



**HAL**  
open science

## **L'inventaire, la surveillance et l'état des sols en France, en Europe et dans le monde**

Dominique D. Arrouays, Véronique Antoni, Antonio Bispo, Michel Brossard,  
Estelle Villanneau, Marion Bardy, Christine Le Bas, Pierre Stengel

### ► **To cite this version:**

Dominique D. Arrouays, Véronique Antoni, Antonio Bispo, Michel Brossard, Estelle Villanneau, et al.. L'inventaire, la surveillance et l'état des sols en France, en Europe et dans le monde. *Géosciences*, 2014, 18, pp.16-23. hal-02635901

**HAL Id: hal-02635901**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02635901v1>**

Submitted on 27 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les sols sont le support de nos activités agricoles et sylvicoles et les garants de notre sécurité alimentaire. Ils assurent un grand nombre de services écosystémiques qui sont au cœur de grands enjeux planétaires. Pourtant ils restent encore largement méconnus, en particulier au niveau mondial. Les programmes du Groupement d'intérêt scientifique Sol ont permis de délivrer en 2011 le premier rapport sur *L'état des sols de France*. Ce rapport souligne les connaissances acquises ainsi que les inquiétudes et les incertitudes relatives à l'évolution de ces sols.

Sol fraîchement labouré, région du Lion d'Angers, collines du Briovérien.

Newly plowed soil in the Lion d'Angers area, Brioverian hills.

© A. Bispo, ADEME.

# l'inventaire, la surveillance et l'état des sols en France, en Europe et dans le monde



### Dominique Arrouays

INRA, INGÉNIEUR DE RECHERCHES  
PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE  
POUR L'ÉTUDE DES SOLS (AFES)  
Dominique.Arrouays@orleans.inra.fr



### Véronique Antoni

MEDDE, CHARGÉE DE MISSION  
SOL ET SOUS-SOL  
veronique.antoni@developpement-  
durable.gouv.fr



### Antonio Bispo

ADEME,  
COORDINATEUR R&D ET « SOLS »  
antonio.bispo@ademe.fr



### Michel Brossard

IRD, Eco&SOLS  
PÉDOLOGUE, DIRECTEUR DE RECHERCHE  
michel.brossard@ird.fr



### Estelle Villanneau

GÉO-HYD  
estelle.villanneau@anteagroup.com

**Marion Bardy** INRA, DIRECTRICE DE L'UNITÉ INFO SOL

**Christine Le Bas** INRA, INGÉNIEUR DE RECHERCHE

**Pierre Stengel** DIRECTEUR DE RECHERCHE, PHYSICIEN DU SOL

En position d'interface dans l'environnement, les sols rendent un grand nombre de services écosystémiques. Ils sont au cœur de grands enjeux planétaires particulièrement prégnants comme la sécurité alimentaire (en approvisionnement et en qualité), la qualité des masses d'eau souterraines et superficielles, le changement climatique ou la biodiversité. Les sols constituent donc une ressource naturelle qu'il convient d'épargner et de valoriser efficacement et durablement. Leur formation est très lente et leur destruction peut être rapide et quasi irréversible. C'est en ce sens que l'on peut qualifier les sols de ressources non renouvelables. Or les sols sont soumis à une pression accrue qui se traduit par des menaces sur la durabilité de leurs fonctions :

- l'imperméabilisation sous l'effet de l'étalement urbain et de celui des infrastructures ;
- l'érosion par la pluie, le vent ou les travaux aratoires ;
- la baisse des teneurs en matière organique et des stocks de carbone des sols ;
- la contamination diffuse ou ponctuelle par des polluants ;
- le tassement par les engins agricoles ou forestiers ;
- la baisse de la biodiversité et du patrimoine génétique des organismes du sol ;
- les inondations et les glissements de terrain ;

Les sols sont soumis à une pression accrue qui se traduit par des menaces sur la durabilité de leurs fonctions.

- la salinisation ;
- l'acidification, sous l'effet de phénomènes naturels ou d'origine humaine.

À l'échelle du territoire français, les deux premiers points sont les plus préoccupants. À l'échelle mondiale s'y ajoute en particulier la contamination, particulièrement prégnante dans les grands pays émergents (Chine, Inde).

La désertification, sous l'effet du changement climatique et de l'augmentation des surfaces touchées par l'aridité, est également accentuée par des dégradations d'origine naturelle ou humaine : érosion, surpâturage, salinisation.

Les propriétés des sols présentent une forte variabilité spatiale ; pour les gérer au mieux, il convient d'en

réaliser un inventaire cartographique (*voir encadré ci-dessous*). Certaines propriétés sont susceptibles d'évoluer assez rapidement, en particulier sous l'effet des pressions anthropiques ou du changement climatique. C'est pourquoi des dispositifs de surveillance sont nécessaires afin de détecter précocement des dégradations qui pourraient devenir irréversibles.

### L'inventaire, la surveillance et l'état des sols dans le monde

À l'échelle mondiale, la seule base de données géographique sur les sols correspond à une cartographie réalisée à l'échelle du 1/5 000 000 (FAO-UNESCO-ISRIC, 1990). Cette carte de synthèse est fondée sur des regroupements de types de sol à un très haut niveau taxinomique. Son échelle ne permet pas une utilisation

#### ▶ APPORTS DE LA SPECTROMÉTRIE GAMMA AÉROPORTÉE À LA CARTOGRAPHIE DES SOLS

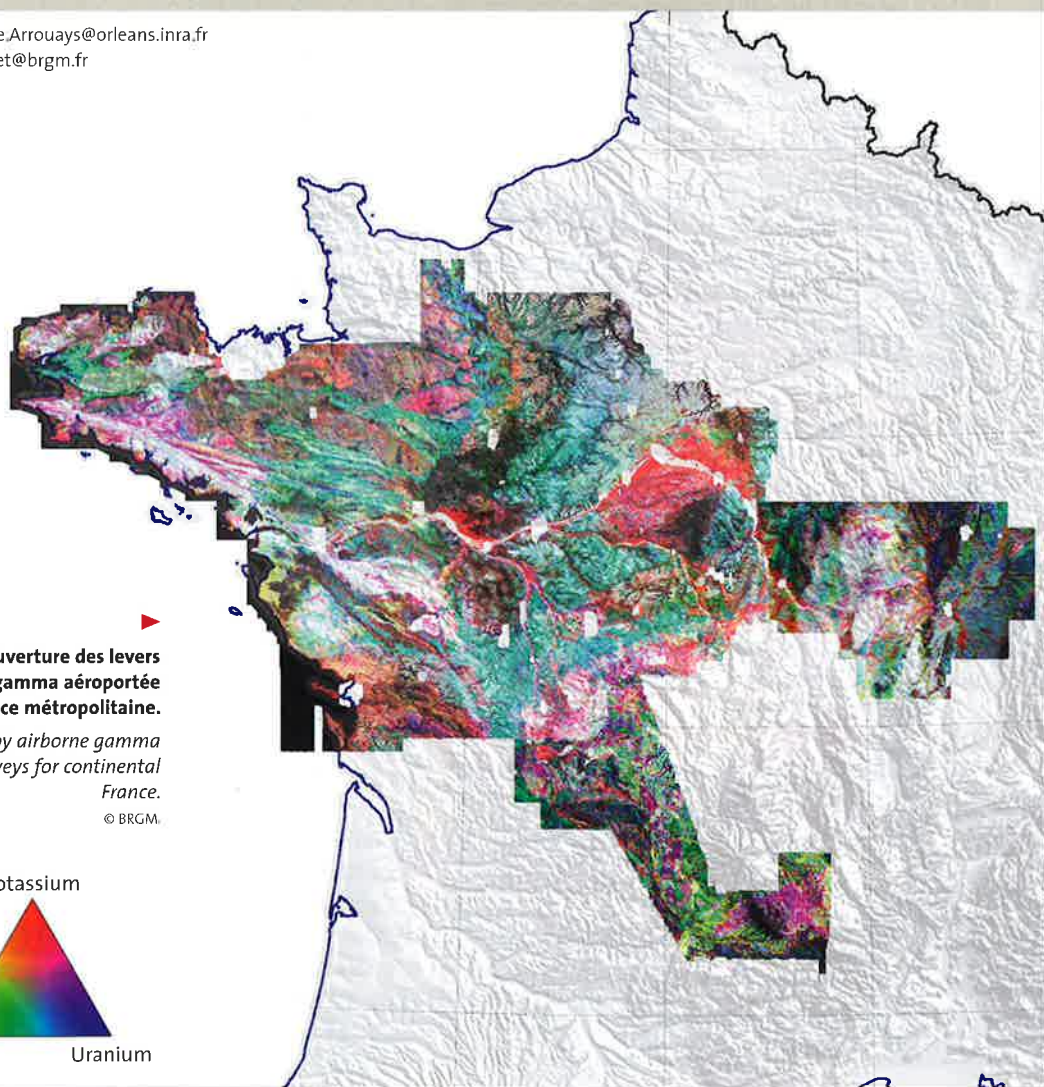
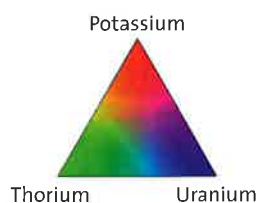
Dominique Arrouays – Inra – Dominique.Arrouays@orleans.inra.fr  
Guillaume Martelet – BRGM – g.martelet@brgm.fr

La spectrométrie gamma aéroportée mesure la quantité et l'énergie des photons gamma émis par désintégration radioactive de radioisotopes naturels présents dans les roches et les sols. Cette méthode d'acquisition géophysique restitue une information géochimique, sous la forme de cartes de teneurs en potassium, uranium et thorium du premier mètre du sol. Cette information spatiale a été utilisée avec succès comme donnée d'entrée de modèles permettant de prédire la distribution géographique de propriétés des sols.

▶ **Couverture des levés de spectrométrie gamma aéroportée en France métropolitaine.**

*Coverage by airborne gamma spectrometry surveys for continental France.*

© BRGM.



à des résolutions continentales ou nationales. De plus cette base de données est essentiellement qualitative. Elle a été cependant utilisée pour effectuer des estimations quantitatives de propriétés des sols (comme les stocks de carbone organique), mais ces dernières restent très imprécises. Hartemink (2008) a estimé qu'un tiers des pays dans le monde ne disposait pas encore d'une cartographie de leurs sols à une échelle supérieure au 1/1 000 000, ce qui représente 69 % des terres émergées.

En Europe, la base de données géographique harmonisée la plus précise correspond à une échelle du 1/1 000 000 [King *et al.* (1995)] et de nombreux pays (dont la France) ne disposent pas encore d'une carte de leurs sols à une échelle supérieure ou égale au 1/250 000.

Les dispositifs de surveillance systématique des sols ne sont présents que dans les pays les plus développés et se caractérisent par une très grande hétérogénéité, tant dans leurs stratégies d'échantillonnage que dans les paramètres suivis et les méthodes employées [Morvan *et al.* (2008) ; Arrouays *et al.* (2012)].

Malgré cette pauvreté en données, certaines estimations de l'état des sols dans le monde et en Europe ont été produites, notamment par la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) et les Nations unies. On estime ainsi que 22 % des terres émergées possèdent des sols potentiellement favorables à l'agriculture et que, parmi ceux-ci, 60 % sont touchés par une ou plusieurs formes de dégradation. À l'échelle mondiale, la perte en sol par érosion est estimée à 24 milliards de tonnes par an, soit environ 3,4 tonnes par habitant et par an. Environ 20 millions d'hectares de sols agricoles sont convertis chaque année dans le monde pour l'expansion urbaine et industrielle, soit plus que la surface des terres arables de France [Nachtergaele *et al.* (2011)], ce qui représente un taux d'artificialisation de 6 350 m<sup>2</sup> par seconde. La contamination des sols

## ► LE GIS SOL

Le Gis Sol a été créé en 2001. Il regroupe le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF), le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), l'Institut national de la recherche agronomique (Inra), l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

Son objectif est de constituer et de gérer un système d'information sur les sols de France répondant à échéance réaliste aux besoins régionaux et nationaux, dans le contexte européen. Le Gis Sol organise la concertation et la coopération entre ses membres dans le but de concevoir, orienter, coordonner, et s'assurer que se réalisent dans les meilleures conditions, des actions d'inventaire géographique des sols, de suivi opérationnel de leurs qualités, de création et de gestion d'information répondant aux demandes des pouvoirs publics et de la société.

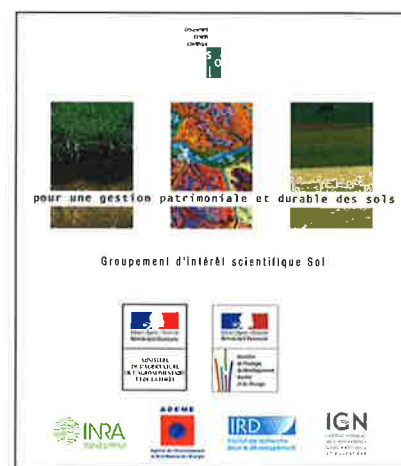
Le Gis Sol constitue ainsi le seul outil de surveillance environnementale des sols dont la France dispose. Ses travaux sont conduits autour de trois grands programmes complémentaires : l'Inventaire, gestion et conservation des sols (IGCS), le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) et la Base de données des analyses de terre (BDAT). Le premier état des lieux sur la qualité des sols de France métropolitaine et des Outre-mer a été publié en 2011, dans le rapport sur *L'état des sols de France*.

Les coprésidents du Gis Sol sont :

– Rik Vandervyn, Adjoint à la sous-direction de la biomasse et de l'environnement à la Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires, MAAF ;

– Valéry Morard, Sous-directeur de l'information environnementale au Service de l'observation et des statistiques du Commissariat général au développement durable, MEDDE.

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



par des éléments traces métalliques ou des polluants organiques persistants est un problème majeur dans certains grands pays émergents comme l'Inde ou la Chine. Ainsi, les pertes de production en céréales liées à la contamination représentent environ 12 % de la production totale en Chine, soit un coût de l'ordre de 2,6 milliards d'euros par an.

Devant les enjeux globaux posés par la gestion des sols, la communauté internationale s'est organisée en 2012 pour mettre en place un partenariat global sur les sols sous l'égide de la FAO ([www.fao.org/globalsoilpartnership](http://www.fao.org/globalsoilpartnership)). L'un des piliers majeurs de ce partenariat sera de mettre en place des bases de données harmonisées sur les caractéristiques des sols et sur leur évolution.

20 millions d'hectares de sols agricoles sont convertis chaque année dans le monde pour l'expansion urbaine et industrielle.

**Fig. 1 : Artificialisation des sols entre 2000 et 2006.**

*Fig. 1: Soil sealing between 2000 and 2006.*

Source : UE-SOeS CORINE Land Cover, 2006, IGN, GeoFLA®, 2010 - France entière par canton, ►

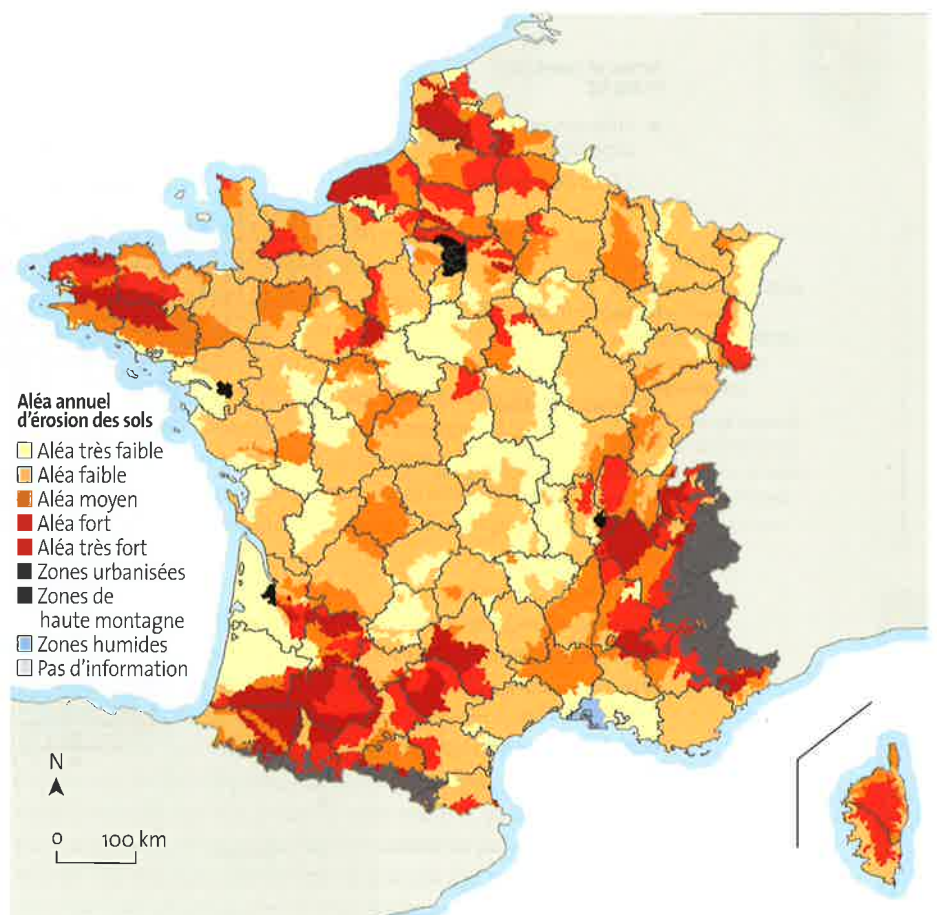
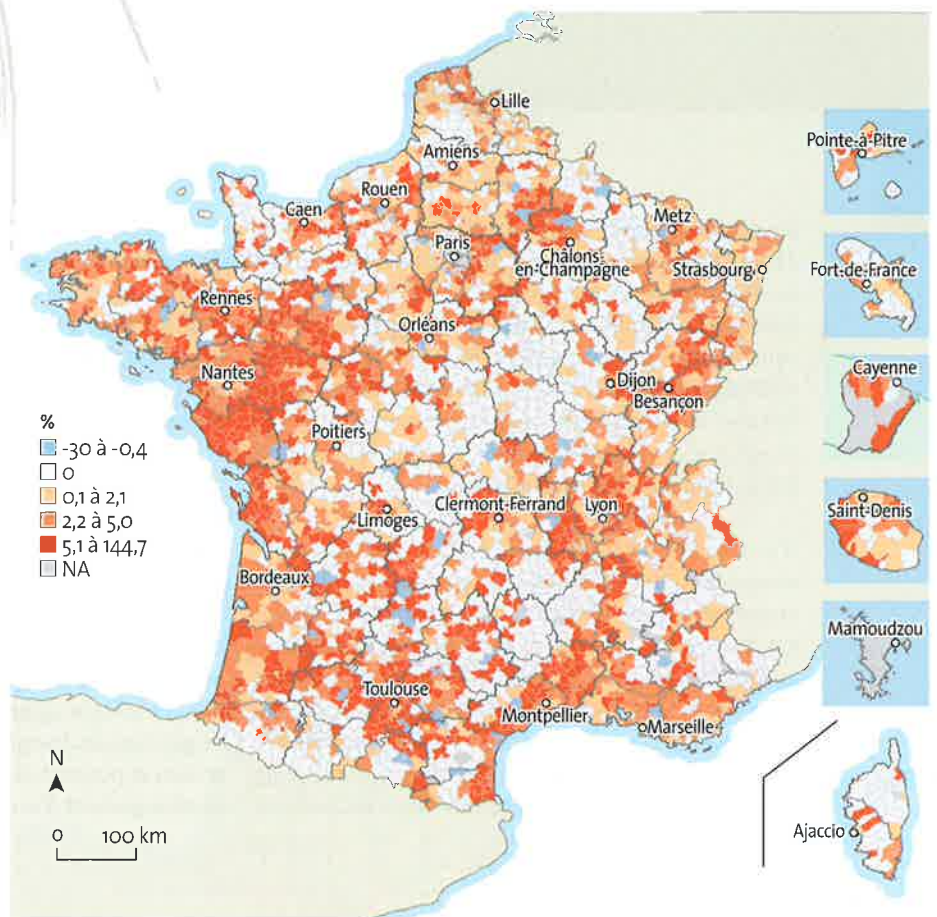
## Que savons-nous de l'état des sols de France ?

En France, un Groupement d'intérêt scientifique sur les sols a été constitué en 2000 (*Gis Sol*, voir encadré p. 18). Ses actions ont permis de dresser un premier bilan de l'état des sols de France (*Gis Sol*, 2011), qui souligne les principales inquiétudes relatives à l'évolution de leur qualité. Néanmoins, il met en évidence un certain nombre de points positifs. Enfin, il met également en lumière les points pour lesquels subsistent de fortes incertitudes. Celles-ci ont différentes origines : manque de recul pour juger des évolutions en cours, modification et impact des pressions futures, absence de données ou d'indicateurs pertinents. Nous en dressons ici les principales conclusions.

Certaines menaces apparaissent aujourd'hui particulièrement prégnantes ou ont parfois déjà provoqué des dommages quasi irréversibles.

La progression de l'artificialisation (*figure 1*) s'est accélérée durant la dernière décennie : l'imperméabilisation des sols a ainsi touché environ 610 000 hectares en sept ans, entre 2003 et 2009, contre la même surface en dix ans entre 1992 et 2003. Les espaces artificialisés se sont étendus principalement au détriment des sols agricoles qui, pour plus d'un tiers d'entre eux, étaient de très bonne qualité agronomique.

Une autre inquiétude majeure concerne l'érosion des sols qui entraîne une perte souvent considérée comme irréversible. Elle affecte principalement les sols agricoles limoneux sensibles à la battance des bassins parisien et aquitain, ainsi que certains terrains de piémont et méditerranéens. On estime que pour environ 20 % du territoire métropolitain les pertes en sol provoquées par l'érosion sont supérieures aux volumes de sol formés par l'altération naturelle des roches (*figure 2*). Dans ces situations, l'érosion est donc susceptible de remettre en cause la durabilité à long terme



**Fig. 2 : Aléa annuel d'érosion des sols en France métropolitaine, intégré par petite région naturelle.**

*Fig. 2: Annual erosion hazard for soils in continental France, integrated over small natural regions.*

Source, Gis Sol-Inra-SOeS, 2011.

de certains agroécosystèmes et contribue à la dégradation des milieux aquatiques. Elle pourrait de plus se trouver amplifiée par une augmentation des événements climatiques extrêmes et ainsi s'accélérer sous l'effet du changement climatique. Certains aménagements ou certaines pratiques (mise en place de haies et de fossés, couverture permanente du sol, travail du sol parallèlement aux courbes de niveaux) permettent de lutter contre l'érosion.

D'autres dommages passés sont difficilement réversibles. C'est en particulier le cas d'un certain nombre de contaminations diffuses ou locales dont l'origine est historique (plomb des carburants, chlordécone aux Antilles, etc.). Pour certains de ces contaminants, leur interdiction (arséniate de plomb, divers polluants organiques persistants, etc.) ou un meilleur contrôle des sources (limitation des rejets industriels, diminution de certains additifs dans l'alimentation animale, contrôle

des teneurs en contaminants dans les boues de station d'épuration destinées au recyclage en agriculture, etc.) permet de penser que les pressions sur les sols seront moins fortes à l'avenir. Pour d'autres contaminants (par exemple, le lindane), les voies de dispersion dans l'environnement posent encore de nombreuses questions quant à leur devenir.

La contamination en cuivre des sols viticoles est généralisée (figure 3). On la constate en particulier dans le Bordelais, dans les vignobles du Languedoc-Roussillon, la région de Cognac, et des niveaux élevés en plomb sont présents dans le Val de Loire, les vallées du Rhône et de la Saône, ainsi qu'en Alsace et en Champagne. Si cette contamination ne présente *a priori* pas de danger pour la vigne elle-même, elle est susceptible de générer des transferts par érosion vers la ressource en eau et pourrait devenir un handicap majeur en cas de changement d'usage des sols.

**Fig. 3 : Teneurs en cuivre total des échantillons de surface (0-30 cm) des sols du Réseau de mesures de la qualité des sols (Source, GIs Sol - RMQS, 2011). La carte souligne également la distribution géographique des grandes lithologies dont sont issus les sols analysés.**

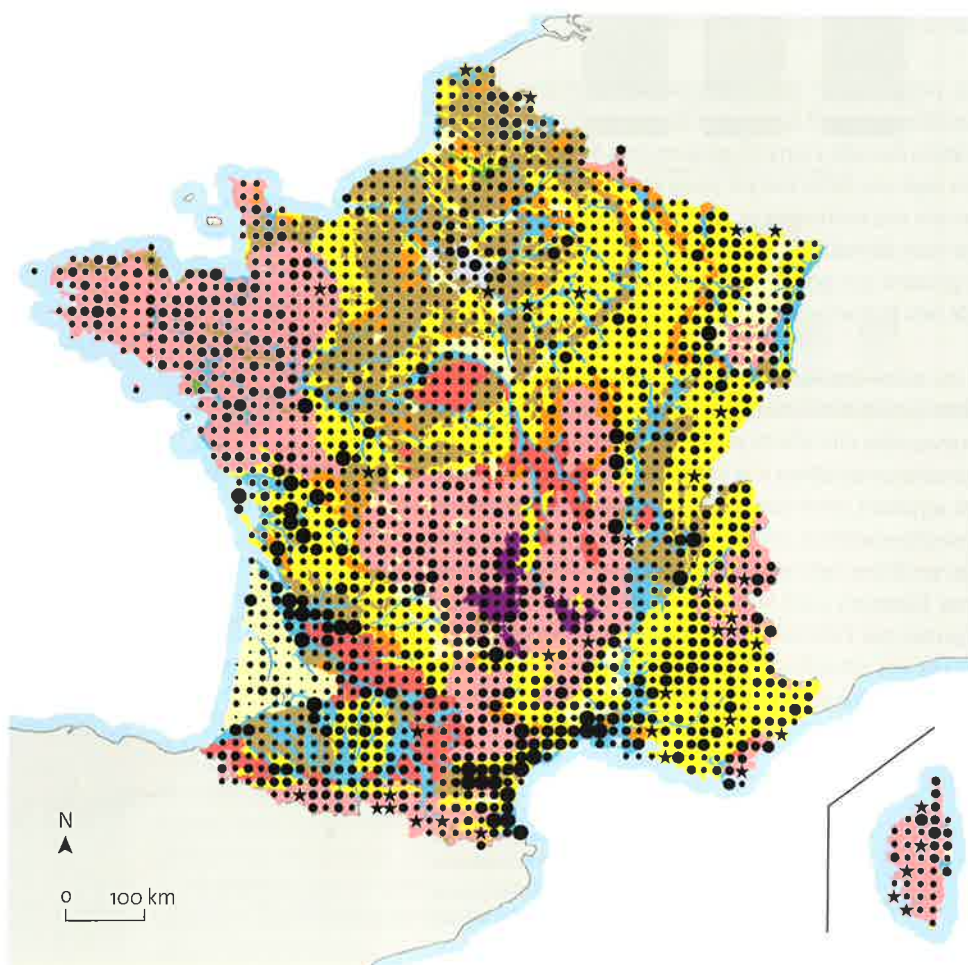
*Fig. 3: Total copper content in surface samples (0-30 cm) of soils in the Soil Quality Monitoring Network (Source, GIs Sol - RMQS, 2011). The map likewise underscores the geographical distribution of the broad lithologies from which the analyzed soils are drawn.*

**Teneur en cuivre total en mg.kg<sup>-1</sup>**

- ★ Prélèvement impossible
- . < Seuil de détection
- 1 - 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- > 100 - (max.: 508)

**Matériaux parentaux**

- Pas d'information
- Dépôts alluviaux marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches

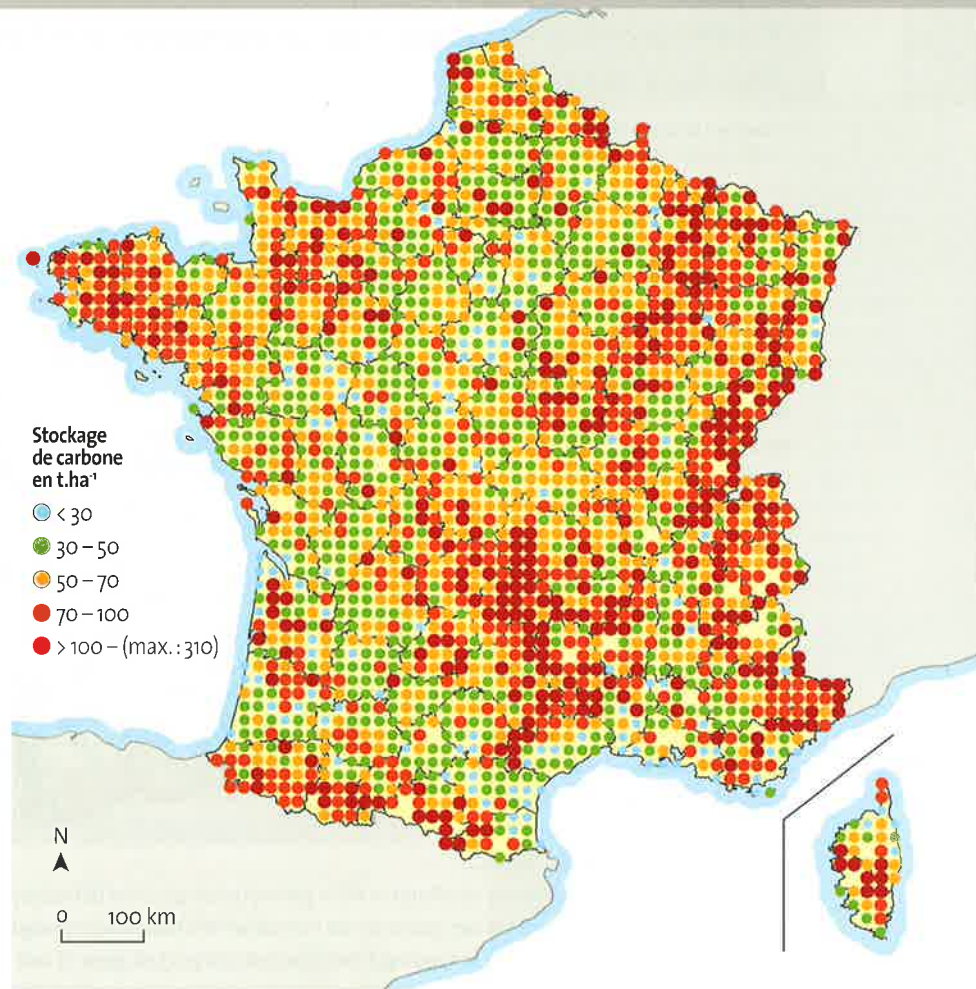


Les distributions géographiques de certains éléments traces métalliques comme le plomb ou le cadmium sont liées à des phénomènes de contamination diffuse. Ces phénomènes touchent principalement les zones urbaines et industrielles et montrent parfois de larges gradients affectant les secteurs situés en périphérie. Toutefois, la majorité des contaminants analysés ne sont mesurés qu'en très petites quantités dans les sols et ne présentent qu'un très faible risque de transfert dans la chaîne alimentaire.

De nombreux polluants organiques ne sont pas – ou ne sont que très rarement – observés dans les sols. Inversement, certains sont relativement ubiquistes dans les sols, comme le DDT, le lindane et certains HAP. Le chlordécone constitue un exemple extrême de contamination avérée dans les sols des bananeraies des Antilles. Des simulations effectuées par modélisation montrent que certains sols seront encore contaminés dans plusieurs siècles, compte tenu de sa persistance.

Au plan de la fertilité chimique, l'évaluation de l'état des sols de France ne fait pas apparaître la nécessité d'une alerte générale, même si certains points restent préoccupants et nécessiteraient une analyse approfondie des flux en entrée et en sortie. La juxtaposition de situations d'excédents et d'insuffisances potentielles, en particulier en ce qui concerne le phosphore, soulève la question d'une meilleure valorisation des effluents d'élevage. En effet, de nombreux sols présentent des teneurs en phosphore relativement faibles, alors que l'augmentation de ces teneurs en situation d'excédent structurel, dans les régions d'élevage concentré, reste très préoccupante en raison de son impact sur la qualité des eaux et l'eutrophisation des eaux de surface. Les sols agricoles ne s'acidifient pas. Au contraire, des travaux récents semblent montrer une augmentation du pH dans les situations les plus acides. L'acidification des sols agricoles semble donc être gérée efficacement

*Au plan de la fertilité chimique, l'évaluation de l'état des sols de France ne fait pas apparaître la nécessité d'une alerte générale.*



à l'échelle nationale, ce processus étant contrebalancé par l'apport d'amendements minéraux dans les sols non carbonatés. En revanche, en milieu naturel et forestier, de nombreux sols sont très acides et la tendance à long terme reste incertaine, comme d'ailleurs l'évolution de la plupart des paramètres de fertilité chimique des sols de ces milieux. La perspective d'une augmentation possible des prélèvements de biomasse en forêt pose par ailleurs la question du maintien d'un bilan suffisant en éléments nutritifs dans ces sols.

Vis-à-vis du changement climatique, les sols représentent à la fois un potentiel d'adaptation et d'atténuation. Les sols de France métropolitaine abritent un stock de carbone organique considérable évalué à environ 3,5 milliards de tonnes dans les trente premiers centimètres (figure 4). La distribution géographique nationale des stocks de carbone montre qu'ils sont, à cette échelle, principalement contrôlés par le climat et l'occupation des sols, ainsi que par certains paramètres pédologiques (teneur en argile, acidité).

**Fig. 4 : Stock de carbone organique dans les trente premiers centimètres des sols de France métropolitaine.**

*Fig. 4: Stock of organic carbon in the topmost 30 centimeters of soils in continental France.*

Source : Gis Sol, RMOQS, 2010 ; IGN, Geofla®, 2006.



## ► CARTOGRAPHIE NATIONALE DE LA BIOMASSE MOLÉCULAIRE MICROBIENNE DES SOLS FRANÇAIS

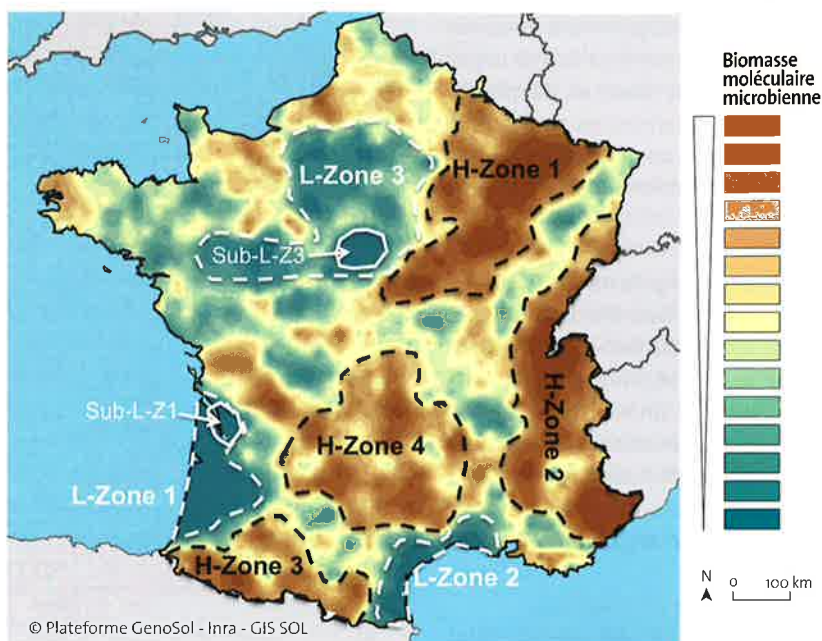
Samuel Dequiedt, Philippe Lemanceau, Mélanie Lelievre, Lionel Ranjard

UMR-Agroécologie – plate-forme GenoSol, Centre Inra Dijon – [http://www2.dijon.inra.fr/plateforme\\_genosol/](http://www2.dijon.inra.fr/plateforme_genosol/)

L'ADN des 2 200 sols du Réseau de mesures de la qualité des sols (couverture nationale selon une grille systématique de 16 km x 16 km) a été extrait par des techniques de biologie moléculaire. La quantité d'ADN extrait correspond à la mesure de la biomasse microbienne.

Cette carte met en évidence une structure hétérogène mais spatialement structurée de la biomasse microbienne du sol à l'échelle du territoire national. Les zones H correspondent à des zones où la quantité de biomasse microbienne est forte et les zones L où elle est faible. Cette répartition démontre une forte influence du matériau parental et donc de la nature des sols ainsi que de leur mode d'usage (forêts, prairies, sols agricoles, vignes...).

À cette échelle, aucune influence du climat ni de la géomorphologie n'est détectable. Les sous-zones correspondent à de petites zones géographiques présentant des quantités de biomasses microbiennes homogènes et anormalement faibles. Pour la sub-L-zone 3, cela peut s'expliquer par la typologie des sols (sol sableux) et, pour la sub-L-zone 1, par la présence de vignobles. Plus précisément, la texture, le pH et la teneur en carbone sont les principaux paramètres des sols qui influencent la biomasse microbienne. La présence de vignes ou de grandes cultures de type monoculture affectent fortement la biomasse microbienne du sol.



**Source :** Extrait de S. Dequiedt, N.P.A. Saby, M. Lelievre, C. Jolivet, J. Thioulouse, B. Toutain, D. Arrouays, A. Bispo, P. Lemanceau, and L. Ranjard (2011) – Biogeographical Patterns of Soil Molecular Microbial Biomass as Influenced by Soil Characteristics and Management. *Global Ecology and Biogeography*, 20: 641-652.

Ce stock de carbone est en baisse dans un certain nombre de situations agricoles bien identifiées, le plus souvent en raison de changements d'usages ou de pratiques qui se sont produits depuis quelques décennies. Dans d'autres situations, il semble stabilisé, voire en légère augmentation. Le potentiel de stockage additionnel sous l'effet de changements d'usages (reboisement, etc.) ou de pratiques (techniques culturales simplifiées, etc.) a été estimé dans une fourchette comprise entre 1 et 3 millions de tonnes par an. La gestion du carbone des sols représente donc un levier temporaire d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. En revanche, ce stockage ne constitue pas une solution à long terme et sa durabilité est très incertaine.

L'analyse réalisée sur l'ADN microbien des sols de France, tant en quantité qu'en biodiversité, montre, d'une part, qu'aucun sol n'est stérilisé, et que, d'autre part, les micro-organismes représentent un potentiel considérable pour une gestion plus écologique des sols et de la production agricole (voir encadré ci-dessus).

### Quelles incertitudes sur l'évolution de la qualité des sols de France ?

Si la connaissance de l'état des sols de France a considérablement progressé, de nombreuses incertitudes et interrogations subsistent encore. Elles portent, par exemple, sur le stockage du carbone et son devenir sous l'effet du changement climatique, sur l'évolution de la biodiversité ou celle de l'état physique des sols.





### **Inventory, monitoring and state of soils in France, Europe and the world**

*The state of soils in the world remains largely unknown and is subject to very large uncertainties. A first assessment of the state of soils in France was produced in 2011 in the framework of the French Group of Scientific Interest on soils. It underlines the main concerns regarding the evolution of soil quality. It also presents numerous positive points. Finally, it highlights considerable uncertainties on some points, due to various causes: a lack of historical data to evaluate on-going evolution; the modification and impact of future pressures; and the absence of data or relevant indicators. The appraisal therefore remains quite balanced. However, certain threats currently emerge as particularly preoccupying or, in some instances, have even already caused damage that is virtually irreversible. The development of soil sealing has accelerated over the last decade. Erosion could also accelerate due to climate change. Other past damage is difficult to remediate, particularly for diffuse or local contaminations of historical origin. However, the majority of contaminants are present in the soils only in very small quantities. With regard to chemical fertility, this assessment does not suggest a need for general alarm, although some issues of concern do remain and require an analysis in greater depth as to their input and output pathways. Many uncertainties and issues remain. Beyond this national assessment, greater involvement in local-level management on the part of local stakeholders is required to maintain and improve soil quality. Regional operations producing a mapped inventory of the soils, which are nearing completion, can be expected to become precious tools in soil management and decision-making processes, guaranteeing the maintenance of their services to the ecosystems. A global soil report is being prepared under the auspices of the FAO and should be released in 2015.*

Certaines de ces incertitudes sont tout simplement liées à l'absence de données. On ne dispose pas encore, par exemple, d'un inventaire national de la distribution de certains contaminants (arsenic, mercure, sélénium, etc.), ni de la méso et de la macro-faune du sol. Pour certains de ces paramètres, le conservatoire d'échantillons de sols, mis en place dans le cadre des programmes du Gis Sol, constitue une véritable mémoire des sols et devrait permettre de reconstituer *a posteriori* certaines évolutions. Les incertitudes concernent également certains contaminants des sols, comme les substances médicamenteuses ou des perturbateurs endocriniens. D'autres incertitudes sont inhérentes à l'évolution possible des pressions liées aux activités humaines, comme l'artificialisation, l'agriculture ou l'industrie. Par exemple, la méconnaissance de l'évolution climatique future, et de son impact sur la dynamique des matières organiques des sols, ne permettent pas de réaliser aujourd'hui un pronostic spatialisé de l'évolution des stocks de carbone des sols. De même, les changements d'occupation, d'usages ou de pratiques, qui représentent des facteurs majeurs d'évolution des pressions sur les sols, dépendront de contingences économiques ou politiques qui restent en grande partie imprévisibles à moyen et long termes.

*“ Le conservatoire d'échantillons de sols, mis en place dans le cadre des programmes du Gis Sol, constitue une véritable mémoire des sols. ”*

### **Conclusion**

Grâce à la mise en place des programmes du Gis Sol, un premier état des lieux sur la qualité des sols de France métropolitaine et Outre-mer a pu être réalisé. Au-delà de ce diagnostic national, l'amélioration et le maintien de la qualité des sols nécessitent une gestion plus locale par les acteurs concernés. À ce titre, les opérations régionales d'inventaire cartographique des sols, en voie d'achèvement, devraient constituer des outils précieux d'aide à la décision pour une gestion des sols garantissant le maintien de leurs services écosystémiques.

Au plan plus global, il n'existe pas de rapport exhaustif concernant l'état des sols dans le monde. Ce manque sera bientôt comblé par la publication d'un rapport sur l'état des sols du monde, sous l'égide du partenariat global sur les sols mis en place par la FAO. Ce rapport sera publié en 2015, année récemment déclarée « année internationale des sols » par les Nations unies. ■