

PRÉSENTATION DE L'INDICATEUR

Parmi les organismes du sol, les microorganismes sont les plus diversifiés. Dans un gramme de sol il est ainsi possible de dénombrer plusieurs milliards de bactéries et centaines de milliers de champignons et de décrire plusieurs millions d'espèces microbiennes. Il en résulte que le sol est le plus grand réservoir de diversité génétique microbienne de notre planète. Au-delà de cette dimension patrimoniale, la diversité taxonomique microbienne est un facteur déterminant dans la qualité biologique du sol en raison de son rôle dans le recyclage des nutriments minéraux, la dégradation des polluants et la stabilité même des écosystèmes. C'est également un indicateur sensible qui réagit aux perturbations du sol (pollution, modifications de pratiques agricoles, etc.) et qui est en lien avec les grandes fonctions du sol (productivité primaire, stabilité, fourniture de ressource, dépollution, qualité sanitaire, etc.).

La mesure de la diversité taxonomique microbienne du sol est possible grâce à la réalisation d'inventaires taxonomiques qui permettent de déterminer le nombre (i.e. richesse microbienne) et l'identité des espèces présentes. Il est ainsi possible de déterminer le niveau de diversité du sol et d'identifier des populations spécifiquement impliquées dans certains processus biologiques (espèces symbiotiques, pathogènes, dégradants les pesticides, etc...). Ces inventaires sont réalisés par l'utilisation de la méthode moléculaire de séquençage massif des gènes ribosomiques à partir de l'ADN directement extrait d'échantillons de sol.

L'application de cet indicateur sur les 2200 sols du Réseau de Mesure de la Qualité du Sol (RMQS), a permis d'établir **une cartographie nationale de cette diversité et d'élaborer le premier référentiel d'interprétation associé à cet indicateur (Fig.1).**

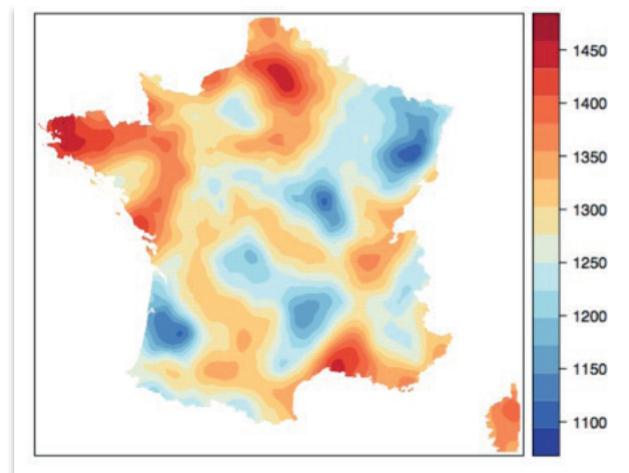


Figure 1 : Cartographie nationale de la diversité taxonomique bactérienne. Les couleurs indiquent la variabilité spatiale de la richesse bactérienne (nombre d'espèces) entre des zones présentant des niveaux élevés (en rouge) ou plus faibles (en bleu)
(Source : GIS Sol, UMR Agroécologie INRA Dijon)

COMMENT MESURER LA DIVERSITÉ TAXONOMIQUE MICROBIENNE?

PRÉLÈVEMENT DE SOL :

L'échantillon de sol nécessaire à l'analyse est prélevé à la tarière en suivant les mêmes recommandations que pour des prélèvements de sol à but d'analyses physico-chimiques. Chaque échantillon est un composite de 5 carottes de sol prélevées à la tarière au sein d'une zone de prélèvement circulaire de 1 mètre de diamètre (voir figure 2 ci-dessous). En pratique, les 5 carottes de sol sont émiettées et mélangées afin d'obtenir un échantillon unique de sol représentatif de la zone de prélèvement. Au minimum, l'échantillonnage doit aboutir à la collecte d'un échantillon de 200 g de sol.

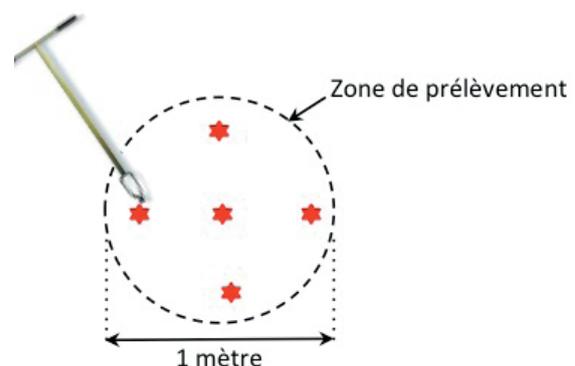


Figure 2 : Représentation schématique d'une zone de prélèvement. Les étoiles rouges représentent la position des carottes de sol prélevées à la tarière

ANALYSE :

L'inventaire taxonomique des espèces présentes est réalisé directement à partir de l'ADN extrait du sol. Des gènes particuliers, les gènes ribosomiques présents chez tous les microorganismes, sont ciblés et amplifiés au sein de cet ADN de sol. Ces gènes sont ensuite séquencés à l'aide d'un séquenceur haut débit de dernière génération. L'information est ensuite traitée à l'aide d'outils de bioinformatique spécialement développés. Ces étapes néces-

sitent des équipements et des compétences techniques de pointe. Le protocole standardisé est décrit dans Terrat et al. (2012).

Les résultats sont présentés sous la forme d'indices de diversité (Richesse, Equitabilité, Shannon) et d'inventaires taxonomiques.

L'interprétation des résultats de l'indicateur se fait par **comparaison des valeurs avec un référent local** (situation témoin) ou par **positionnement dans le référentiel national**.

INTERETS ET LIMITES DE L'INDICATEUR DIVERSITE TAXONOMIQUE MICROBIENNE



Intérêts

- Indicateur en lien avec les fonctions du sol (recyclage des nutriments, état sanitaire, stabilité,...)

- Forte sensibilité aux activités humaines (agricoles, industrielles, etc...),
- Résultats acquis précis et offrant une information riche à exploiter (Indices de diversité, présence d'espèces d'intérêts (fonctions, état sanitaire,...),
- Disponibilité d'un référentiel d'interprétation.



Limites

- Coût d'acquisition encore élevé du fait des techniques de pointe novatrices utilisées,
- Matériel, savoir faire et compétences techniques de pointe en biologie moléculaire et en bioinformatique, limités à des laboratoires spécialisés

DE LA RECHERCHE VERS L'APPLICATION

L'expertise scientifique sur la Diversité Microbienne couplée à la disponibilité d'un référentiel d'interprétation permettent l'établissement d'un véritable diagnostic de la qualité microbienne des sols à partir de cet indicateur. Ce

diagnostic permet une évaluation de l'impact des pratiques agricoles, de l'efficacité de mesures de réhabilitation des sols, de l'évolution d'un sol soumis à une perturbation chronique ou aigue...

RÉFÉRENCES

1. Lienhard, P., Terrat, S., Prévost-Bouré, N. C., Nowak, V., Régnier, T., Sayphoummie, S., ... Ranjard, L. (2013). Pyrosequencing evidences the impact of cropping on soil bacterial and fungal diversity in Laos tropical grassland. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 525-533. doi:10.1007/s13593-013-0162-9

2. Terrat, S., Christen, R., Dequiedt, S., Lelièvre, M., Nowak, V., Regnier, T., ... Ranjard, L. (2012). Molecular biomass and MetaTaxogenomic assessment of soil microbial communities as influenced by soil DNA extraction procedure. *Microbial Biotechnology*, 5, 135-141. doi:10.1111/j.1751-7915.2011.00307.x