

# PREDICTION DE LA MINERALISATION DE L'AZOTE ORGANIQUE DES ENGRAIS EN PRODUCTION HORS-SOL

P. Cannavo<sup>1</sup>, S. Recous<sup>2</sup>, M. Valé<sup>3</sup>, M. Benbrahim<sup>4</sup>, S. Bresch<sup>5</sup>, R. Guénon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EPHOR, Institut Agro, 49045, Angers, France, <sup>2</sup>UMR FARE, INRA / URCA, Université de Reims Champagne-Ardenne, 2 Esplanade R. Garros, 51100 Reims, France, <sup>3</sup>AUREA AGROSCIENCES, F-45160 Ardon, France, <sup>4</sup>RITTMO Agroenvironnement, ZA Biopôle, 37 rue de Herrlisheim, CS 80023, F-68025 Colmar Cedex, France, <sup>5</sup>CDHR Centre-Val de Loire, Domaine de Cornay, 45590 Saint-Cyr-en-Val

## Introduction

Les consommateurs sont soucieux de la qualité des aliments qu'ils consomment et de l'impact environnemental de leur production. Les producteurs s'orientent donc vers des pratiques agro-écologiques telles que la fertilisation organique (Burnett et al., 2016). Dans la production hors-sol conventionnelle (culture en pots ou conteneurs), la plante pousse dans un volume limité, à faible pouvoir tampon (eau, température, pH et nutriments notamment) (Raviv et al., 2002). L'introduction d'engrais organiques nécessite d'adapter les pratiques car les engrais organiques doivent d'abord être minéralisés par le microbiote du substrat avant d'être assimilés par la plante. Il est donc essentiel de faire correspondre le taux de libération des nutriments par les micro-organismes aux besoins de la plante (Treadwell et al., 2007).

L'azote minéral est le nutriment le plus utilisé par les plantes, et est souvent l'élément le plus limitant pour leur croissance. Si la minéralisation et la nitrification de l'azote ont été étudiées de manière approfondie dans les sols, les connaissances scientifiques sont insuffisantes en ce qui concerne les substrats. Comme les substrats présentent une faible biodégradabilité, on peut se demander si les communautés microbiennes indigènes sont adaptées aux processus de minéralisation de l'azote organique, en fonction des conditions de température et d'humidité. Plus généralement, on peut s'interroger sur la transposabilité des connaissances en matière de minéralisation et de nitrification des sols vers les substrats. Ainsi, la compréhension des mécanismes de régulation de la minéralisation et de la nitrification des engrais organiques dans les substrats horticoles est nécessaire pour une meilleure prédiction de la disponibilité de l'azote minéral pour les plantes.

L'objectif de l'étude est donc de caractériser et de modéliser la dynamique de minéralisation de l'azote organique dans différents couples substrats – engrais, soumis à différentes conditions de température et d'humidité. Ce travail contribuera à l'élaboration d'outils prédictifs de la minéralisation des engrais, à destination des producteurs.

## Matériels et méthodes

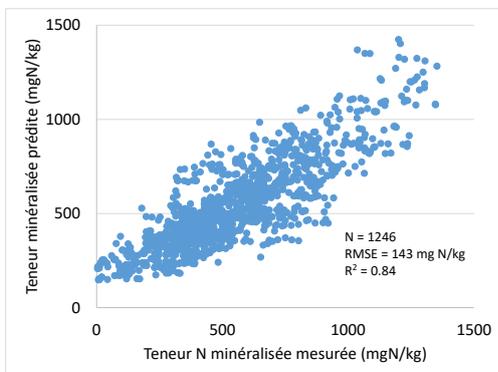
Nous avons caractérisé et modélisé la dynamique de minéralisation de l'azote organique de différents couples substrats-engrais à 5 températures différentes (4, 10, 20, 28, 40°C) et 4 potentiels matriciels (pF 1.5, 1.7, 2, 2.5). Une incubation sans plantes a été réalisée dans ce sens afin de suivre dans le temps l'azote minéral ( $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$ ) issu de la biodégradation de 2 engrais organiques, dans 4 substrats différents pendant 49 jours. A l'aide des données recueillies, deux modèles de prédiction de la minéralisation ont été établis, une régression multi-variable utilisant des paramètres facilement accessibles par les producteurs et un modèle de cinétique de premier ordre permettant de déterminer la constante de biodégradation des engrais.

Afin de prendre en compte les effets de la température et de l'humidité des substrats sur la minéralisation, une loi d'action pour chacune de ces variables a été développée. Pour cela, les formalismes utilisés dans le modèle STICS (Brisson et al., 2008) pour la minéralisation de la matière organique dans les sols ont été adaptés aux substrats.

## Résultats et discussion

Une loi d'action de la température applicable à tous les substrats a pu être établie. En utilisant 20°C comme température de référence, la valeur du Q10 pour les substrats est de 1.13. Cette valeur est inférieure à la moyenne trouvée dans les sols cultivés (soit 2.02), mais se situe dans la fourchette des valeurs trouvées dans la littérature, de 0,55 à 11,9 (Liu et al., 2017). Il n'a en revanche pas été possible de déterminer une loi d'action unique pour l'humidité car chaque substrat a réagi différemment. De plus des interactions entre température et humidité ont été observés. Néanmoins, il a pu être observé que la proportion de  $\text{NH}_4^+$  relativement à l'azote minéral total, qui traduit une performance du processus de nitrification, était corrélée au taux de saturation en eau de l'espace poral du substrat (water-filled pore space WFPS). En effet, la nitrification devient favorable lorsque WFPS est supérieur à 45% v/v.

L'effet de l'humidité n'a alors pas été pris en compte dans la prédiction de la minéralisation. Ceci étant, il a été possible de prédire avec satisfaction l'azote minéralisé. La figure 1 présente l'azote minéralisé prédit en fonction de l'azote minéralisé mesuré, pour toutes les modalités étudiées.



**Figure 1 – performance de modélisation de l'azote organique des engrais**

L'équation du modèle tient compte de la teneur en azote minéral initial du substrat ( $N_{init}$ ,  $\text{mgN kg}^{-1}$ ), de la quantité d'azote apportée par l'engrais ( $N_{engrais}$ ,  $\text{mgN kg}^{-1}$ ) et des jours normalisés :

$$N_{\text{minéralisé}} = 0.1 \times [N_{\text{engrais}}] + 0.8 \times [N_{\text{init}}] + 9.2 \times [\text{Jours\_Normalisés}]$$

La modélisation à partir de cinétiques du premier ordre a été réalisée par substrat en raison de la réponse spécifique de chacun d'entre eux à la minéralisation. La constante de biodégradation est variable selon le type de substrat, entre 0.04 et 0.18  $\text{j}^{-1}$ . Afin de disposer d'un modèle plus robuste, il conviendra d'acquérir des données sur un plus grand nombre de substrats et

d'engrais. Aussi, une validation du modèle sur un jeu de données issus des expérimentations in situ chez les producteurs partenaires du projet est en cours.



## Références bibliographiques

- Brisson N., Launay M., Mary B., Beaudoin N. (2008) Conceptual basis, formalisations and parameterization of the STICS crop model. Ed. Quae, 301p.
- Burnett, S.E., Mattson, N.S., Williams, K.A., 2016. Substrates and fertilizers for organic container production of herbs, vegetables, and herbaceous ornamental plants grown in greenhouses in the United States. *Scientia Horticulturae*, Recent advances in organic horticulture technology and management - Part 1 208, 111–119.
- Liu Y, Wang C, He N, Wen X, Gao Y, Li S, Niu S, Butterbach-Bahl K, Luo Y, Yu G (2017) A global synthesis of the rate and temperature sensitivity of soil nitrogen mineralization: latitudinal patterns and mechanisms. *Glob Chang Biol* 23:455–464
- Raviv, M., Wallach, R., Silber, A., Bar-Tal, A., 2002. Substrates and their analysis. In: Savvas, D., Passam, H. (Eds.), *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. Embryo Publications, Greece, pp. 25–102
- Treadwell, D.D., Hochmuth, G.J., Hochmuth, R.C., Simonne, E.H., Davis, L.L., Laughlin, W.L., Li, Y., Olczyk, T., Sprenkel, R.K., Osborne, L.S., 2007. Nutrient management in organic greenhouse herb production: where are we now? *HortTechnology* 17 (4), 461–466.