

# GERER LA STABILISATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DU SOL PAR LA FERTILISATION RAISONNEE: LE PROJET MaCaN

Thomas Guillaume<sup>1</sup>, Samuel Steiner<sup>1</sup>, Stéphanie Grand<sup>2</sup>, Callum Banfield<sup>3</sup>, Alessia Perego<sup>4</sup>, Astrid Oberson<sup>5</sup>, Jens Leifeld<sup>6</sup>, Luca Bragazza<sup>1</sup> et Marco Keiluweit<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Systèmes de grande culture et nutrition des plantes, Agroscope, Nyon, Suisse

<sup>2</sup> Pédologie, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse

<sup>3</sup> Interactions dans la géo-biosphère, Université de Tübingen, Tübingen, Allemagne

<sup>4</sup> Systèmes de grandes cultures et statistiques appliquées, Université de Milan, Milan, Italie

<sup>5</sup> Nutrition des plantes, ETH Zurich, Zürich, Suisse

<sup>6</sup> Agriculture et climat, Agroscope, Zürich, Suisse

<sup>7</sup> Biogéochimie du sol, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse

Comment favoriser la séquestration du C dans les sols agricoles tout en réduisant les pertes d’N?

Des décennies d’utilisation des sols pour l’agriculture ont conduit à une importante diminution de leur taux en matière organique (MOS). Une inversion de ce processus permettrait de lutter contre le réchauffement climatique en piégeant à nouveau le CO<sub>2</sub> émis sous forme de MOS. Cependant, le potentiel important de séquestration de carbone (C) dans les sols agricoles semble limité par le besoin conséquent en azote (N) requis par des contraintes stœchiométriques pour la formation de la MOS. Les surplus d’N issues de la fertilisation des cultures pourraient être une solution pour résoudre le « dilemme de l’azote » sans induire une augmentation massive du besoin d’N au niveau de l’agriculture mondiale pour compenser le piégeage de celui-ci dans les sols. Pour atteindre ce résultat, il est toutefois nécessaire d’augmenter l’efficacité de l’utilisation du C et de l’N dans le système sol-culture.

Le but du projet « MaCaN », financé par le Fonds national suisse pour la recherche (2023-2027), est de mettre en lumière les facteurs gouvernant la stabilisation de la MOS dans les sols agricoles et comment ces facteurs sont influençables par la gestion de la fertilisation et des résidus de récoltes. L’hypothèse principale est que le rapport entre la quantité d’N et de C entrant dans le sol, c’est-à-dire la stœchiométrie des intrants, modifie l’efficacité de leur utilisation par les microorganismes et donc affecte les voies préférentielles de stabilisation de la MOS; reflétées par la proportion de MOS dérivée directement des plantes ou transformée au travers des microorganismes (*in vivo* vs. *ex vivo*). De plus, l’effet de la stœchiométrie des intrants sur le métabolisme microbien est modulé par la quantité et la qualité de MOS.

A l’aide d’un essai agronomique de longue durée (47 ans) établi par l’Agroscope à Nyon (Suisse) et des méthodes isotopiques de traçage des éléments, nous allons i) déterminer l’effet de différentes combinaisons d’amendements organiques et d’engrais azotés minéraux sur la quantité et la qualité de la MOS et de la production agricole, ii) déterminer comment ces combinaisons affectent le métabolisme microbien et la distribution de l’N dérivé de l’engrais dans les pools du système sol-culture, et iii) développer une méthode rapide et abordable (Py-GC/MS) pour déterminer les voies de stabilisation préférentielles de la MOS. Grâce au gradient de teneur de MOS induit sur le long-terme par les traitements d’amendements organiques (2 doses de fumier, lisier, résidus de paille, engrais vert), il est possible de mettre en évidence les effets spécifiques de la teneur en MOS sur la stabilisation du C et l’efficacité de l’utilisation de l’N. Pour cela, les parcelles d’origine ont été divisées en 2023 en deux sous-parcelles recevant ou non des engrais de ferme avant la culture de maïs.

En détails, la dynamique du C et de N sur le long terme (décennies) sera étudiée au travers de l’évaluation de l’essai de longue durée dans le lot de travail 1 (LT1). La dynamique sur le moyen terme



(années) sera étudiée grâce à la signature isotopique du  $^{13}\text{C}$  spécifique de la biomasse de maïs (LT3) et la dynamique sur le court terme (semaines) grâce à la mise en place de micro-parcelles recevant de l'engrais azoté minéral enrichi en  $^{15}\text{N}$  (LT4). En parallèle, l'efficacité d'utilisation du C par les microorganismes du sol dans les micro-parcelles sera déterminée par incubation de matière organique marquée au  $^{13}\text{C}$ . Finalement, la méthode utilisant la Py-GC/MS pour déterminer la proportion de nécromasse microbienne dans la MOS (LT2) sera calibrée de manière externe par des méthodes standards telles que l'extraction de sucres aminés du sol pour quantifier la nécromasse microbienne et la quantification des marqueurs végétaux, par exemple les n-alcanes ( $> \text{C}_{24}$ ) et les acides gras hydroxylés dérivés de la subérine.

Le projet entretient aussi un lien fort avec la pratique. Les résultats serviront de base pour mettre à jour plusieurs facteurs dans les « Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse » ; document de référence pour les normes de fertilisation co-édité par notre groupe de recherche au sein de l'Agroscope. Ils permettront notamment d'évaluer les normes de fertilisation en fonction des optimums agronomique, économique et écologique, ainsi que préciser les facteurs de correction liés aux taux de MOS et à l'arrière-effet des engrais de ferme.

En plus des avancées dans la compréhension fondamentale des processus qui couplent les cycles du C et de l'N dans les agroécosystèmes et leurs facteurs de régulation, le projet permettra d'optimiser la fertilisation des grandes cultures afin de réduire les pertes d'azote dans l'environnement, d'augmenter la MOS et d'améliorer l'utilisation des ressources, tout en garantissant une production élevée et de qualité.