CULTURE
VIE DU SOL

La biodiversité microbienne des sols cartographiée

L'Inra mène un vaste programme de recherche dont l'objectif est de caractériser et de quantifier la diversité microbienne des sols sur tout le territoire national. Après une première étape de description, les chercheurs engagent à présent un travail d'analyse poussé afin de déterminer les facteurs impliqués dans les variations observées entre régions mais aussi selon les pratiques agricoles. Les conclusions de ces travaux permettront notamment de mieux comprendre le rôle de la biomasse microbienne dans le fonctionnement des sols et les moyens de la préserver.

Loin d'être un substrat inerte, le sol regorge de vie microbienne dont le rôle est majeur sur le plan de la fertilité des sols, le stockage du carbone, ainsi que la dégradation de certains polluants. Pour mieux connaître l'action de la biomasse microbienne dans le fonctionnement des sols et mieux préserver à terme ce véritable patrimoine naturel issu de nos sols, l'Inra de Dijon a lancé le projet Ecomic-RMQS (coordination UMR MSE Inra Dijon). Cette vaste étude vise à mieux définir et comprendre les processus qui génèrent et maintiennent la biodiversité microbienne des sols, notamment par une meilleure estimation et caractérisation de la diversité des communautés microbiennes. Elle consiste à inventorier la biodiversité des sols français, mais aussi à mieux évaluer l'impact de l'usage des sols (agricole, industriel, urbain) sur celle-ci. Ce programme de recherche s'appuie notamment sur le Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS, coordonné par l'unité Infosol, D. Arrouays) qui comprend 2 200 sols échantillonnés sur l'ensemble du territoire français. Pour chacun des sols, les chercheurs répertorient ses caractéristiques physico-chimiques, le spectre proche infrarouge de la matière organique, les paramètres climatiques environnants, les compositions floristiques, l'utilisation des terres et les pratiques agricoles qui y sont liées. La densité et la diversité génétique des communautés bactériennes et fongiques sont quant à elles caractérisées grâce à des outils moléculaires après extraction de l'ADN des micro-organismes présent dans les sols. *« Nous avons pu retirer de ce premier panel descriptif une "carte d'état" des sols, et quantifier l'abondance de micro-organismes et leur diversité,* explique Lionel Ranjard, responsable scientifique du projet à l'Inra. *Le monde agricole est très demandeur de ce type d'informations, car la diversité microbienne participe à la pérennité de son outil de travail. »*

FOTOLIA

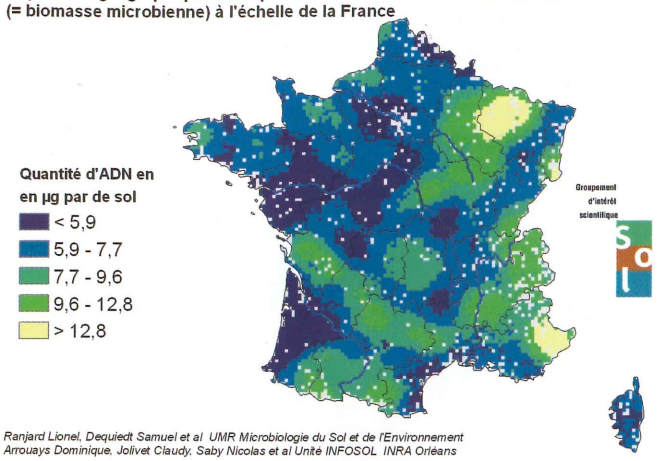
Un gramme de sol contient en moyenne 1 milliard de bactéries et 1 million de champignons !

Préserver un patrimoine naturel qui participe à la pérennité des sols

La cartographie de la biomasse microbienne des sols à l'échelle nationale a révélé des différences selon leur localisation. L'Inra a alors cherché à définir la cause de ces variations (facteurs climatiques, géomorphologiques ou anthropiques...). Ainsi, des zones faiblement pourvues peuvent traduire un contexte historique particulier (par exemple sols salins du bord de mer), ou alors un problème environnemental lié à l'activité de l'homme. *« Nous avons hiérarchisé les paramètres qui influent sur la diversité et la quantité des micro-organismes dans les sols,* précise Lionel Ranjard. *Il est apparu que dans toutes les situations, le facteur numéro un est le type de sol (ses caractéristiques physico-chimiques), et le facteur suivant son mode d'usage (forêt, grandes cultures, prairies...), alors que la géomorphologie et le climat sont des facteurs peu influençant. La manière d'utiliser les sols oriente ainsi da-*

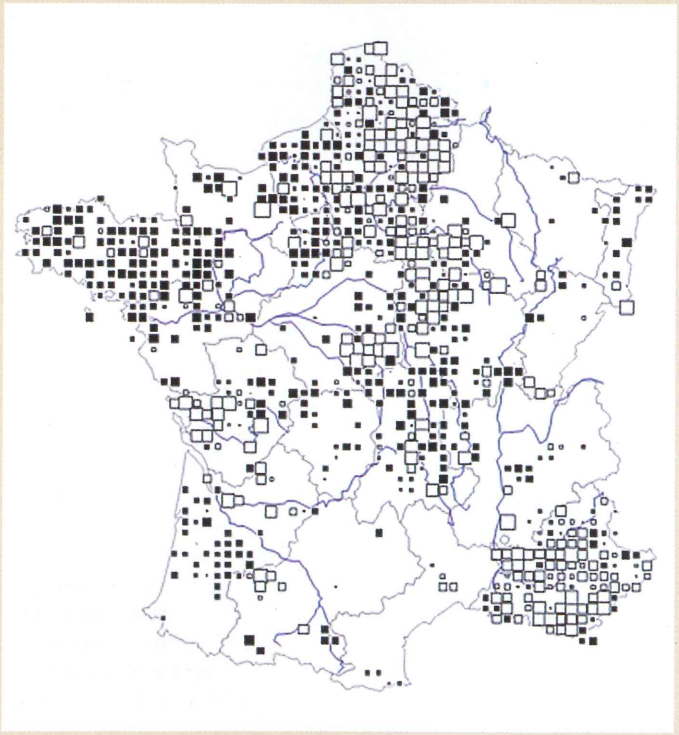
LES PREMIÈRES CARTES DES MICRO-ORGANISMES À L'ÉCHELLE NATIONALE !

Répartition géographique de la quantité d'ADN microbien dans les sols (= biomasse microbienne) à l'échelle de la France



Ranjard Lionel, Dequiedt Samuel et al UMR Microbiologie du Sol et de l'Environnement
Arrouays Dominique, Jolivet Claudy, Saby Nicolas et al Unité INFOSOL INRA Orléans

La biomasse microbienne est principalement orientée selon les caractéristiques physico-chimiques du sol et son usage, alors qu'elle est peu influencée par le climat et les caractéristiques géomorphologiques (relief...). Les zones les plus riches en biomasse (en jaune), présentent des sols de texture fine, de pH plutôt alcalin, et de la diversité d'usage des sols.
Sources : Inra



Cartographie nationale dMe la diversité génétique des communautés bactériennes du sol. Chaque carré caractérise une communauté bactérienne. Plus les carrés diffèrent en taille et en remplissage, plus les structures génétiques des communautés bactériennes sont différentes. Par exemple, les communautés bactériennes du Sud-Ouest et de la Bretagne présentent une forte similarité, mais sont très différentes des communautés du Sud-Est. Les Landes présentent une faible diversité de communautés, alors qu'elle est élevée dans le Sud-Est.
Sources : Inra

ZOOM

DES MICRO-ORGANISMES INDISPENSABLES AU FONCTIONNEMENT DU SOL

Les micro-organismes du sol, de part leur diversité taxonomique et fonctionnelle, jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement du sol, au travers du cycle du carbone et de l'azote, de la biodisponibilité des éléments nutritifs, de la dégradation des polluants organiques, de la rétention de polluants métalliques, de leur action sur la structure des sols... Mais les communautés de micro-organismes sont également susceptibles d'intégrer l'ensemble des stress environnementaux touchant le sol. De ce fait, elles apparaissent comme des indicateurs précoces de l'évolution de la qualité des sols. Il apparaît donc essentiel de se doter d'outils de surveillance qui nous permettent d'appréhender les impacts de diverses pressions (changements d'usages ou de pratiques agricoles, pollutions atmosphériques, changements climatiques...) sur les communautés microbiennes du sol et leur biodiversité.
Les chercheurs de l'Inra Dijon ont créé, en 2008, une plateforme logistique et technique, GenoSol, qui a pour mission de conserver, de mettre à disposition et de caractériser les ressources génétiques microbiennes issues des ADN extraits de sols qui proviennent d'échantillonnages de grande ampleur (réseau de surveillance des sols, observatoires de recherche en environnement, sites ateliers...). Ce conservatoire doit représenter à terme un véritable référentiel d'analyse de la biodiversité microbienne, afin de mieux estimer la durabilité des modes de gestion et d'usage des sols.
Source : Inra

vantage la biodiversité que leur secteur géographique ! »
Pour aller plus loin dans son analyse et déboucher sur des conclusions pratiques, l'Inra a complété les premières données collectées par une enquête qui répertorie les pratiques agricoles et l'historique des parcelles d'où proviennent les échantillons de sol du RMQS. Des « zones atelier » et un « observatoire de recherche en environnement » sur des modes d'usage particuliers des sols (vignes, prairies, grandes cultures...) permettront également d'affiner le rôle des différentes pratiques agricoles et de mesurer leur impact sur la diversité microbienne. *« Cette évaluation environnementale des pratiques agricoles vise à déterminer les pratiques les plus favorables à la diversité microbienne de manière à améliorer le fonctionnement biologique des sols à long terme*, explique le chercheur. *Pour affiner notre compréhension du rôle des micro-organismes, nous allons également mettre en place des expérimentations spécifiques pour mesurer ce qui se passe lorsque l'on diminue la biodiversité. Quand la densité microbienne diminue, cela signifie généralement que des espèces disparaissent, soit une diminution de la diversité microbienne. De plus, nous observons également que lorsque la diversité du paysage diminue, il en est de même pour la diversité microbienne du sol. Ainsi, rajouter de la diversité se révèle généralement favorable pour l'ensemble du système. »*
Afin d'aller au bout de son étude, l'Inra souhaiterait aussi parvenir à chiffrer le coût du maintien ou du retour de cette biodiversité. L'objectif final est également de déterminer quels aménagements et pratiques culturales sont possibles selon le type de cultures, les contraintes régionales et évaluer l'impact des nouvelles pratiques (telles l'enherbement des vignes, la biodynamie...). Un projet ambitieux qui poursuit la première étape de description des sols. *« La diversité microbienne est un indicateur de la qualité des sols*, souligne Lionel Ranjard. *Son maintien répond à une demande agricole mais c'est aussi un patrimoine naturel qui intéresse l'ensemble de la société. »*

C. MILOU