

# Les sols français à surveiller



© Inra / Jean Weber

**La première étude microbiologique des sols à l'échelle nationale montre que l'abondance et la biodiversité des microorganismes dépendent du type de sol et de son utilisation, plus que du climat. Ces résultats novateurs constituent un des volets du rapport sur la qualité des sols, présenté en novembre 2011 par le Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, coordonné par l'Inra.**

**L**es sols représentent un réservoir de biodiversité microbienne indispensable à la vie. Ces microorganismes, bactéries, champignons, sont des « recycleurs » de nutriments pour les végétaux. Sans eux, pas de minéralisation de la matière organique des sols et donc pas de fertilité.

Un réseau de mesures national de la qualité des sols (RMQS) a mesuré l'état microbiologique des sols français. Ses premières conclusions dévoilent des nouveautés parfois inattendues sur l'assemblage des communautés microbiennes du sol et leur organisation spatiale.

Les chercheurs de l'Inra de Dijon (1) ont développé une méthodologie qui permet de caractériser la microflore du sol, à la fois en quantité et en qualité, sur plus de 2 000 échantillons correspondant à un maillage systématique du territoire français de 16km x 16km. Les travaux font apparaître un résultat nouveau et remarquable : les communautés microbiennes ne sont pas distribuées aléatoirement, mais sous forme de « patches » d'assez grande taille, jusqu'à

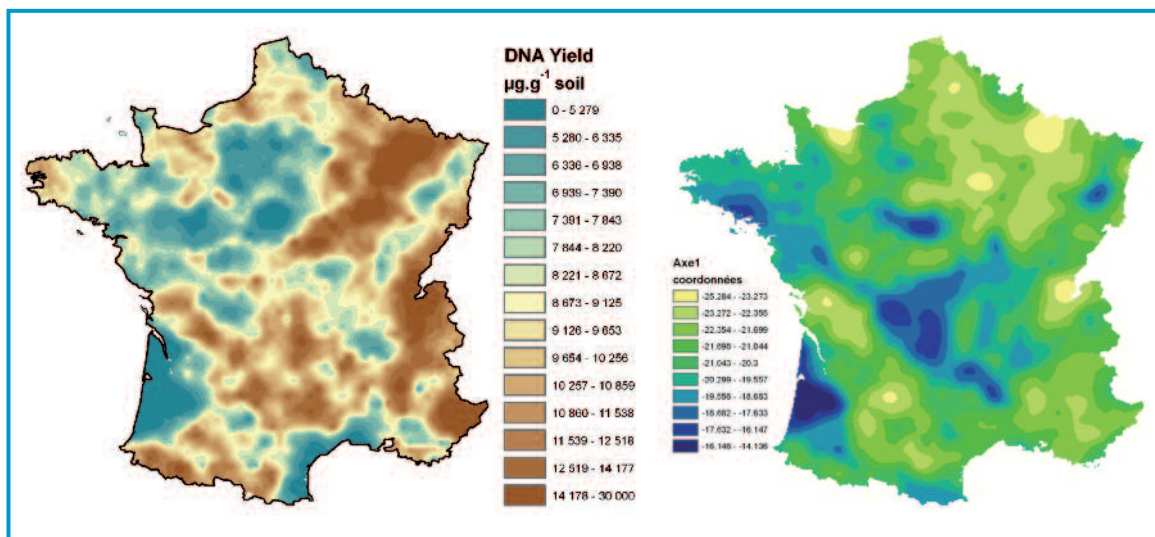
plusieurs centaines de km, qui correspondent à une organisation territoriale précise (voir les cartes). C'est ainsi que certaines régions sont très riches en biomasse microbienne : le Nord-Est, le Sud-Est par exemple, alors que d'autres sont plus pauvres : le Sud-Ouest, l'Ile-de-France. « *Il n'y a qu'un facteur dix entre les zones les plus riches et les zones les plus pauvres*, détaille Lionel Ranjard, responsable du projet. *La gamme s'étend entre 3 et 30 microgrammes d'ADN total par gramme de sol, ce qui correspond à une quantité de bactéries comprise entre 100 millions et 1 milliard et une quantité de champignons entre 100 000 et 1 million* ».

Quant à la diversité des microorganismes (2), on observe le même phénomène de distribution spatiale, avec des zones homogènes : le Centre, les Landes, le Sud de la Bretagne, et des zones de plus grande variabilité des communautés : le Sud-Est.

## Les clés de la distribution des microorganismes dans le sol

« *Nous avons bien sûr cherché à comprendre quels paramètres régissaient cette distribution organisée*, poursuit

Lionel Ranjard, *en faisant des corrélations statistiques avec tout un ensemble de données : le climat, les caractéristiques physicochimiques des sols, la géomorphologie, le mode d'usage des sols, etc.* » En ce qui concerne la biomasse, le paramètre déterminant est le type de sol : sa texture (argileuse ou sableuse), sa teneur en carbone, et dans une moindre mesure, son pH. Le deuxième paramètre est le mode d'usage des sols : la biomasse est plus abondante sous les forêts (surtout de feuillus) et les prairies que dans les sols cultivés et particulièrement les monocultures. C'est ce qui explique que la région des Landes, avec son sol sableux et acide couvert de forêt de pins, est plus pauvre en biomasse. En Ile-de-France, le type de sols est plus favorable (argileux ou limoneux), mais le mode d'occupation du sol l'est moins, avec des monocultures de céréales et/ou d'oléagineux. La vigne génère aussi des sols relativement pauvres en biomasse, car c'est une culture peu couvrante avec une rhizosphère réduite qui n'alimente pas beaucoup le sol. C'est ce que l'on voit sur la carte autour de Bordeaux ou dans la région méditerranéenne.



**A GAUCHE, la biomasse microbienne (zones les plus pauvres en bleu, zones les plus riches en marron foncé). A DROITE, la biodiversité microbienne : la carte ne montre qu'une partie de la variance biologique, qui s'analyse selon différents axes.**

Source : UMR MSE - Plateforme Genosol - Inra Dijon

Curieusement, le climat semble n'avoir que peu d'influence sur l'abondance de la biomasse microbienne.

En ce qui concerne la diversité des organismes, le Sud-Est est une des régions où l'on trouve des communautés microbiennes très diversifiées, ce qui coïncide avec un usage des sols en mosaïque : forêts, grandes cultures, vignes, prairies. Alors qu'à l'opposé, les régions du Nord-Est ou des Landes ont une composition

microbienne peu variée. Il y a donc une corrélation entre la diversité des paysages et la diversification des communautés microbiennes telluriques à l'échelle régionale et nationale.

### Vers un référentiel de la biodiversité des sols

Pour vérifier et préciser ces relations de cause à effet, les chercheurs vont maintenant identifier les espèces microbiennes et en dresser un inventaire

taxonomique précis pour deux régions extrêmes du point de vue de la biodiversité : les Landes et le Sud-Est. Les résultats, qui nécessitent un investissement en séquençage et en métagénomique, sont attendus fin 2012. L'objectif est de construire un référentiel d'indices de biodiversité qui sera géré au sein de la plateforme GenoSol (3). L'étape suivante consistera à établir les liens entre cette biodiversité et les fonctions biologiques du sol. On pourra alors dresser des cartes d'aptitude des sols à fournir des services écologiques, en termes de fertilisation et de recyclage de la matière organique par exemple. Ce qui pourrait éclairer les choix agronomiques des agriculteurs ou guider les politiques d'aménagement du territoire pour adapter les modes d'usage des sols à leur potentiel. ●

*Gérard Simonin  
et Pascale Mollier*

## L'état des sols français

Cette étude est l'un des volets d'un programme plus vaste : le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), mis en place en 2001 à la demande des pouvoirs publics pour sonder l'état des sols français. Ce réseau est coordonné par l'unité Infosol de l'Inra d'Orléans et mobilise de nombreux partenaires réunis en un Groupement d'intérêt scientifique : le GIS Sol\*.

Après dix années de mesures de tous types (propriétés physicochimiques, fertilité, érosion, contaminations diverses, etc.), le GIS Sol a rendu un premier rapport lors d'un colloque le 18 novembre à Saint-Mandé. Dominique Arrouays, directeur d'Infosol, résume les principales sources d'inquiétudes :

- une contamination légère, mais sur de vastes surfaces, par divers polluants (lindane, DDT, retrouvés dans des sols forestiers par exemple), mettant en évidence l'existence de transfert atmosphérique sur de longues distances
- des pollutions au contraire très localisées (chlordécone aux Antilles)
- un niveau général de phosphore assez bas, donc à surveiller pour maintenir la fertilité
- une incertitude sur le stockage de carbone, certaines régions déstockant (la Bretagne, suite entre autres au retournement de prairies), d'autres stockant, du fait par exemple d'une diminution du travail du sol
- deux problèmes majeurs : l'artificialisation des sols (on perd actuellement l'équivalent d'un département français en surface agricole tous les sept ans). Et l'érosion, qui se traduit par la destruction du sol et des coulées de boues en cas de pluies : 17% du territoire est concerné.

(1) UMR « Microbiologie du sol et environnement », (MSE).

(2) Pour étudier la diversité microbienne d'un sol, l'ADN total de l'échantillon, après extraction, est soumis à une PCR qui fait apparaître des fragments caractéristiques, séparés ensuite par électrophorèse (technique dite de « Fingerprints »). On obtient ainsi un « code barre génétique » correspondant à la composition de la communauté microbienne (bactéries, champignons, virus) présente dans l'échantillon. Celle-ci est plus ou moins riche en espèces différentes selon les sols. On applique alors un traitement statistique pour classer les échantillons selon leur degré de similitude.

(3) GenoSol est le dispositif consacré à l'étude microbiologique des sols au sein de l'UMR MSE de Dijon, [www.dijon.inra.fr/plateforme\\_genosol](http://www.dijon.inra.fr/plateforme_genosol).

### +d'infos

\* web : <http://gissol.fr>

\* contacts :

lionel.ranjard@dijon.inra.fr

Dominique.Arrouays@orleans.inra.fr

\* Partenaires du GIS Sol : ministères en charge de l'Agriculture et de l'Ecologie, Inra, IRD, Ademe, Inventaire Forestier National.