

Dynamique de minéralisation de l'azote, appliquée aux substrats horticoles en fertilisation organique

P. Cannavo¹, S. Recous², M. Benbrahim³, M. Valé⁴, S. Bresch⁵, R. Guénon¹

¹ L'institut Agro, Agrocampus Ouest, UR EPHor

² INRAE, UMR FARE

³ RITTMO Agroenvironnement

⁴ AUREA Agrosiences

⁵ ASTREDHOR, CDHR Centre-Val de Loire

www.agrocampus-ouest.fr

UR EPHor

AGROCAMPUS OUEST

Ecole nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

l'institut Agro
agriculture • alimentation • environnement



30/03/2021

Contexte et problématique

Une demande socio-professionnelle et des enjeux d'innovation en horticulture

Recours aux **fertilisants organiques**, **substitutifs** aux produits de synthèse

Besoin de connaissances scientifiques et de validation agronomique des engrais organiques présents sur le marché

Engrais organiques

Origine animale : corne broyée, sang séché, guano,....

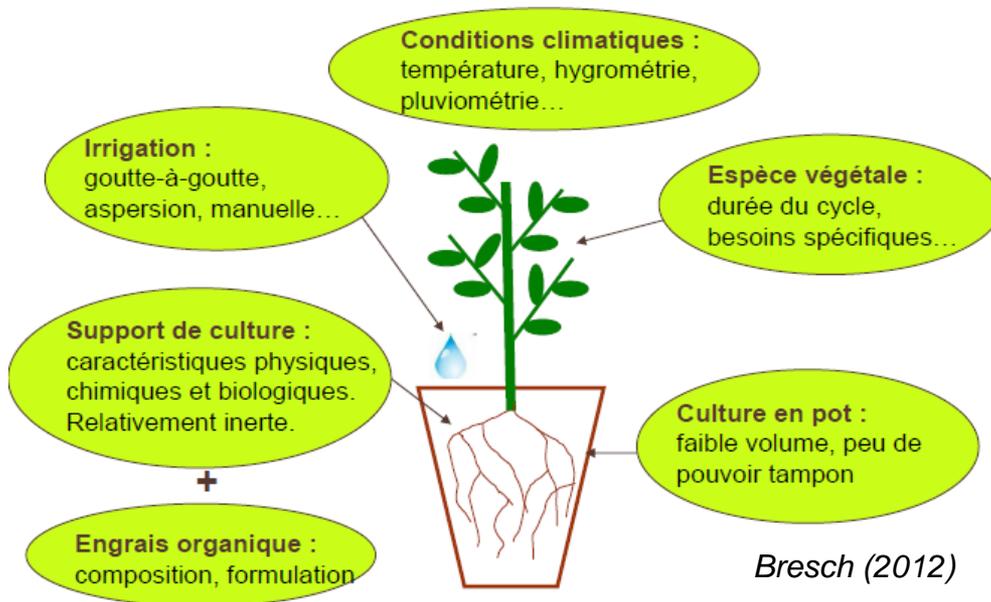
Origine végétale : tourteaux, purins, résidus compostés...

+ les biostimulants : bactéries, champignons, extraits végétaux, phytohormones, vitamines,...

⇒ Comment maîtriser la minéralisation des engrais ?

Contexte et problématique

Spécificités des cultures hors-sol



Volume racinaire limité
=> faible pouvoir tampon

Substrats organiques biologiquement stables
=> communautés microbiennes spécifiques,
faible activité

Questionnement scientifique et objectifs

Minéralisation de l'azote organique = processus indispensable en amont de la nutrition des plantes en cultures hors-sol

Deux principaux facteurs de régulation : **la teneur en eau** et la **température**

Des connaissances scientifiques abondantes sur la caractérisation et la modélisation de la minéralisation de N **dans les sols**

Ces acquis sont-ils directement transposables aux substrats horticoles ?
Est-il possible de proposer un modèle « générique » de minéralisation de l'azote ?

Objectifs scientifiques :

- Caractériser la **dynamique de minéralisation de l'azote organique en hors-sol** à partir de couples substrats / engrais de référence (produits du commerce).
- Modéliser et savoir prédire les quantités d'azote qui se minéralisent

Dispositif expérimental

4 substrats

| N° | Comp. | MO (% MS) | Corga (%) | C/N | N miné (g/kg) | pH eau | CE (mS/cm) |
|-----|-----------------------------------|-----------|-----------|------|---------------|--------|------------|
| GM1 | Tourbe noire | 68.7 | 34.4 | 30.9 | 0.39 | 6.82 | 0.71 |
| GM2 | Tourbe blonde & noire, fibre coco | 69.1 | 34.5 | 31 | 0.38 | 6.67 | 0.65 |
| GM3 | Tourbe blonde, coco, écorces | 90.9 | 45.4 | 65.9 | 0.03 | 7.3 | 0.64 |
| GM4 | Tourbe blonde, coco, compost | 71.3 | 35.6 | 27.2 | 0.25 | 6.5 | 0.58 |

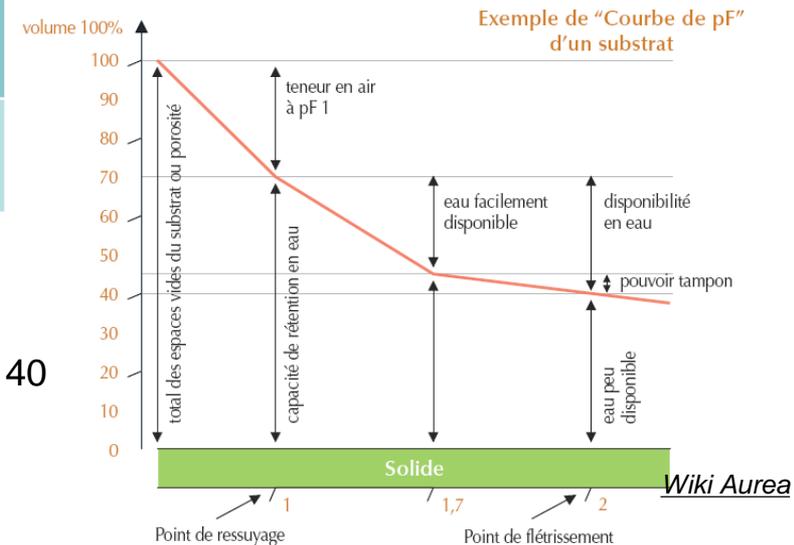
2 engrais

| | MO (%MS) | Norga (%MS) | C/N | ISMO (%) |
|-----------------------------|----------|-------------|-----|----------|
| E1 (à dominante animale) | 58.9 | 6.5 | 3.8 | 12 |
| E2 (100% végétal) | 72.8 | 6.2 | 5.1 | 4 |

Incubation 49 jours

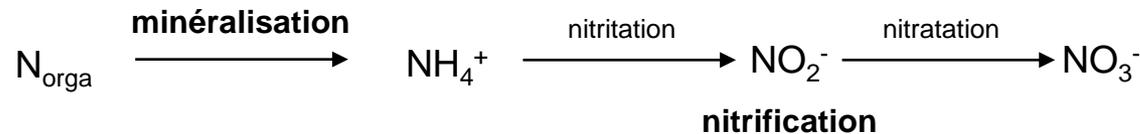
- 4 humidités (pF) : 1.3, 1.5, 2 et 2.5
- 5 températures (°C) : 4, 10, 20, 28, 40

160 modalités,
3 répétitions par modalité



Facteurs influençant la minéralisation de l'azote

Effet substrat (à 20°C et pF2)

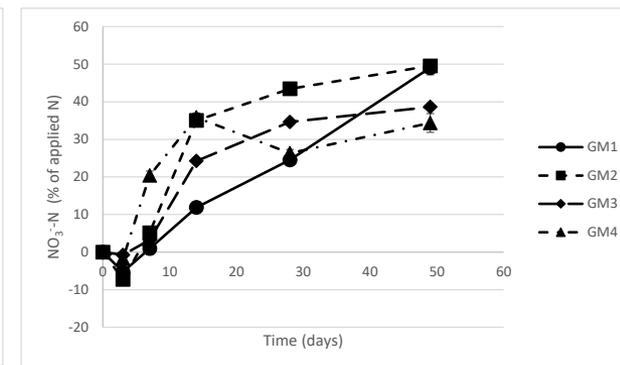
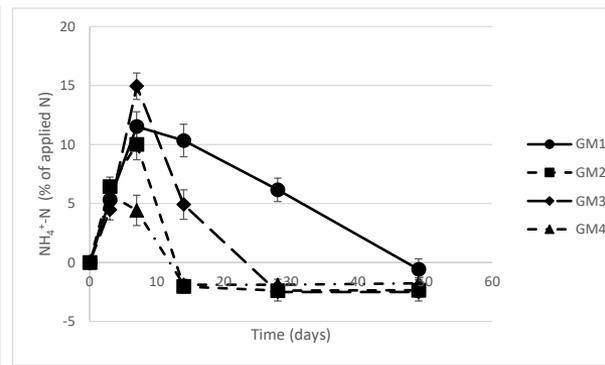
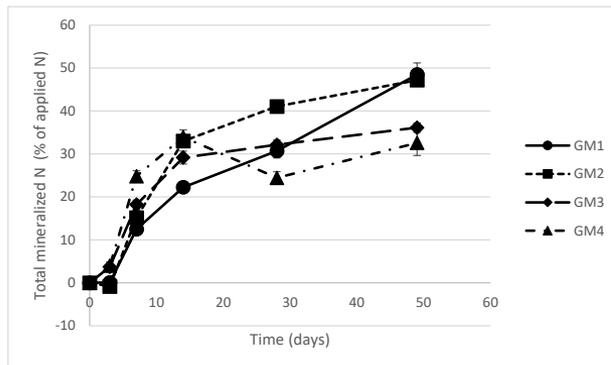


| | |
|-----|-----------------------------------|
| GM1 | Tourbe noire |
| GM2 | Tourbe blonde & noire, fibre coco |
| GM3 | Tourbe blonde, coco, écorces |
| GM4 | Tourbe blonde, coco, compost |

N total minéralisé

NH_4^+

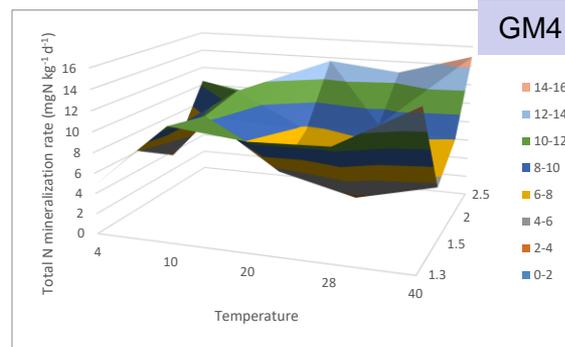
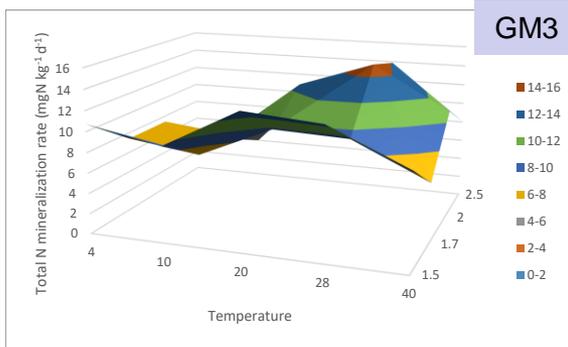
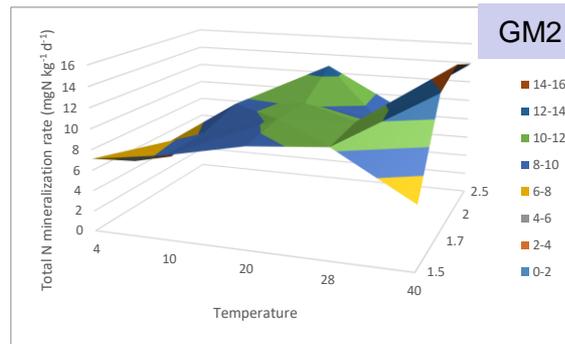
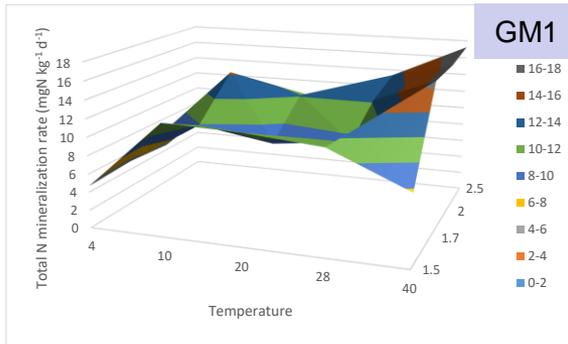
NO_3^-



Des cinétiques substrat spécifiques : GM1 et GM2 minéralisent davantage que GM3 et GM4
Pic de NH_4^+ après 7j d'incubation, dont l'atténuation dépend du substrat : nitrification +/- limitante

Facteurs influençant la minéralisation de l'azote

Effets température et humidité



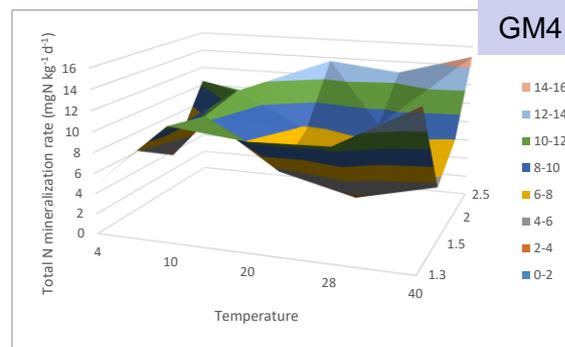
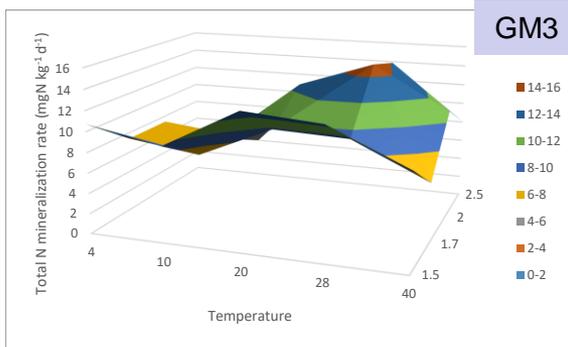
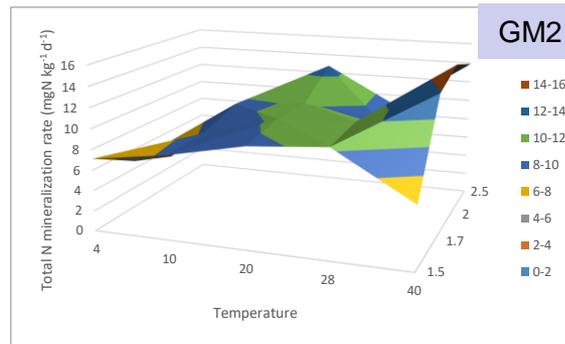
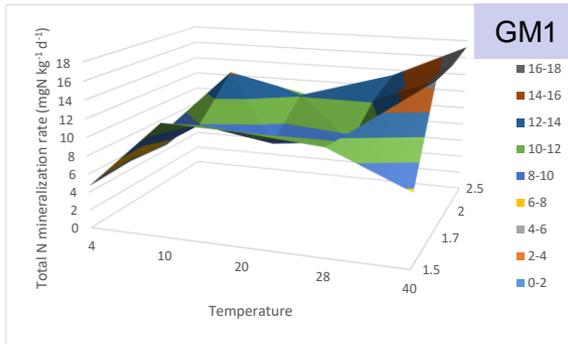
| | |
|-----|-----------------------------------|
| GM1 | Tourbe noire |
| GM2 | Tourbe blonde & noire, fibre coco |
| GM3 | Tourbe blonde, coco, écorces |
| GM4 | Tourbe blonde, coco, compost |

A une humidité donnée, les substrats réagissent de la même à la température

A une température donnée, les substrats ont des comportements très différents selon l'humidité

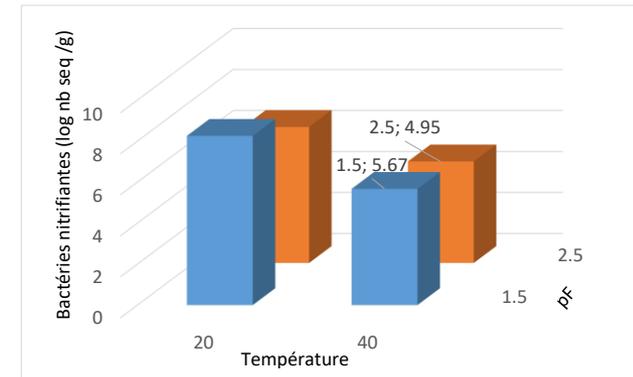
Facteurs influençant la minéralisation de l'azote

Effets température et humidité



| | |
|-----|-----------------------------------|
| GM1 | Tourbe noire |
| GM2 | Tourbe blonde & noire, fibre coco |
| GM3 | Tourbe blonde, coco, écorces |
| GM4 | Tourbe blonde, coco, compost |

Teneur en bactéries nitrifiantes



A une humidité donnée, les substrats réagissent de la même à la température

A une température donnée, les substrats ont des comportements très différents selon l'humidité

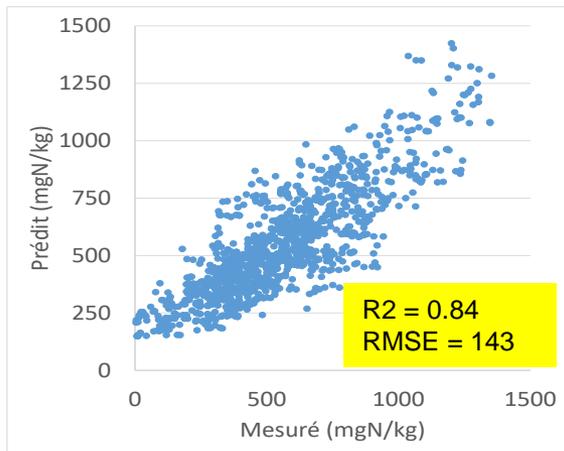
Prédiction de la minéralisation de l'azote organique

Travail sur une régression linéaire multivariée

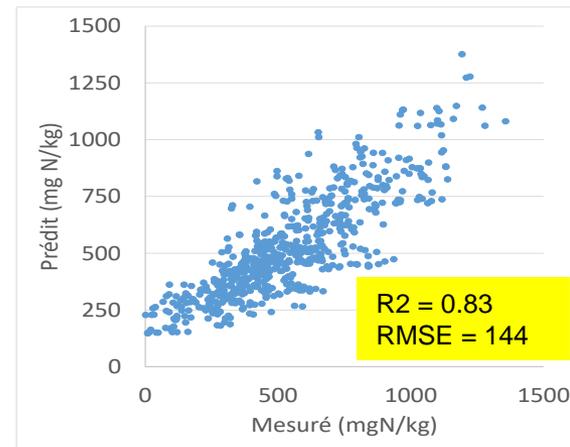
$$N_{\text{minéral}} = A \cdot \text{Variable}_1 + B \cdot \text{Variable}_2 + \text{etc...}$$

Nombre de variables le plus réduit possible, variables facilement accessibles par le producteur
Régression calibrée et validée sur les données de toutes les modalités de l'expérimentation

Calibration (2/3 de la BDD, n=1235)



Validation (1/3 de la BDD, n=617)



$$N_{\text{minéral}} \text{ (mgN / kg MS)} = 0.1 \cdot \text{Qté N}_{\text{engrais}} + 9.8 \cdot N_{\text{initial_substrat}} + 0.8 \cdot \text{Jours_Normalisés}$$

Conclusions & Perspectives

Processus de minéralisation des engrais organiques **très spécifiques des substrats** : des réactions contrastées avec **la température et l'humidité**

Minéralisation et nitrification :

2 processus clés pour la **mise à disposition du nitrate** pour les plantes,
2 familles de **communautés microbiennes** ne se comportant pas de la manière selon température et humidité

Modélisation de l'azote minéralisé :

Modèle qui doit être testé sur des jeux de données (sans plantes) acquis dans les stations expérimentales partenaires

La prise en compte de l'humidité et les interactions température-humidité à améliorer

Accroître le nombre de couples substrats (4 ici) et engrais (2 ici) pour plus de robustesse dans la modélisation

Merci de votre attention !

Questions ?

Contact : patrice.cannavo@agrocampus-ouest.fr



**Financement
CASDAR**



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

www.agrocampus-ouest.fr

UR EPHor
AGROCAMPUS OUEST

Ecole nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

l'institut Agro
agriculture • alimentation • environnement



30/03/2021