

Paramétrage du modèle AMG à l'aide de données au champ et de laboratoire pour simuler l'évolution de la matière organique des sols dans un contexte d'apports réguliers de divers produits résiduaux organiques

Le recyclage des produits résiduaux organiques (PRO) en agriculture produit de nombreux services : fourniture de nutriments (N, P...), augmentation de la matière organique du sol et amélioration des propriétés du sol liées à la matière organique (sensibilité à la battance, capacité d'infiltration...). Le potentiel des PRO à augmenter la matière organique des sols est cependant variable selon le type de PRO. Pour un agriculteur qui a l'objectif d'augmenter les stocks de matière organique dans ses sols, se pose ainsi la question du choix du PRO et de son insertion dans les systèmes de culture (fréquence, dose). Pour répondre à ces questions, les modèles de dynamique du carbone peuvent être des outils intéressants. Parmi ces outils, le modèle AMG est un modèle simple et robuste, dont la version en ligne SIMEOS-AMG peut être utilisée par tout un chacun pour simuler l'effet de divers scénarios de systèmes cultures sur la matière organique du sol. AMG a été validé sur de nombreuses données d'essai au champ, mais principalement sans apport de PRO. Les entrées de carbone par les PRO dans AMG sont contrôlées par la fréquence et la dose d'apport, la teneur en carbone du PRO et son coefficient isohumique K_1 . Ce coefficient K_1 représente la part de carbone du PRO humifié l'année suivant son apport, c'est-à-dire la part contribuant à la matière organique active du sol, la part complémentaire étant minéralisée. Dans SIMEOS-AMG, un nombre limité de PRO est paramétré pour le moment. Il est ainsi nécessaire de proposer des K_1 pour davantage de PRO (digestats...), mais aussi de mettre à jour les paramètres existants, notamment du fait des évolutions récentes du modèle. Ce coefficient K_1 peut être déterminé en mobilisant les résultats d'essai au champ de longue durée où des PRO sont épandus (modélisation inverse). Le nombre d'essais étant cependant limité, il est nécessaire de proposer une méthode de laboratoire pour déterminer ces coefficients K_1 .

Les objectifs de ce travail sont donc de valider la capacité du modèle AMG à simuler les évolutions du carbone dans les sols suite aux apports de PRO, (ii) valider une méthode de laboratoire de prédiction des K_1 des PRO en la confrontant aux résultats obtenus avec les essais au champ de longue durée, (iii) mobiliser cette méthode de laboratoire pour prédire les K_1 d'une large gamme de PRO dans AMG.

Les données de 7 essais au champ de longue durée allant de 12 à 150 ans, ont été mobilisées, ce qui représente 40 traitements avec PRO et 17 types de PRO différents. Les K_1 ont été optimisés afin de minimiser l'erreur de simulation du stockage additionnel de carbone entre traitement avec PRO et traitement témoin sans PRO. La qualité de simulation des stocks de carbone est satisfaisante, avec une Root Mean Square Error (RMSE) de 3,0 t C/ha, soit une erreur comparable aux erreurs mentionnées dans la littérature pour des simulations sans PRO. La qualité de simulation étant satisfaisante, il a été possible d'interpréter les valeurs de K_1 optimisées. La hiérarchie des K_1 optimisés est cohérente, de 28% pour les engrais verts sur l'essai d'Ultuna, à 100% pour le compost de déchets verts de la Sérail, en passant par 47% pour le fumier de bovins de

la Jaillère. La variabilité des K_1 obtenus pour un même PRO entre différents essais peut cependant être importante, avec par exemple les K_1 pour un fumier de bovins pouvant varier de 44% sur l'essai d'Ultuna jusqu'à une valeur de 97% sur l'essai QualiAgro. La contribution d'un même type de PRO à la matière organique du sol peut donc être assez variable entre essais, ce qui pourrait en partie s'expliquer par la variabilité de composition des PRO.

Le potentiel de l'Indicateur de Stabilité de la Matière Organique (ISMO) à prédire les K_1 des PRO optimisés sur la base des données au champ a ensuite été vérifié. L'ISMO a été choisi comme indicateur de laboratoire du fait qu'il soit un indicateur normalisé simple à mettre en œuvre et proposé par des laboratoires commerciaux à un prix modéré. Sur 4 des 7 essais au champ longue durée où les valeurs d'ISMO étaient disponibles, l'ISMO explique 62% de la variabilité des K_1 optimisés ($r^2=0.62$) et est de plus un estimateur avec un biais très faible (-9%). En utilisant directement les valeurs d'ISMO comme K_1 dans AMG, la qualité de simulation est dégradée (+1,9 t C/ha de RMSE), mais reste acceptable.

Finalement, l'ISMO étant un prédicteur acceptable des K_1 , une base de données d'ISMO comprenant environ 600 valeurs et couvrant une soixantaine de PRO a été utilisée pour fournir des références pour AMG. Après regroupement de types de PRO semblables ou pour lesquels un nombre limité de données existaient, des valeurs de K_1 médianes ont été proposées pour AMG, avec par exemple des K_1 égaux à 16% pour des fientes, 55% pour les lisiers porcins, 64% pour les fumiers bovins, 66% pour l'ensemble des digestats, 46% pour les boues de station d'épuration urbaine ou encore 82% pour les composts de déchets verts. Enfin, à côté de ces nouvelles références de K_1 et au vu de la variabilité des valeurs d'ISMO pour un même type de PRO, il est jugé souhaitable de laisser l'opportunité à un utilisateur de SIMEOS-AMG de paramétrer lui-même son PRO en utilisant ses propres valeurs d'ISMO.

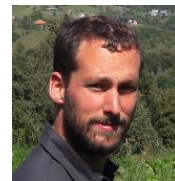
Florent Levavasseur

florent.levavasseur@inra.fr

INRA, UMR ECOSYS, Thiverval-Grignon

Ingénieur de recherche

Thématique de recherche : optimisation du recyclage des produits résiduels organiques à l'échelle des territoires.



Sabine Houot

INRA, UMR ECOSYS, Thiverval-Grignon

Directrice de recherche

Thématique de recherche : évaluation des bénéfices et impacts environnementaux associés au recyclage des produits résiduels organiques en agriculture



Bruno Mary

INRA, UR AgrolImpact, Laon

Directeur de recherche

Thématique de recherche : stockage du carbone dans les sols et évaluation environnementale des systèmes de culture

