

# EVALUATION SUR DES ESSAIS AU CHAMP D'INDICATEURS DE MICROBIOLOGIE DES SOLS – PREMIERS RESULTATS DU PROJET MICROBIOTERRE

Deschamps Thibaud<sup>1</sup>, Bouthier Alain<sup>1</sup>, Cusset Elodie<sup>2</sup>, Houot Sabine<sup>3</sup>, Laurent Nadia<sup>2</sup>, Leclerc Blaise<sup>4</sup>, Perrin Anne-Sophie<sup>5</sup>, Recous Sylvie<sup>6</sup>, Riah-Anglet Wassila<sup>2</sup>, Roussel Pierre-Yves<sup>7</sup>, Trinsoutrot-Gattin Isabelle<sup>2</sup>, Valé Matthieu<sup>8</sup>

<sup>1</sup> ARVALIS, 17700 Saint Pierre d'Amilly, <sup>2</sup> UNILASALLE, unité de recherche AGHYLE, 76130 Mont-Saint-Aignan, <sup>3</sup> INRA – AgroParisTech UMR ECOSYS, 78850 Thiverval Grignon, <sup>4</sup> ITAB, 84160 Cucuron, <sup>5</sup> TERRES INOVIA, 34000 Montpellier, <sup>6</sup> INRA / URCA UMR FARE, 51100 Reims, <sup>7</sup> Chambres d'agriculture de Bretagne, 56000 Vannes, <sup>8</sup> AUREA AgroSciences, 45160 Ardon,

\*Orateur et correspondant : [t.deschamps@arvalis.fr](mailto:t.deschamps@arvalis.fr)

La gestion durable des systèmes de culture implique le recyclage des nutriments issus de la dégradation biologique des matières organiques restituées aux sols, tout en répondant aux objectifs de stockage de carbone dans le cadre de l'atténuation du changement climatique lié aux surplus d'émissions de gaz à effet de serre. Les outils manquent toutefois encore pour que les agriculteurs puissent optimiser à la fois ces deux fonctions. C'est pourquoi le projet MICROBIOTERRE souhaite référencer des indicateurs analytiques de microbiologie des sols qui ont déjà été validés par la recherche et sont techniquement au point. L'objectif final est d'améliorer la gestion des restitutions organiques dans les systèmes de grandes cultures et de polyculture élevage par un conseil agro-écologique basé sur une analyse de terre complétée par une composante microbiologique.

A partir d'une étude bibliographique et de résultats récents, différents indicateurs en lien avec les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote ont été choisis. Il s'agit d'indicateurs d'abondance microbienne (quantification du C microbien après fumigation, quantification de l'ADN total, quantifications de l'ADN bactérien et de l'ADN fongique, quantifications de l'ergostérol libre et total), d'indicateurs d'activité microbienne (hydrolase de la FDA,  $\beta$ -glucosidase, lipase, aminopeptidase, protéase, arylamidase), d'indicateurs de la transformation du carbone et de l'azote (potentiel de minéralisation du carbone et de l'azote), et d'indicateurs sur le stockage d'azote et de carbone (teneur en azote et en carbone organique, fractionnement granulométrique de la matière organique, mesure du carbone labile au  $\text{KMnO}_4$ , azote potentiellement minéralisable, carbone stable par pyrolyse Rock-Eval). Pour évaluer ces indicateurs au champ, 21 sites expérimentaux de moyenne et longue durées (de 6 à 48 ans), répartis sur toute la France, ont été retenus. Ces essais analytiques ou systèmes présentent des thématiques d'études différentes : systèmes de culture, apport de produits résiduels organiques, couverts d'interculture, rotation, travail du sol, ...

Après la mise au point d'un mode opératoire spécifique, tous les essais retenus ont fait l'objet de prélèvements de terre ainsi que d'une évaluation de la fertilité physique du sol au printemps 2018 (méthode du test bêche ISARA). Ainsi, chaque modalité a été étudiée à l'échelle de la microparcelle. Les échantillons ont ensuite été analysés par les laboratoires compétents. Enfin une base de données a été constituée. Elle rassemble l'ensemble des résultats d'analyse complétés par des données pédo-climatiques, rendements, mesures expérimentales et pratiques culturales sur les 5 dernières années.

L'analyse de la base de données MICROBIOTERRE a débuté et n'est pas terminée. Nous avons donc choisi de restreindre la présentation à quelques éléments montrant les prémices d'évaluation des indicateurs :

- **Précision de chaque indicateur** : l'analyse a eu pour objectif de comparer la précision de chaque indicateur. Ces indicateurs ont des unités de mesure différentes, c'est pourquoi le coefficient de variation (CV) médian des répétitions de chaque modalité d'essai a été utilisé. Il ressort que le fractionnement granulométrique de la MO, le carbone labile oxydé, la concentration en C stable à 100 ans évaluée par pyrolyse Rock-Eval, le C organique et l'activité leucine aminopeptidase présentent les meilleures précisions (CV < 10%).
- **Aptitude discriminante de chaque indicateur vis-à-vis des pratiques** : une analyse de la variance a été réalisée dans chaque essai. L'objectif était de vérifier si les effets des modalités sont identiques ou non, avec un risque d'erreur associé. L'analyse de 2 pratiques est présentée :

- **Effet d'un couvert d'interculture** : le fractionnement granulométrique de la MO, l'activité  $\beta$ -glucosidase et la mesure de l'ergostérol sont les indicateurs qui distinguent le plus les modalités entre elles.
  - **Effet de l'apport de PRO** : le fractionnement granulométrique de la MO, les activités enzymatiques, la biomasse microbienne et la mesure de l'ergostérol figurent parmi les indicateurs les plus discriminants.
- **Capacité d'un indicateur à discriminer un changement de pratique récent** : une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée dans l'objectif de choisir les indicateurs qui discriminent un changement de pratique au plus tôt après sa mise en oeuvre. Les résultats montrent que la méthode employée ne met pas en évidence d'effet de l'âge des pratiques sur les indicateurs. D'autres approches méthodologiques sont en cours d'étude.

Cette première analyse doit être complétée avant de conclure quant à la pertinence et à la précision des indicateurs. En effet, d'autres critères sont en cours d'évaluation, comme la redondance entre indicateurs, l'interaction structure du sol et indicateur, l'effet de la fertilité chimique, etc ...

Il est donc trop tôt pour statuer sur le choix des indicateurs à retenir. Par ailleurs, une réflexion sur l'état souhaitable à atteindre pour chaque indicateur se poursuit. Elle se base notamment sur la relation entre indicateurs, pratiques culturales et fonctions écosystémiques. C'est bien cet ensemble qui permettra d'orienter le conseil agro-écologique vers une amélioration de la gestion des restitutions organiques. Les conclusions finales seront disponibles fin 2020.

## Remerciements

**IRSTEA** pour la réalisation des mesures de pyrolyse Rock-Eval sur les échantillons MICROBIOTERRE ;

**Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt** pour son financement CASDAR ;

**Partenaires techniques non financés** : Chambre d'agriculture d'Alsace, Chambre d'agriculture de Saône et Loire et Chambre d'agriculture du Grand Est ;

**Partenaires externes** ayant mis à disposition leurs sites d'essais et leurs données : Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, coopérative Dijon Céréales et l'INP Purpan ;

**Projet AGRO-ECO SOL** pour la mise à disposition de résultats d'analyse et d'échange d'expertise ;

**RMT Sols et Territoires et RMT Fertilisation et Environnement** pour leur soutien.

## CV

### Thibaud Deschamps

Ingénieur agronome (AGROPARISTECH, 2010)

Ingénieur d'étude Gestion durable des sols, ARVALIS

Coordinateur du projet MICROBIOTERRE



**Bouthier Alain**, Ingénieur d'études à ARVALIS, Spécialiste sols et fertilisation

**Cusset Elodie**, chargée de recherche, UniLaSalle

**Houot Sabine**, Directrice de Recherche INRA, spécialiste de la valorisation agricole des produits résiduels organiques

**Laurent Nadia**, enseignant-chercheur à UniLaSalle, unité de recherche AGHYLE, spécialiste sol et cycles des matières organiques

**Leclerc Blaise**, Expert fertilisation organique à l'ITAB

**Perrin Anne-Sophie**, Chargée d'études Sols & Environnement à Terres Inovia

**Recous Sylvie**, Directrice de Recherche INRA, spécialiste des processus de dégradation des matières organiques dans les sols, et des effets sur les cycles de C, N et S

**Riah-Anglet Wassila**, chargée de recherche à UniLaSalle, unité de recherche AGHYLE, spécialiste en écologie microbienne des sols, biochimie, microbiologie

**Roussel Pierre-Yves**, Conseiller Agronomie - Bassins versants à la Chambre d'Agriculture de Bretagne

**Trinsoutrot-Gattin Isabelle**, enseignant-chercheur en sciences de l'environnement à UniLaSalle, unité de recherche AGHYLE, spécialiste de l'écologie Microbienne du sol

**Valé Matthieu**, Responsable Scientifique du pôle Agriculture d'AUREA AgroSciences