

# QUELS PARAMETRES INFLUENCENT LA MINERALISATION DE L'AZOTE DANS LES SUBSTRATS DE CULTURE ORGANIQUES HORS-SOL ?

Cannavo Patrice<sup>1</sup>, Valé Matthieu<sup>2</sup>, Benbrahim Mohammed<sup>3</sup>, Bresch Sophie<sup>4</sup>, Guénon René<sup>1</sup>,  
Recous Sylvie<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>EPHOR, AGROCAMPUS OUEST, 49045 Angers

<sup>2</sup>AUREA AgroSciences, 45160 Ardon

<sup>3</sup>RITMO Agroenvironnement, ZA Biopôle, 37 rue de Herrlisheim, CS 80023, F-68025 Colmar Cedex

<sup>4</sup>CDHR Centre-Val de Loire, Domaine de Cornay, 45590 Saint-Cyr-en-Val

<sup>5</sup>UMR FARE, INRA / URCA, Université de Reims Champagne-Ardenne, 2 Esplanade R. Garros,  
51100 Reims

Afin d'être capable de prédire la minéralisation de l'azote d'engrais organiques dans les substrats de culture hors-sol, il est nécessaire d'identifier les paramètres influant sur la minéralisation et de modéliser leurs effets. De nombreux travaux ont été réalisés sur la minéralisation de l'azote organique des sols et des matières fertilisantes organiques dans un contexte agricole (Nicolardot et al., 2001 ; Lashermes et al, 2010). Les paramètres identifiés dans la littérature sont les caractéristiques des sols (texture, pH, ...) et des matières fertilisantes organiques (rapport C/N, fractions biochimiques, ...), ainsi que la température et l'humidité dont les lois d'action sont regroupées dans le concept de jours normalisés.

Il n'existe quasiment aucune référence scientifique sur la minéralisation de l'azote organique dans les substrats hors-sol. Les premiers travaux réalisés par AUREA AgroSciences semblaient indiquer que les paramétrages des fonctions définis pour les sols agricoles n'étaient pas applicables pour les substrats hors-sol (amplitude de température et humidité plus importante, variations plus brutales, optimum de minéralisation différent). De plus, la nature même des substrats hors-sol fait que les caractéristiques à prendre en compte sont spécifiques aux substrats : nature des constituants (tourbe, fibre, écorce, ...), granulométrie, pH, faible activité biologique, communautés microbiennes spécifiques...

Les travaux menés dans le projet CASDAR OPTIFAZ ont pour objectif de modéliser la minéralisation de l'azote organique en prenant en compte les paramètres suivants :

- Température et humidité (via le concept des jours normalisés),
- Caractéristiques du substrat et des engrais organiques,
- Activité biologique des mélanges substrats-engrais organiques.

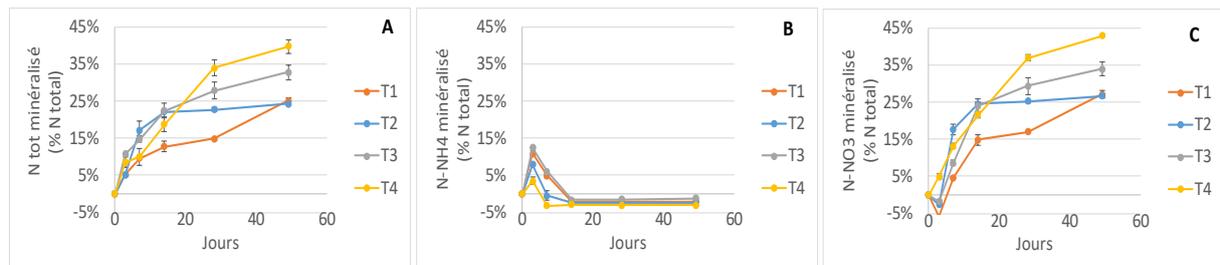
Deux types de dispositifs ont été mis en œuvre, un dispositif d'incubations en conditions contrôlées (méthode adaptée pour les substrats), et un dispositif dédié au suivi en stations d'expérimentation (en conditions de culture), afin de valider *in situ* le paramétrage de la minéralisation de l'azote. Dans ce résumé, les résultats du premier dispositif sont présentés.

Les incubations en conditions contrôlées ont permis de suivre la minéralisation de l'azote organique de deux engrais (un engrais contenant des matières premières 100% d'origine végétale, le second à dominante animale) dans 4 substrats différents (substrat conteneurs pour "arbres et arbustes", substrat pot "plantes fleuries-aromatiques" avec une structure plus fine, substrat motte à base de tourbe et un dernier substrat motte contenant moins de 60% de tourbe). Les incubations ont été réalisées à 4 températures différentes (4°C, 20°C, 28°C, 40°C) croisées avec 3 humidités (pF 1.7, 2.5 et 3) afin de pouvoir définir des lois d'actions température et humidité, en relation avec les caractéristiques des engrais et des substrats. Au total, 96 modalités et 3 répétitions pour chacune des modalités ont été étudiées.

Les caractéristiques initiales des propriétés physico-chimiques des substrats et des engrais ont été mesurées. L'incubation a duré 49 jours, au cours de laquelle les mesures suivantes ont été réalisées (0, 3, 7, 14, 28 et 49 jours) : teneurs en  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , et quantification des gènes ammonitrifiants. A l'issue de l'incubation, une analyse ANOVA a été menée.

A l'issue de l'incubation, les résultats ont montré que la production de N minéral est, comme anticipé, dépendante du substrat, de l'humidité et de la température.

La minéralisation du N total résulte d'une combinaison de cinétique de production de  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$ . Selon les substrats et les conditions de température et d'humidité, ces cinétiques sont assez contrastées. La nitrification stricte (transformation de l'ammonium en nitrate) dépend du type de substrat, qui influence les disponibilités en eau et air et modifie la granulométrie de l'ensemble) (figure 1). Dans certains substrats, la vitesse de nitrification est assez faible, quel que soit le type d'engrais et provoque une accumulation d'ammonium au cours du temps. Ceci est particulièrement le cas lorsque l'humidité du substrat baisse et les températures sont extrêmes (4 et 40°C). Dans d'autres substrats, la vitesse de nitrification est plus élevée et la teneur en ammonium décroît dès le 14<sup>ème</sup> jour d'incubation pour devenir quasi nulle après 28 jours d'incubation. A cette disparition de l'ammonium est associée à une augmentation de la teneur en nitrate.



**Figure 1** – Effet du substrat sur la cinétique de production de l'azote minéral total (A), de  $\text{NH}_4^+$  (B), et de  $\text{NO}_3^-$  (C). Les barres d'erreurs représentent les erreurs standard (n=3)

En parallèle, les bactéries ammonitrifiantes ont été quantifiées par biologie moléculaire. Les résultats ont montré que les substrats contiennent des bactéries nitrifiantes en quantité différente. A l'opposé, les engrais ne contiennent pas de bactéries nitrifiantes. De même, la faible activité de nitrification de certains substrats est associée à de faibles quantités de bactéries ammonitrifiantes.

Un travail de modélisation des courbes de minéralisation de l'azote est en cours. Ce travail consistera à décrire la loi d'action de la température sur les deux étapes (ammonification et nitrification) et celle de l'humidité. Les premiers résultats montrent une absence d'effets de la nature des substrats sur ces lois d'action, et un interaction température x humidité.

Ce modèle sera ensuite confronté aux mesures réalisées *in situ* par les partenaires du projet, afin de poursuivre la construction de l'outil d'aide à la décision. De même, des mesures complémentaires concernant les microorganismes des supports de culture seront réalisées pour déterminer leur impact sur la minéralisation de l'azote et la possibilité de prendre en compte ce paramètre biologique dans la caractérisation de la minéralisation de l'azote organique dans les substrats de culture.

## Références

- Lashermes G, Nicolardot B, Parnaudeau V., Thuriès L, Chaussod R, Guillot ML, Linères M, Mary B, Metzger L, Morvan T, Tricaud A, Villette C, Houot S. (2010) Typology of exogenous organic matters based on chemical and biochemical composition to predict potential nitrogen mineralization. *Bioresource Technology*, 101, 157-164
- Nicolardot B, Recous S, et Mary B (2001) Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: a simple dynamic model based on the C:N ratio of the residues. *Plant and Soil* 228: 83-103

## Mini CV

Patrice Cannavo est docteur en hydrogéologie et spécialiste des cycles du carbone et de l'azote dans les agrosystèmes. Il est actuellement professeur en science du sol à Agrocampus Ouest. Ses activités de recherche sont menées dans l'unité de "Environnement physique de la plante horticole (EPHor)", qui étudie les transferts (eau, nutriments) entre les plantes et l'environnement, dans les contextes de l'horticulture en serre et de l'agronomie urbaine.

Mohammed Benbrahim est docteur en Biologie forestière et spécialiste en écophysiologie. Ingénieur de Recherche à RITTMO Agroenvironnement, il travaille sur la thématique de la nutrition et la stimulation des plantes. Il est expert auprès des bureaux de normalisation en France et en Europe concernant les matières fertilisantes et les supports de culture.