

Construction d'un référentiel départemental en microbiologie des sols

OBJECTIF

Minéralisation, recyclage des matières organiques, maintien de la structure du sol, dégradation de polluants, autant de processus nécessaires au bon fonctionnement du sol dont les microorganismes sont responsables. Champignons et bactéries sont en effet de véritables usines chimiques qui réagissent très vite aux conditions de milieu et aux pratiques culturales, ce qui en fait de bons bio-indicateurs. S'appuyer sur leur activité pour la production s'inscrit donc dans une démarche agro-écologique.

L'unité de recherche Agroécologie de Dijon (INRA, AgroSup Dijon, Université de Bourgogne) a mis au point des indicateurs opérationnels basés sur l'étude de l'ADN microbien prélevé dans le sol. Il s'agit notamment :

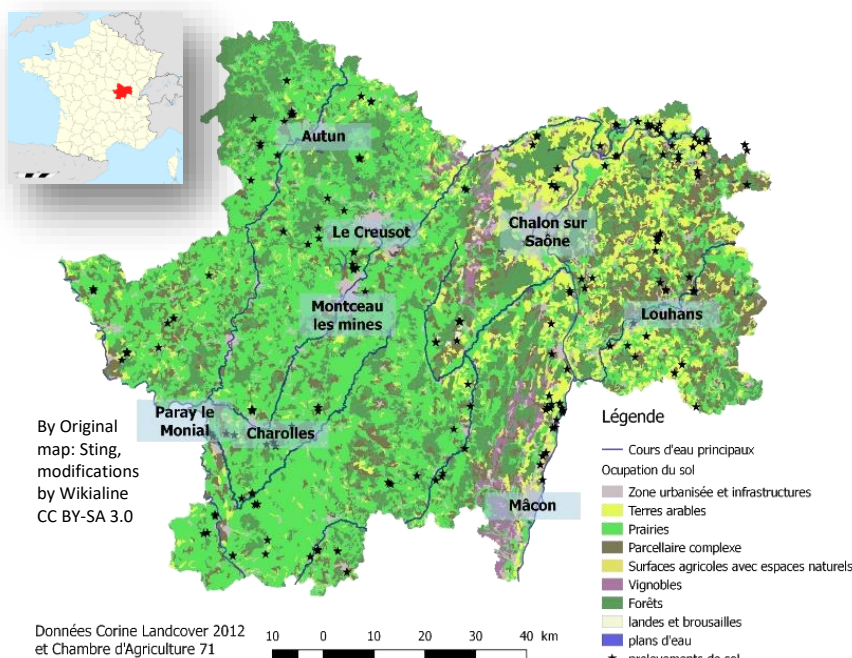
- De la biomasse moléculaire microbienne, qui représente l'abondance totale de microorganismes,
- Des richesses bactérienne et fongique qui représentent la diversité de ces deux types d'organismes. Elles sont mesurées en nombre de taxons, un taxon étant une échelle de classification du vivant (genre, famille, espèce).

Les chercheurs ont aussi proposé un référentiel d'interprétation national qui permet d'interpréter les mesures. Mais ce dernier ne prend pas en compte les variations locales de nature du sol, d'usage ou de pratiques. **C'est pourquoi la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire a travaillé entre 2012 et 2019 à la mise au point d'un référentiel départemental en microbiologie du sol.**

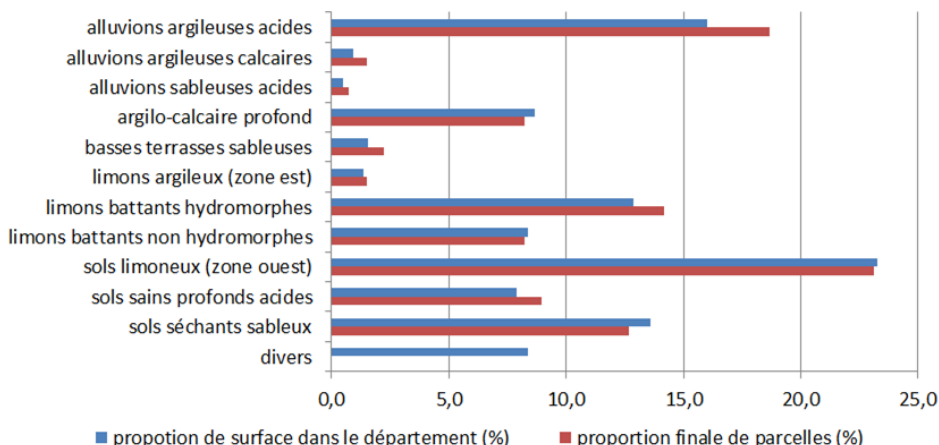
Méthode : prélèvements et analyses de sol, statistiques et modélisation

Entre 2012 et 2016, la Chambre d'Agriculture a réalisé 300 prélèvements de sol dans 179 parcelles de culture ou de prairie pour y mesurer l'abondance et la diversité des microorganismes (étoiles sur la carte ci-contre). Un sous-échantillon de référence de 134 parcelles a été retenu pour sa représentativité sur plusieurs critères : type de sol, couvert végétal (grandes cultures ou prairies permanentes) et pratiques (travail du sol, amendements, mode d'exploitation des prairies, etc.).

Les analyses de laboratoire ont été réalisées à l'INRA de Dijon. En parallèle des enquêtes ont été menées afin de caractériser les pratiques agricoles appliquées sur les parcelles.



Représentativité des types de sol



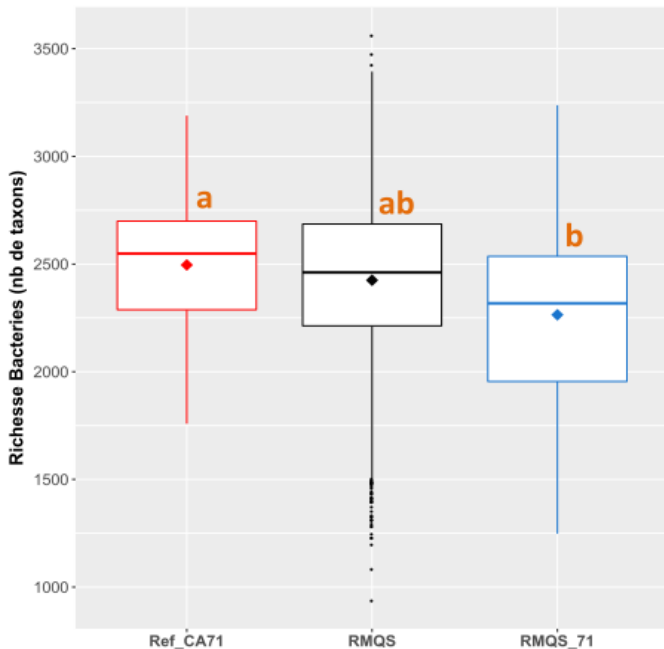
Différents traitements statistiques ont été appliqués aux données ainsi récoltées. Un modèle a été élaboré afin d'aider à l'interprétation de mesures futures. C'est lui qui constitue les référentiels. Ces résultats sont présentés dans les pages suivantes.



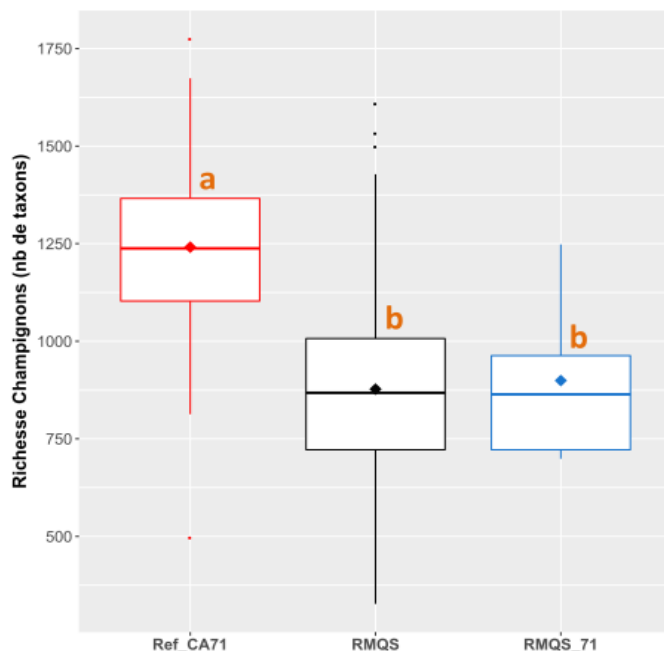
Echantillon de référence : quels résultats en Saône et Loire par rapport aux données nationales ?

Les données de l'échantillon de référence ont été comparées aux données nationales issues du RMQS (Réseau de Mesure de la Qualité des Sols) et aux données départementales de ce réseau national.

Bactéries



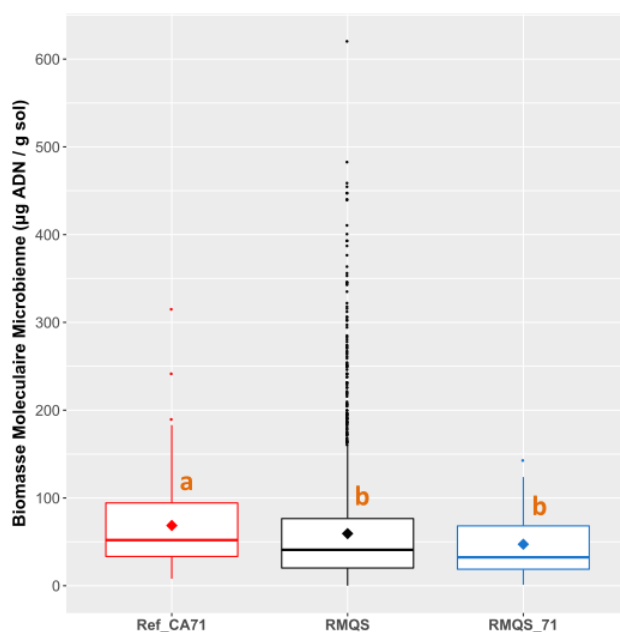
Champignons



Comparaison des richesses bactérienne et fongique pour trois jeux de données. Pour les champignons tous les échantillons de sol du RMQS n'ont pas été analysés, ce qui peut expliquer des richesses moindres.

La figure ci-dessus montre que les richesses moyennes sont comparables entre l'échantillon de référence et les données du RMQS. La moyenne et la médiane de l'échantillon de référence est cependant un peu plus élevée que celles des autres jeux de données pour les bactéries. La gamme de valeurs explorée à l'échelle du département recouvre une très large part de celle explorée au niveau national, qui contient néanmoins des valeurs plus extrêmes. Les faibles valeurs obtenues pour les champignons dans les jeux de données issus du RMQS s'expliquent par le fait que la mesure n'a pas encore été effectuée sur l'ensemble des échantillons de sol recueillis. Le jeu de données n'est donc pas complet et la gamme explorée est probablement en réalité bien plus importante.

En tendance, les valeurs de biomasse moléculaire microbienne sont plus élevées dans l'échantillon de référence que dans les données départementales ou nationales du RMQS (figure ci-contre). Cela est sans doute lié à l'importance des surfaces en prairie permanentes dans le département. Ce mode d'usage est en général associé à des teneurs élevées en matière organique, ce qui est favorable à l'abondance des microorganismes.



Comparaison des distributions d'abondance de microorganismes entre l'échantillon de référence (Ref_CA71), les données départementales du RMQS et les données nationales du RMQS.

Rapports de l'étude, posters et articles sur :

<https://bourgognefranche-comte.chambres-agriculture.fr>

Rubrique : saone-et-loire/techniques-infos/grandes-cultures/biologie-des-sols/

Le référentiel : un modèle et une application pour interpréter des résultats de mesure.

Un modèle a été créé à partir des données recueillies. Il permet de calculer une valeur de référence pour la biomasse moléculaire microbienne et pour la diversité bactérienne. Pour cela, l'utilisateur fournit les valeurs des paramètres physico-chimiques ayant le plus d'influence sur ces indicateurs (teneur en argile, en carbone organique, pH, etc.). Il peut ensuite comparer les valeurs mesurées dans son sol aux valeurs de référence. Une valeur mesurée proche de la référence ou supérieure signifie que les pratiques sont favorables. A l'inverse, une valeur trop faible par rapport à la référence est le signe de perturbations et mérite d'être corrigée pour améliorer le fonctionnement du sol. Les données n'ont pas permis d'établir un modèle satisfaisant pour la diversité fongique.

www.microbiosol.chambagri.fr

Zone de saisie des données de l'application.

un seul sol plusieurs sols

Entrez les valeurs de votre sol (les décimales doivent être indiquées par une virgule et non par un point).

teneur en argile (comprise entre 25 et 750 g/kg)

teneur en carbone organique (comprise entre 4 et 70 g/kg)

rapport C/N (compris entre 6 et 20)

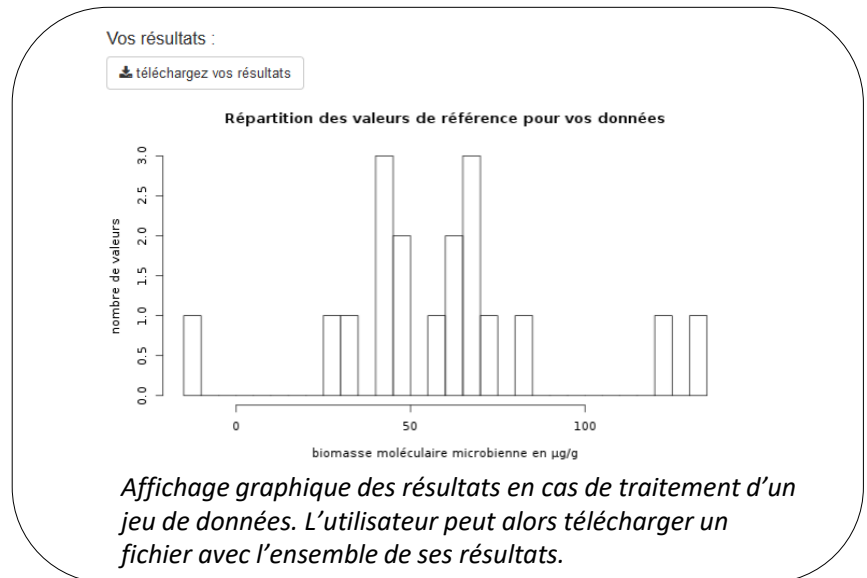
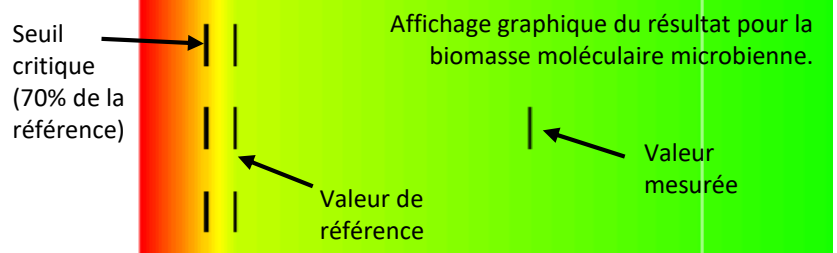
pH (compris entre 4 et 9)

teneur en phosphore Olsen (comprise entre 0,01 et 0,6 g/kg)

longitude en Lambert 2 étendu (comprise entre 705 000 et 834 000 mètres)

biomasse moléculaire microbienne mesurée en µg/g (optionnel)

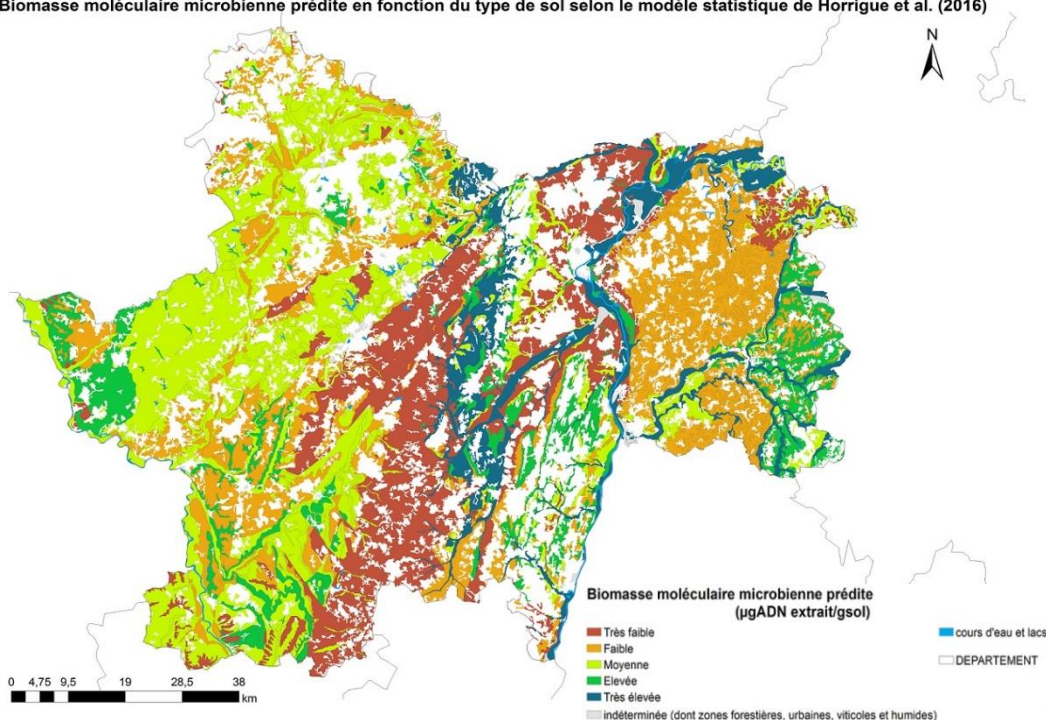
diversité bactérienne mesurée en nombre de taxons (optionnel)



Biomasse moléculaire microbienne prédite en fonction du type de sol selon le modèle statistique de Horrigue et al. (2016)

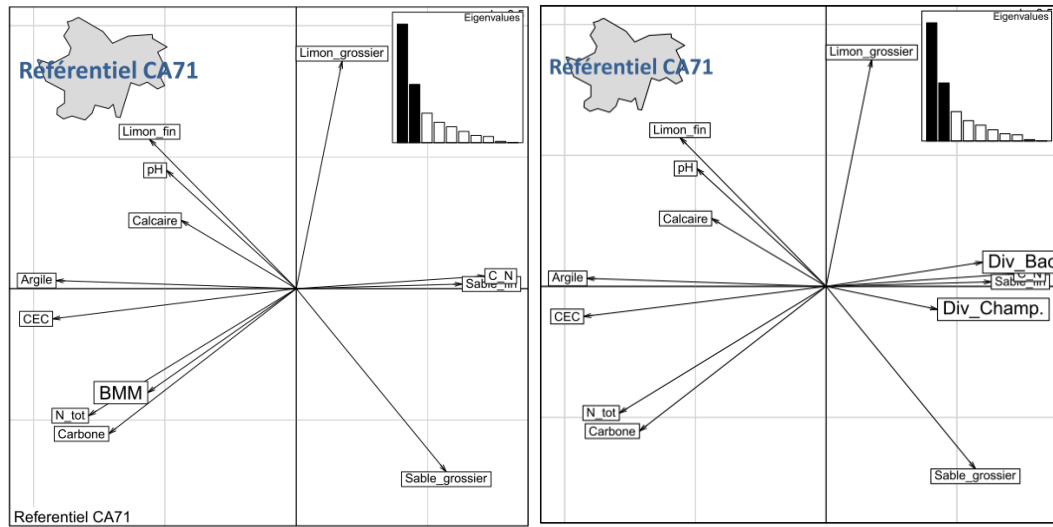
Le modèle a été utilisé sur les données IGCS pour produire une carte des valeurs de référence de biomasse moléculaire microbienne des sols. Cette carte, présentée ci-contre, donne des indications sur les tendances, mais la variabilité locale des valeurs de référence peut être importante en raison des variations de sol et de pratiques agricoles.

Attention, le modèle ne fonctionne que pour le département et uniquement sur grandes cultures et prairies.



Quels sont les effets de la physico-chimie du sol et des pratiques culturales ?

Analyses en composantes principales sur les données physico-chimiques des sols (échantillon de référence). Biomasse moléculaire microbienne (BMM) en variable supplémentaire à gauche et diversités bactérienne et fongique à droite. Des flèches ayant une orientation proche indiquent une corrélation entre les variables correspondantes. Si une flèche est courte, ne pas tirer de conclusion car elle est mal représentée.



La biomasse moléculaire microbienne est corrélée positivement aux teneurs en carbone organique et en azote total. Elle est également bien reliée aux sols dont les teneurs en argile et les CEC (capacité d'échange cationique) sont élevées. Les richesses élevées sont associées en tendance aux textures fines et aux C/N élevés pour les bactéries. Les deux variables supplémentaires de richesse ne sont cependant pas très bien représentées.

Dans le jeu de données, les microorganismes sont généralement beaucoup plus abondants dans les prairies permanentes que dans les cultures assolées (plus du double en moyenne) du fait de l'influence positive de plusieurs facteurs tels que les faibles perturbations, la diversité végétale, le couvert permanent et l'accumulation de matière organique. Par contre, les richesses bactérienne et fongique sont peu différenciées en fonction du couvert végétal.

Etude par classification statistique en fonction des pratiques culturales

Cultures :

- Moyennes de biomasse microbienne proches du référentiel national à légèrement inférieures.
- Quelques tendances entre groupes :
- Plus forte variabilité du maïs sans CI (Culture Intermédiaire) par rapport au maïs avec CI.
- Idem pour les céréales avec travail superficiel, légèrement plus favorables.

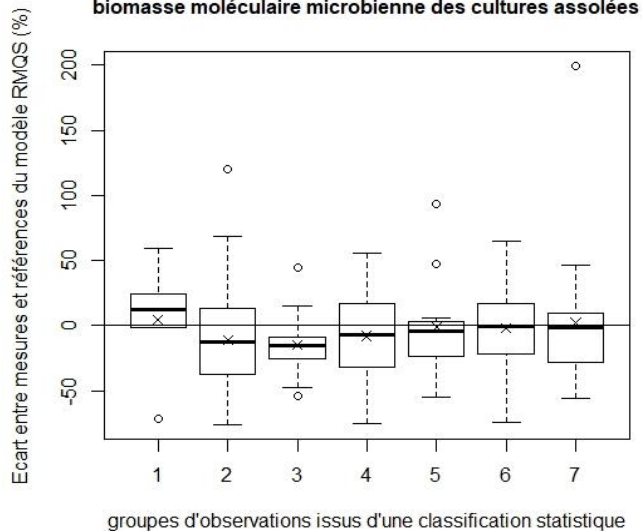
Prairies permanentes (graphique non montré) :

- Valeurs de biomasse microbienne pour la grande majorité nettement supérieures aux références nationales.
- Biomasse moléculaire microbienne plus faible pour les prairies pâturées : effet défavorable du tassement ?
- Variabilité intermédiaire des valeurs sous prairies sans fertilisation minérale.

Perspectives

La biologie du sol est intégrée peu à peu aux conseils des chambres d'agriculture. Le projet participatif pluriannuel REVA-BFC contribue à développer notre capacité à agir sur la base de diagnostics biologiques de sol.

biomasse moléculaire microbienne des cultures assolées



Ecart entre biomasse moléculaire microbienne mesurée et référence RMQS selon la classe statistique (nombre d'observations entre parenthèses). 1 : majorité de parcelles en prairie temporaire (5); 2 : majorité de parcelles en maïs avec labour (31); 3 : maïs avec couvert intermédiaire (17); 4 : céréales d'hiver avec labour (24); 5 : céréales d'hiver semées en direct (11); 6 : céréales d'hiver avec travail du sol superficiel (24); 7 : colza (20).

Nos plus sincères remerciements aux agriculteurs participants, aux financeurs, aux collègues de la recherche et à tous les agents de la Chambre d'Agriculture 71 ayant contribué au projet !