine biologique joue un rôle essentiel dans la minéralisation, la structuration et la stabilité du sol, la régulation des pathogènes et la dépollution. Les micro-organismes des sols remplissent l'ensemble de ces fonctions. Leur abondance et leur diversité sont aujourd'hui considérées comme des indicateurs de la qualité des sols. Il faut donc veiller à préserver de hauts niveaux de biomasse et de biodiversité des sols, notamment en adoptant les pratiques agricoles adéquates.

Promouvoir des pratiques agro-écologiques favorisant la biomasse et la biodiversité nécessite donc :

- ▶ de développer des outils de diagnostics en termes de microbiologie des sols ;
- ▶ de disposer de valeurs de référence pour interpréter les résultats de ces diagnostics ;
- ▶ d'identifier les impacts, positifs ou négatifs, des différentes pratiques agricoles sur la vie des sols, en fonction des types de sol et d'exploitation.

## Spores de champignon endomycorhizien



## En détails

Pour disposer d'un référentiel local de la microbiologie des sols, il faut effectuer un grand nombre de prélèvements sur différents types de sol et pour différentes pratiques agricoles. Certaines parcelles sont ainsi suivies sur plusieurs années. Les résultats des prélèvements sont ensuite associés à des données physico-chimiques et aux enquêtes menées sur les pratiques agricoles, avant d'être modélisés par les chercheurs. Au final, les valeurs de référence théoriques obtenues concernent l'abondance de micro-organismes et leur biodiversité. Ces valeurs de référence peuvent ensuite être comparées aux mesures sur le terrain. Le site Internet développé par la Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire permet à chacun de calculer la biomasse moléculaire microbienne de référence pour son sol. Il suffit pour cela de saisir quelques informations caractérisant sa parcelle (teneur en argile, carbone organique, pH, coordonnées géographiques). Le modèle est adapté aux situations de prairies permanentes et cultures assolées de Saône-et-Loire.

Par ailleurs, ces travaux ont aussi permis d'avancer l'hypothèse selon laquelle la fertilisation, en favorisant la production végétale, apporte des ressources nutritives supérieures aux micro-organismes du sol et favorise leur développement. *A contrario*, le tassement lié à un pâturage excessif produit un effet délétère sur la biomasse moléculaire microbienne.



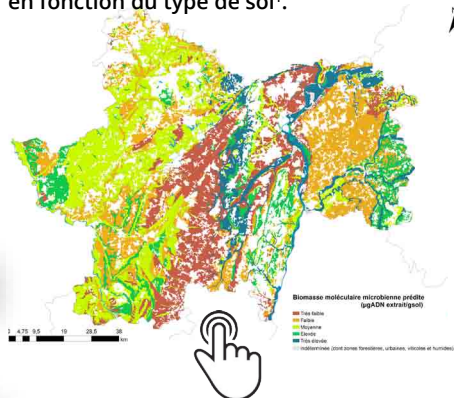


**Lionel Ranjard**  
Directeur de recherche



**«LES SOLS AGRICOLES  
NE SONT PAS MORTS,  
IL FAUT TOUTEFOIS LES  
SURVEILLER»**

**Biomasse moléculaire microbienne prédite  
en fonction du type de sol<sup>1</sup>.**



## Un référentiel national

Pour dresser des cartes de distribution spatiale d'abondance et de diversité des micro-organismes, des outils de biologie moléculaire ont été appliqués sur tous les sols du RMQS. Premier constat, dans les sols où la quantité de micro-organismes est élevée, il n'y a pas forcément beaucoup de diversité. Ces deux paramètres sont dissociés.

En cherchant les variables explicatives de cette distribution spatialement hétérogène, un second constat s'impose : si le climat a une faible influence sur la biomasse microbienne et sur la diversité bactérienne, le type de sol en revanche a une forte influence et le mode d'usage du sol a également une influence significative.

Les bases de données existantes ont abouti à la construction de référentiels nationaux robustes. La suite logique a été de développer des modèles statistiques prédictifs pour connaître la valeur normale d'un sol en termes d'abondance et de diversité microbienne des sols.

Les outils moléculaires initialement considérés comme des outils de recherche sont devenus désormais des outils de diagnostic, associés à un référentiel d'interprétation qui est reconnu par l'Observatoire National de la Biodiversité comme indicateur national sol.

## Perspectives

Les suites à donner consistent essentiellement à :

- poursuivre la formation et la sensibilisation des agriculteurs et des conseillers ;
- mieux comprendre les effets des pratiques agricoles sur la vie du sol, notamment sur la biodiversité ;
- disposer de filières d'analyse en routine ;
- inclure les diagnostics dans les services proposés par la Chambre d'agriculture.

## Liens utiles

Référentiels en microbiologie des sols

Première cartographie de la diversité bactérienne du sol français - observatoire national de la biodiversité

Programme ADEME Bioindicateurs de la qualité des sols

Agrinnov observatoire français des sols vivants, tableau de bord des indicateurs

## Le projet Agrinnov : développer le diagnostic de la qualité biologique des sols agricoles pour et par les agriculteurs



### Interview

Après la constitution d'un réseau de 250 fermes en grandes cultures et viticulture, les agriculteurs ont été formés à la biologie des sols. Ils savent désormais renseigner un tableau de bord analytique, composé d'indicateurs basés sur les vers de terre, les nématodes, les micro-organismes et d'autres indicateurs agronomiques. Le diagnostic de la qualité biologique de leurs parcelles a ainsi été réalisé avec leur participation active, de telle manière à ce qu'ils puissent ensuite comparer les résultats entre eux au sein d'un groupe et entre groupes. Les pratiques agricoles les plus innovantes seront ainsi plus facilement identifiées.

### Bilan de l'opération :

- 10 % des parcelles en dépression, sur le plan de la qualité biologique des sols ;
- un taux de participation de 97 % des agriculteurs ;
- 60 % d'entre eux ont changé leurs pratiques ;
- prix actuel du tableau de bord Agrinnov complet sur la qualité biologique des sols : 1400 € par parcelle.

<sup>1</sup> selon le modèle statistique de Horrigue et al (2016)





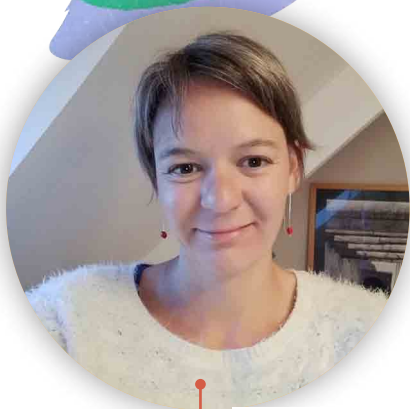
# Estimer le réservoir d'eau maximum dans les sols



Interview



Diaporama



**Blandine Lemerrier**  
Ingénieure de recherche



## En un clin d'oeil

Quatre modèles d'estimation du réservoir utile maximal (RUM) spécifiques à la Bretagne ont été créés et déclinés selon la quantité et la précision des données d'entrée. Chaque modèle correspond à des usages et à des publics différents.

Le modèle le plus complet est conçu pour la recherche, le modèle analytique pour les pédologues et le modèle terrain pour tous les utilisateurs avertis. Ces trois modèles régionaux offrent une plus grande robustesse que les modèles d'estimation nationaux ou européens dans le contexte breton.

Le modèle terrain simplifié qui s'adresse aux non spécialistes permet d'évaluer sommairement un RUM.



La teneur en eau du sol peut être mesurée en faisant la différence entre la masse humide et la masse sèche d'un volume de terre connu prélevé à l'aide d'un cylindre

## De quoi parle-t-on ?

Le RUM correspond à la quantité maximale d'eau qui peut être stockée dans le sol avant d'être restituée aux plantes. Le connaître permet par exemple de préciser les besoins en irrigation, d'évaluer les services écosystémiques rendus par les sols, d'analyser les risques de transfert de polluants vers les rivières et les nappes d'eau souterraines.

C'est une donnée coûteuse et techniquement difficile à acquérir, si l'on veut la mesurer directement. Pour pallier à cette contrainte, il est nécessaire d'estimer le RUM à partir des fonctions de pédotransfert. Ces modèles d'estimation, développés au niveau national ou européen, fournissent des résultats avec beaucoup d'incertitudes. C'est pourquoi des modèles appliqués à la Bretagne ont été développés pour différents publics plus ou moins experts.

La valeur du RUM dépend principalement de plusieurs caractéristiques du sol :

- la texture de la terre fine ;
- la teneur en éléments grossiers ;
- la profondeur du sol.

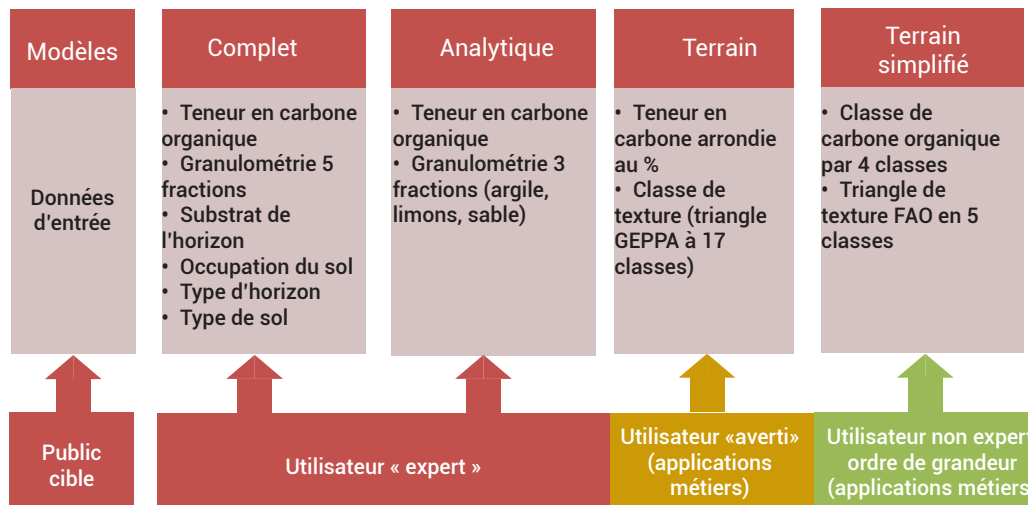
## «IL EST POSSIBLE D'ESTIMER LE RÉSERVOIR UTILE MAXIMAL D'UN SOL À PARTIR DE CARACTÉRISATIONS SIMPLIFIÉES»

### Les coûts :

20 000 € pour les analyses au laboratoire  
14 000 € pour le travail de terrain (observation, prélèvements)  
30 000 € pour le traitement des données et l'animation.

**TOTAL : 64 000 €**

(ces ordres de grandeurs sont valables dans des régions où les données sont bien fournies comme en Bretagne)





## Estimer le réservoir d'eau maximum dans les sols (suite)

### En détails

L'étude est menée dans le cadre du projet «Sols de Bretagne». Ce programme pluri-annuel entamé en 2006 est une déclinaison régionale de programmes nationaux de surveillance et de cartographie des sols. Il vise à mieux connaître les sols en Bretagne et à faciliter l'accès à cette information. Les sols bretons décrits dans la base de données régionale ont été analysés en termes de description morphologique, de densité apparente, de charge en éléments grossiers, de granulométrie (argile, limon, sable), de teneur en carbone organique et en eau. Ces données ont ensuite été traitées à travers des fonctions de pédotransfert spécifiques à la Bretagne.

### Zoom sur la technique de pédotransfert



Interview

Les fonctions de pédotransfert correspondent à des modèles mathématiques simples. Ils permettent d'évaluer de manière indirecte un paramètre inconnu du sol, à partir d'autres informations disponibles dans les bases de données ou relevées à partir de l'observation du terrain. Le RUM d'un sol, peut par exemple être estimé en appliquant un modèle, si la profondeur du sol, sa granulométrie, sa teneur en cailloux et sa teneur en carbone organique sont connues.

### Perspectives pour améliorer les estimations de RUM

Il s'agit d'affiner par des observations de terrain des outils d'aide à la décision qui mobilisent les bases de données pédologiques existantes. Ceci milite pour une formation pédologique minimale des divers publics pour pouvoir faire des estimations plus robustes.

Pour servir mieux encore les attentes des agronomes, il faut coupler ces outils d'estimation de RUM avec d'autres outils d'aide à la décision, comme pour la fertilisation azotée.



Daniel Hanocq  
Conseiller agricole



«L'utilisation des bases de données permet d'affiner la caractérisation du sol et le conseil agronomique. Cela permet notamment de mieux estimer les réservoirs en eau du sol pour l'irrigation dans la culture des légumes, ce qui est une donnée essentielle pour évaluer le potentiel d'une parcelle.

Pour l'heure, l'eau est trop souvent considérée, en production légumière en particulier, comme une ressource inépuisable. Or à l'avenir, il faudra davantage jouer avec les limites de la culture et considérer l'eau comme une ressource limitée et précieuse. Mieux évaluer la capacité du sol à retenir l'eau et à accueillir le système racinaire plus ou moins profond est donc primordial. De ce fait, les renseignements sur les bases de données sont particulièrement précieux en matière de conseil agro-environnemental.



© Agrocampus Ouest



© Agrocampus Ouest

Le sol épais (à gauche) peut retenir beaucoup plus d'eau que le sol superficiel et caillouteux (à droite)

### Liens utiles

La réserve en eau des sols

L'évaluation du réservoir utilisable en eau des sols à différentes échelles

Sols de Bretagne



# Les sols forestiers, déterminants de la ressource bois



Interview



Diaporama



**Noémie Pousse**  
Agronome et pédologue



**«IL NE FAUDRAIT PRÉLEVER LES RÉMANENTS QUE SUR LES SOLS SUFFISAMMENT RICHES»**

Coût global du projet  
Insensé : 485 000 €

## En un clin d'œil

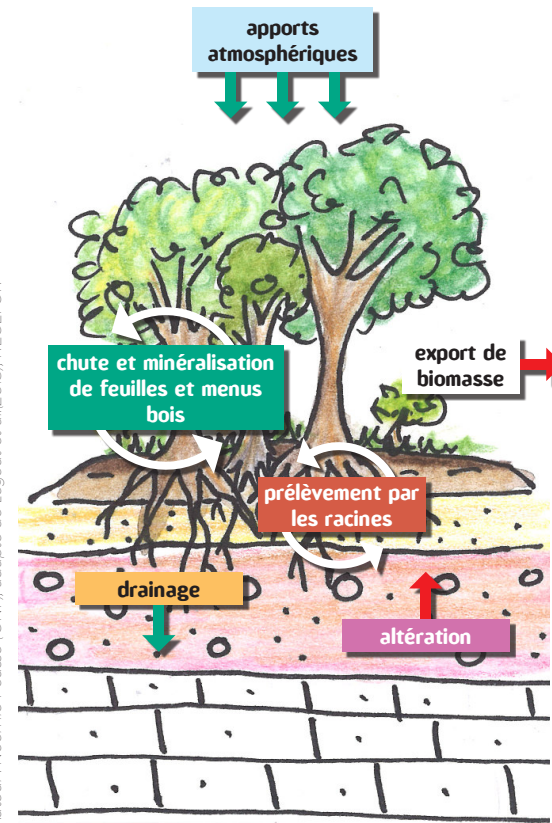
Les sols forestiers sont peu fertiles et relativement fragiles. Dans une perspective de gestion durable des forêts, il convient de bien connaître au préalable la qualité des sols forestiers avant d'entreprendre, ou non, un prélèvement des bois rémanents (débris de bois restant dans les coupes après l'exploitation) pour satisfaire les nouveaux besoins en bois-énergie. Cette pratique relativement récente peut profondément perturber le cycle naturel des éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium essentiellement). C'est dans ce contexte qu'est né le projet Insensé «Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse». Il compile les informations des bases de données nationales sur les sols forestiers, pour les traduire ensuite en indicateurs faciles à interpréter pour le gestionnaire forestier.

## Le cycle des éléments nutritifs en forêt

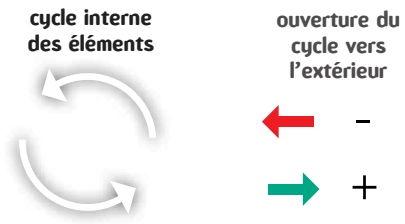
Les éléments nutritifs sont prélevés du sol par les arbres, pour ensuite migrer vers les jeunes branches et le feuillage redéposés au sol. Par la chute des feuilles et des branches, une litière se forme, dans laquelle les arbres les plus matures (à partir de 50 ou 100 ans suivant les essences) vont puiser les ressources dont ils ont besoin.

De par ce système de flux des éléments nutritifs, les arbres peuvent s'auto-alimenter et les forêts prospérer. Toutefois, l'équilibre est d'autant plus fragile que le sol est pauvre, et la moindre perturbation peut avoir des conséquences considérables.

## Cycle des éléments nutritifs



Auteur : Noémie Pousse (ONF), adapté de Legout et al.(2013), REGEFOR



## Des sols forestiers fragiles

Historiquement, les meilleurs sols ont été affectés à la production agricole, laissant les terres les plus pauvres ou les moins accessibles à la production sylvicole. 62% des sols forestiers possèdent un pH inférieur à 5,5, ce qui fait d'eux des sols particulièrement pauvres et fragiles. Contrairement aux sols agricoles, les sols forestiers ne sont quasiment pas fertilisés ou amendés. La disponibilité des nutriments minéraux essentiels à la croissance des arbres est régie par un équilibre entre altération des minéraux du sol, apports atmosphériques, minéralisation des matières organiques et exportations dans le bois.

Aujourd'hui, l'intérêt croissant pour le bois-énergie peut inciter à la récolte de bois rémanents (feuilles, branches de faibles diamètres), alors qu'ils présentent des concentrations en éléments minéraux cinq à sept fois plus fortes que le bois tronc. Afin d'éviter un appauvrissement des sols sur le long terme, la récolte des rémanents forestiers doit donc être raisonnée à partir d'une bonne connaissance des sols et de leur sensibilité à l'appauvrissement. De surcroît, avec des activités forestières de plus en plus mécanisées, laisser les branches au sol lorsque les machines circulent permet de diminuer les effets de tassement. Que l'on considère la perte de nutriments ou le tassement, la prévention est généralement plus efficace que la remédiation.





### Développer les référentiels et la formation pour une meilleure prévention

Les comportements inadéquats sont souvent liés à un manque d'informations et de connaissances pour les interpréter.

Les bases de données sur les sols participent à cette information, elles capitalisent la connaissance sur les sols forestiers, permettent de produire des référentiels, et alimentent les outils d'aide à la décision pour les rendre plus fiables et plus précis.

Ces derniers doivent être mis à disposition des opérateurs de terrain et associés à des recommandations et conseils concernant les pratiques de récolte. Le GIP-ECOFOR et l'ADEME portent cette ambition via le projet Gerboise «Gestion raisonnée de la récolte de bois énergie» qui vise à fournir aux opérateurs des recommandations relatives à la préservation des sols et de la biodiversité. Le projet Insensé en caractérise l'un des volets.



Enfin, la formation des gestionnaires, qu'elle soit initiale ou continue, reste essentielle à une bonne prise en compte des sols dans la gestion durable des forêts. A titre d'exemple, la réalisation d'un diagnostic Insensé nécessite au préalable de savoir caractériser des formes d'humus.



### Le projet Insensé : indicateur de sensibilité à l'export des rémanents

Le projet Insensé a été porté par l'ONF et l'Inra en collaboration avec Bordeaux Sciences Agro, AgroParisTech et l'ADEME. Son ambition est de développer un outil d'aide à la décision basé sur les dernières connaissances disponibles, mais qui reste utilisable par les gestionnaires forestiers. Pour cela, les bases de données sur les sols forestiers ont été utilisées pour mettre en relation des analyses physico-chimiques avec des indicateurs mis en œuvre sur le terrain à moindre coût. Elles s'appuient sur des données complémentaires relatives à la phyto-écologie (EcoPlant), à la croissance des peuplements forestiers (Gis Coop), aux observations de sites de surveillance (Renecofor ; système d'information Donesol du Gis Sol). Ce travail a pris la forme d'un diagnostic de sensibilité utilisable sur le terrain et basé sur des descripteurs des sols et des humus. Quatre classes de sensibilité ont été déterminées : faible, moyenne, forte ou indéterminée. Appliqué aux données de l'Inventaire Forestier National, ce diagnostic montre que seulement 30% des sols forestiers français auraient une sensibilité faible à un export supplémentaire. Cette analyse globale doit bien sûr être affinée sur le terrain.

### La gestion raisonnée des rémanents



#### Interview

Le recours à la biomasse forestière en substitution aux ressources fossiles va s'accroître pour répondre aux objectifs énergétiques et de lutte contre le changement climatique. La récolte de rémanents est parfois nécessaire à la rentabilité des chantiers de mobilisation de bois pour l'énergie sans nécessairement remettre en cause la durabilité de la production forestière. En 2006, l'ADEME a ainsi édité un premier guide «La récolte raisonnée des rémanents en forêt». Il donne des premiers critères pour déterminer la sensibilité d'un sol à la récolte des rémanents, et des éléments sur les mesures techniques à mettre en œuvre pour préserver la fertilité du sol. L'approche proposée reste relativement grossière et difficile à adapter à la diversité des chantiers, ce qui a pu limiter son appropriation par les professionnels.

#### Liens utiles

Gerboise

La récolte raisonnée des rémanents en forêt

Résobio

Dossier : la fertilité des sols forestiers

Film : «La forêt, le cycle des nutriments et l'exploitation du bois»

Rapport final du projet Insensé et outil développé





# Développer des référentiels sur les sols de Guyane pour mieux les préserver



Interview



**Michel Brossard**  
Pédologue et  
Représentant de l'IRD  
en Guyane



**«LES SOLS EN GUYANE NE SONT PAS PLUS FRAGILES OU MOINS FERTILES QUE D'AUTRES, MAIS ILS SONT DAVANTAGE EXPOSÉS»**

**40%**

**de l'effet de serre en Guyane provient de l'agriculture et de la déforestation (selon les données 2014 de Guyane-énergie-climat).**

## En un clin d'oeil

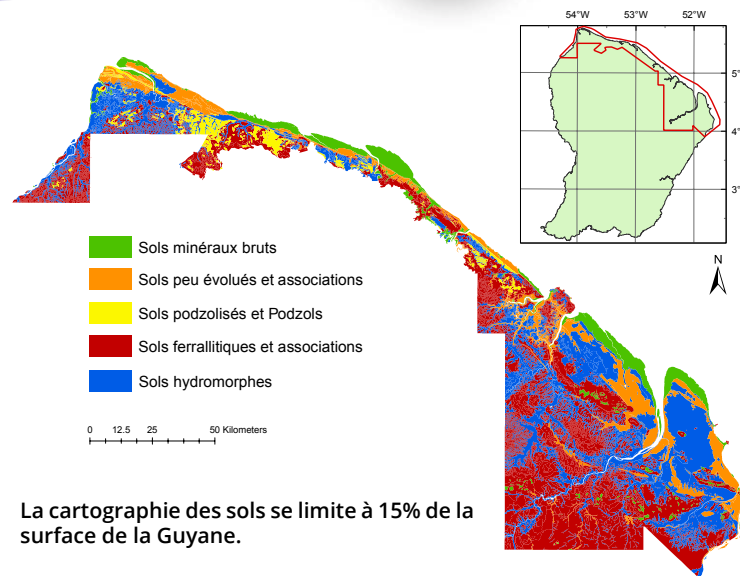
Les sols d'outre-mer français se caractérisent par une grande variété : l'ensemble de la palette des sols tropicaux s'y retrouve. Cette diversité s'exprime toutefois dans une dualité entre le territoire continental guyanais et les îles volcaniques des Antilles, de l'océan Indien et du Pacifique.

Le principal enjeu pour les sols en Guyane est la conservation des sols, fragilisés par la double contrainte anthropique et climatique. Les sols mis à nus par la déforestation sont en effet très sensibles au ruissellement et à l'érosion naturelle provoquée par les fortes pluies tropicales.

Dans les îles, une difficulté majeure consiste justement à savoir adapter les cultures à cette large diversité pédologique. Les travaux menés dans le cadre du Gis Sol ont permis de documenter largement l'information des sols iliens. Par ailleurs, le mode de gestion agricole dans des surfaces aussi petites et limitées que sont les îles est déterminant, notamment pour la valorisation des déchets agricoles produits.

## Les sols fragilisés par le changement d'affectation

Les études montrent que certains sols guyanais peuvent être peu drainants, avec des couches en profondeur relativement sèches et imperméables et ce, malgré une forte pluviométrie annuelle. Ainsi,



**La cartographie des sols se limite à 15% de la surface de la Guyane.**

des problèmes d'alimentation hydrique des plantes sous climat tropical humide peuvent apparaître. Les sols peuvent aussi présenter une certaine acidité en raison des fortes pluies entraînant en profondeur en particulier le calcium, peu retenu selon la texture et la nature des minéraux en présence. Dans tous les cas, le climat influe fortement sur la qualité des sols, alors qu'il a déjà été un élément clé de leur formation.

La «richesse chimique» des sols est donc principalement fournie par la matière organique qu'il est indispensable de préserver pour garantir une bonne fertilité des sols. Il faut savoir, par exemple, que le premier mètre d'épaisseur du sol recèle autant de carbone que dans la forêt épigée.

Or, les activités humaines questionnent le maintien des stocks organiques. Après déforestation, ces derniers tendent à diminuer plus ou moins fortement. En revanche, certaines stratégies agricoles réussissent au bout de 25 ans à rétablir le niveau initial de matière organique.

Par ailleurs, l'environnement guyanais est riche en mercure, un polluant qui se dissémine aisément dans les sols et rivières dès lors que la couverture végétale et les sols sont altérés. A cela s'ajoutent les intenses activités d'extraction aurifère, légales ou clandestines, qui viennent aggraver la situation. Environ 3500 km de fond de vallées et talwegs sont affectés par cette activité.





### Le projet CarSGuy



#### Interview

L'étude CarSGuy est menée en Guyane dans le cadre du programme de recherche sur l'Atténuation du changement climatique par l'agriculture et la forêt (REACTIF) porté par l'IRD et cofinancé par l'ADEME. Elle vise à estimer les stocks de carbone dans les sols forestiers susceptibles d'être transformés en terres agricoles. Ces estimations vont alimenter les bases de données pour proposer une répartition spatiale du carbone organique sur le territoire, via des outils de modélisation statistique. Il s'agit plus particulièrement de prédire le devenir des sols en fonction de leur futur mode de défrichement et de mise en culture. Le travail s'appuie sur les acquis de l'IRD, intégrés aux bases de données du Gis Sol et complétés par des collectes supplémentaires d'informations sur le terrain, ou par des données du RMQS. Un site exemplaire de coupe à blanc sans brûlis fait notamment l'objet d'analyses plus approfondies.

L'étude a aussi pour ambition d'employer des spectromètres de terrain pour quantifier les stocks de carbone organique. Cela aiderait à établir des bilans systématiques du niveau des stocks, de le faire beaucoup plus rapidement et sur des périodes plus longues. Cette méthode avait donné des résultats prometteurs en France métropolitaine.

Suite à ce projet, il s'agira de poursuivre la sensibilisation des acteurs publics et privés à cette question du carbone des sols en Guyane.



Érosion naturelle en Guyane

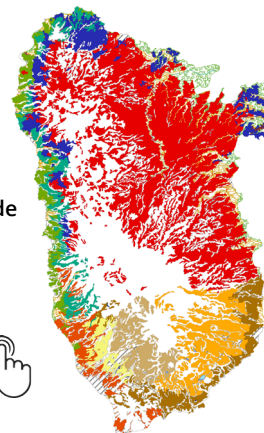
**10 - 20 tonnes**  
de terre par hectare et par an

Érosion en Guyane dans les espaces déforestés

**50 - 70 tonnes**  
tonnes de terre par hectare et par an.

### Des ressources inexploitées

La Guyane doit veiller à la protection de ses ressources naturelles et de son environnement fragile. Dans le même temps, elle est confrontée à une croissance démographique qui nécessite un développement urbain, économique et agricole. Dans ce cadre, l'information sur les sols pourrait nourrir la réflexion et l'expertise pour éclairer la décision publique mais ces informations sont insuffisamment exploitées, en raison d'un manque de connaissance et de formation dans les services des collectivités et de l'État. Un effort important dans ce domaine mérite d'être réalisé. En Guyane, il y a un déficit de compétence locale sur les sols par exemple.



Cette carte des sols de Basse-Terre illustre la très grande diversité de types de sols présents dans les îles françaises d'Outre-Mer.

Carte des sols Colmet-Daage de Basse-Terre, échelle 1/20 000, Créé par IRD ; Eco & Sol, 02 / 2013

### Dans les autres Outre-Mer

Dans le cadre du programme IGCS, les bases de données géographiques complètent des données allant jusqu'aux échelles du 1/50 000<sup>ème</sup> (La Réunion), 1/20 000<sup>ème</sup> (Basse-Terre de Guadeloupe & Martinique), 1/10 000<sup>ème</sup> (Grande-Terre de Guadeloupe).

Ces cartes ont été complétées par des données sémantiques décrivant les sols et leur environnement, ainsi que par des données analytiques pour certains profils types. De ce point de vue, l'information pédologique dans les îles est largement documentée, ce qui a notamment permis de mettre à jour la carte des potentialités agricoles des sols de la Guadeloupe par la DAAF.

En revanche, la BDAT n'a jamais été étendue aux territoires ultra-marins et les travaux du RMQS sont encore en cours de réalisation en Guyane, alors qu'une nouvelle campagne pour les îles doit être envisagée.

En outre-mer, le RMQS compte actuellement 67 sites répartis dans cinq départements : 10 sites en Guadeloupe, 8 en Martinique, 3 à Mayotte, 13 à La Réunion et 33 sur la bande côtière guyanaise.

#### Liens utiles

[CarsGuy](#)

[Éco & Sols](#)

[Cartothèque de l'IRD](#)

[Gis Sol](#)



# Acronymes

Acta Association de coordination technique agricole	Donesol Base de données nationale sur les sols
ADEME Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	EcoPlant Base de données phytoécologiques
Anataf Association nationale des agents territoriaux en charge de l'aménagement foncier	ESPASS (Bilan) Effet de serre, polluants atmosphériques et stockage des sols
Araa Association pour la relance agronomique en Alsace	FAO Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
BDAT Base de données des analyses de terre	Genosol Plateforme assurant l'acquisition, la conservation, la caractérisation et la mise à disposition des ressources génétiques microbiennes des sols
BDETM Base de données des éléments traces métalliques	GEOIDD Géographie et indicateurs liés au développement durable
CCAF Commission Communale d'Aménagement. Foncier	GEPPA Groupe d'études des problèmes de pédologie appliquée
CEC Capacité d'échange cationique	GES Gaz à effet de serre
CLE Commission locale de l'eau	GIP-ECOFOR Groupe d'intérêt public des écosystèmes forestiers
CNFPT Centre national de la fonction publique territoriale	Gis COOP Groupement d'intérêt scientifique «Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers»
CRA Grand Est Chambre régionale d'agriculture du Grand Est	Gis Sol Groupement d'intérêt scientifique Sol
DAAF Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt	

# Acronymes

IGCS Inventaire, gestion et conservation des sols	RMQS Réseau de mesures de la qualité des sols
IGN Institut national de l'information géographique et forestière	RMT Réseau mixte technologique
Inra Institut national de la recherche agronomique	RRP Référentiel régional pédologique
Inventaire forestier Inventaire forestier de l'Institut national de l'information géographique et forestière	SAU Surface agricole utile
IRD Institut de recherche pour le développement	SAGE Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
MAA Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation	SCOT Schéma de cohérence territoriale
MTES Ministère de la Transition Écologique et Solidaire	SDES Service de la donnée et des études statistiques du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire
OAD Outil d'aide à la décision	UCS Unité cartographique des sols
ONF Office National des Forêts	Unifa Union des industries de la fertilisation
PCAET Plan climat air-énergie territorial	VN Valeur neutralisante
Reactif Recherche sur l'atténuation du changement. climatique par l'agriculture et la forêt	
Renecofor Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers	



Réalisé par



Coordination technique : Joëlle Sauter, ARAA - CRA Grand Est ; Thomas Eglin, ADEME ; Véronique Antoni, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire ; Chantal Gascuel, Inra ; Marie-Francoise Slak, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation ; Loic Commagnac, IGN ; Thierry Becquer, IRD ; Antonio Bispo, Inra

Comment citer le document : Gis Sol – RMT Sols et Territoires – 2018, L'information sur les sols en France : quels outils disponibles pour quelles utilisations, 34 pages

Avec la participation de Marion Bardy, anciennement Inra ; Blandine Lemerrier Agrocampus Ouest ; Daniel Hanocq, Chambre d'agriculture du Finistère ; Julien Halska, Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire ; Lionel Ranjard, Inra ; Diane-Laure Sorel, SAGE Estuaire de la Gironde ; Philippe Chéry, Bordeaux Sciences Agro ; Philippe Eveillard, UNIFA ; Joël Moulin, Chambre d'agriculture de l'Indre, Daniel Calame, syndicat intercommunal des eaux du Val de Creuse ; Michel Brossard, IRD ; Thomas Blais, ADEME ; Mireille Hurst, Conseil départemental du Haut-Rhin, Jean-Paul Party, Sol-Conseil ; Alain Bouthier, Arvalis ; Noémie Pousse, ONF ; Francesca Degan, ACTA, ; Claudy Jolivet, Inra.

Crédit photo : pages 3, 4, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29 : Terre21 ; pages 6, 7 : Inra unité Infosol ; page 8 : CRA Nouvelle Aquitaine ; page 11 : M.Hurst ; page 25 : JC. Lacassin ; page 26 : Agrocampus Ouest, pages 29, 30 : IRD ; pages 14, 15, 16, 20 : Joël Moulin, Chambre d'agriculture de l'Indre ; page 22 : UNIFA

Coordination éditoriale : ARAA - CRA Grand Est

Rédaction: Arnoudeth Traimany, Terre 21 et Joëlle Sauter, ARAA - CRA Grand Est

Création graphique : Terre21

Dépôt légal : août 2018  
ISBN 978-2-9565393-0-8



**GisSol**

**Sols & Territoires**  
Réseau Mixte Technologique

**ADEME**  
  
Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

**Grand Est**  
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

  
**AGRICULTURES  
& TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
GRAND EST

  
AVEC LA  
CONTRIBUTION  
FINANCIÈRE  
DU COMPTE  
D'AFFECTATION  
SPECIALÉ  
DÉVELOPPEMENT  
AGRICOLE  
ET RURAL

MINISTÈRE  
DU L'AGRICULTURE  
ET DE  
L'ALIMENTATION

  
**Association pour la Relance  
Agronomique en Alsace**