

Pertinence des bioindicateurs microbiens pour l'évaluation de la vie biologique des sols en lien avec les matières fertilisantes

Najat NASSR¹, Aude LANGENFELD¹, Mélanie HARLÉ-DENÉ¹, Audrey MULLER¹, Stéphane VUILLEUMIER² et Antonio BISPO³

Contact : Mme Najat NASSR - najat.nassr@rittmo.com – 03 89 80 47 04 ou 06 66 29 07 69

¹ RITTMO Agroenvironnement, 37 rue de Herrlisheim, Z.A Biopôle, CS 80023, 68025 Colmar Cedex

² UMR 7156 Uds - CNRS Génétique Moléculaire, Génomique, Microbiologie - Equipe Adaptations et interactions microbiennes dans l'environnement -- Université de Strasbourg - 28 rue Goethe 67000 Strasbourg

³ ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) - Direction Productions et Energies Durables - Service Agriculture et Forêt - 20, Avenue du Grésill 49000 Angers

Quels sont les outils pertinents pour l'évaluation de l'état biologique du sol?

La qualité biologique des sols revient au cœur des préoccupations des professionnels, et les bioindicateurs microbiens sont des outils intéressants pour répondre aux besoins qui vont en découler. Une étude a été menée par l'ADEME pour le **développement de bioindicateurs de mesure de l'état biologique des sols**. De nombreux indicateurs ont été proposés, à **plusieurs échelles de mesure** (micro/méso/macro pour la faune et la flore) et pour **divers types de mesures** (quantité, activité, diversité). Ces bioindicateurs ont été testés dans différentes situations de pratiques agricoles afin d'évaluer leur pertinence. Dans ce contexte, le **CRITT RITTMO Agroenvironnement** mène des projets de recherche soutenus par l'ADEME, la région Alsace et l'Union Européenne (FEDER) pour développer des **bioindicateurs microbiens** et mettre en œuvre des outils pour **caractériser la durabilité des pratiques et l'impact des matières fertilisantes (MF)** et des additifs agronomiques, dont certains à base de microorganismes.

Les **indicateurs microbiens** sont une source potentielle d'innovation qui peut **aider les professionnels** à (i) expliquer les modifications environnementales et agronomiques, (ii) choisir les pratiques et les intrants agricoles. Parmi ces bioindicateurs microbiens, les **bactéries nitrifiantes** sont des **indicateurs fonctionnels** associés à la nutrition des plantes et à la dynamique de l'azote dans le sol. La caractérisation de leur dynamique par des mesures de **biomasse moléculaire** et d'activité nitrifiante a été effectuée en complément à des **mesures globales** de diversité métabolique et d'abondance bactérienne. Ceci a permis d'étudier la **pertinence de ces outils microbiens** pour l'évaluation des effets des MF sur la durabilité des agrosystèmes.

La fertilisation et la vie microbienne du sol : essais expérimentaux

Conduite des essais



Incubation en conditions contrôlées



Biotest en phytotron



Suivi au champ

A) Approche biotest en microcosme : utilisation de bioindicateur d'évaluation de l'innocuité des matières fertilisantes (cendres, boues, ...)

B) Approche biotest en phytotron et suivi au champ : utilisation de bioindicateur pour la mesure et le suivi de l'état microbologique du sol amendé par différents types de MF

Outils de mesure



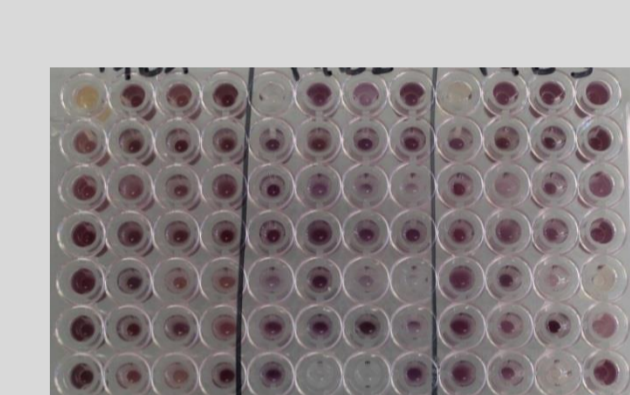
Respirométrie (Oxitop®)



Bactéries nitrifiantes (ISO 14238)



Biomasse moléculaire (qPCR ADN16S et ADN AmoA)



Activité métabolique (Plaque Biolog®)

La fertilisation et la vie microbienne du sol : résultats

A) Innocuité des MF :

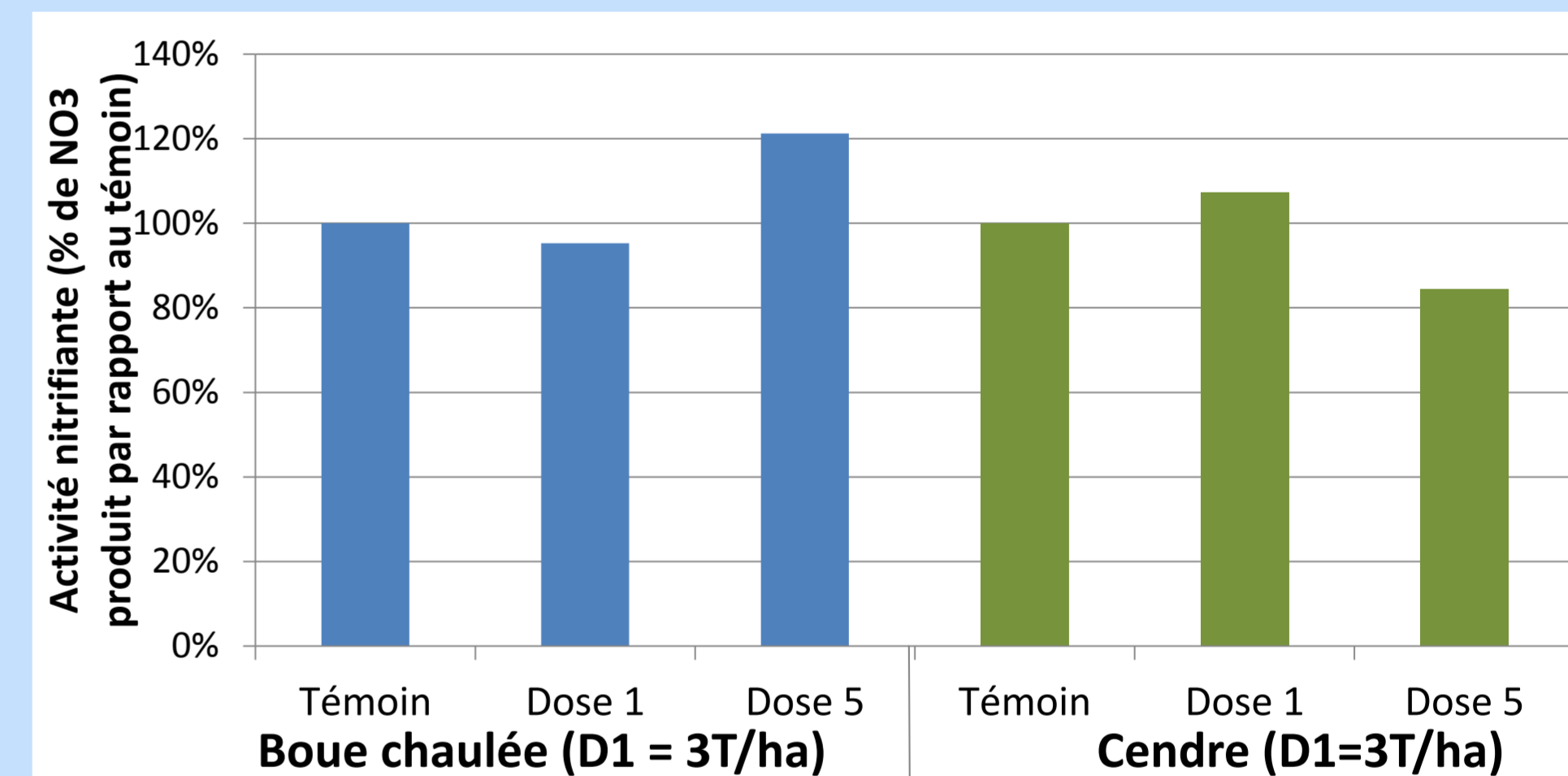
Le biotest de mesure de l'activité nitrifiante permet d'évaluer les effets (+ / -) des MF dans une démarche de développement de nouveaux produits ou de nouveaux procédés (exemple de résultats figure 1).

B) Efficacité agronomique des MF

Les bioindicateurs microbiens sont utilisés pour l'évaluation des effets (+/-) des MF en lien avec la dynamique des éléments minéraux dans le sol et la croissance et la nutrition des plantes. 7 produits (amendements et engrais minéraux ou organiques) ont été apportés à une parcelle agricole et à un sol agricole mis en culture avec du maïs au phytotron pendant 34 jours, un témoin négatif non amendé sert de référence. Les résultats montrent que l'ensemble des produits à l'exception de l'amendement minéral ont augmenté la biomasse aérienne par rapport au témoin. Cette augmentation est accompagnée d'une activité et biomasse des populations nitrifiantes plus importantes, alors qu'aucune différence n'a été observée avec les outils de mesure globaux (diversité Biolog, ADN total, respirométrie).

Concernant le suivi au champ, aucune différence significative n'a été observée au niveau de la diversité métabolique six mois après apport des produits au sol. En revanche, les populations de bactéries nitrifiantes semblent être favorisées : augmentation de la biomasse des bactéries nitrifiantes pour tous les produits à l'exception de l'amendement organique.

Figure 1 : Innocuité des MF – Relation dose/effet



Type d'engrais	Diversité métabolique	Biomasse végétale	Respirométrie	ADN total (16S)	ADN nitrif. (AmoA)	Activité nitrifiante
Engrais organique 1	+	+	=	=	+	+
Engrais organique 2	=	+	=	+	+	+
Engrais organique 3	=	+	=	=	+	+
Amendement organique	=	+	=	=	+	+
Amendement minéral	=	=	-	=	-	+
Engrais minéral 1	=	+	-	=	+	-
Engrais minéral 2	-	+	=	=	+	+

Tableau 1 : Résultats des biotests en chambre de culture

Différences significatives par rapport au témoin : + : supérieur, - : inférieur
Pas de différences significatives par rapport au témoin : =

Conclusion

Les outils utilisés lors de ces études ont mis en évidence des changements au niveau des **populations bactériennes fonctionnelles** (bactéries nitrifiantes) que ce soit à l'échelle du microcosme, du biotest au phytotron ou au champ. Tester la pertinence de ces bioindicateurs en combinaison avec d'autres outils microbiens permettra de donner un éclairage plus précis sur l'intérêt de leur usage comme **moyen d'évaluation de l'état microbologique du sol** et des processus agroenvironnementaux qui en découlent. L'approche au champ permettra de **relier les effets observés sur le compartiment microbien aux conséquences agronomiques et environnementales** qui peuvent être engendrées à court et plus long terme. En revanche, l'approche biotest en phytotron permettra de relier directement les effets potentiels observés aux caractéristiques physico-chimiques et agronomiques des produits testés, puisque cette démarche permet de s'affranchir des conditions climatiques. Le **transfert de technologies** de ces outils vers les laboratoires, les conseillers agricoles et les utilisateurs permet la sensibilisation et la communication autour de **l'intérêt de ces bioindicateurs dans l'évaluation de la fertilité des sols en lien avec les pratiques agricoles**.