



# Prédiction de la minéralisation 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>3</sup>AUREA AGROSCIENCES, F-45160 Ardon, France

<sup>5</sup>CDHR Centre-Val de Loire, Domaine de Cornay, 45590 Saint-Cyr-en-Val

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

<sup>4</sup>RITMO Agroenvironnement, ZA Biopôle, 37 rue de Herrlisheim, CS 80023, F-68025 Colmar Cedex, France

## CONTEXTE & PROBLÉMATIQUE



- Une demande sociétale orientée vers le besoin de systèmes de productions horticoles durables,
- Un enjeu majeur de transition des engrais chimiques de synthèse vers des **engrais organiques**,
- **L'azote** est un élément nutritif majeur pour la croissance des plantes, et la **minéralisation de l'azote** est bien maîtrisée dans les sols cultivés
- Les **cultures horticoles hors-sol** sont caractérisées par des **volumes racinaires limités** à faible pouvoir tampon
- Les producteurs du secteur sont réticents quant l'usage des engrais organiques en raison d'**échecs cultureaux** (excès ou carences en azote)
  - **La maîtrise de la fertilisation organique en culture hors-sol requiert une compréhension des processus de minéralisation**
  - **Il n'existe pas de modèles de minéralisation de l'azote adaptés aux substrats organiques**

## OBJECTIFS

- 1) Caractériser et modéliser l'impact de la **température** et de l'**humidité** du substrat sur la minéralisation de l'azote organique
- 2) Proposer des **outils simples de pilotage** de la fertilisation azotée à destination des producteurs

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Design expérimental

Modalités étudiées : 4 substrats, 2 engrais organiques, 4 températures (4, 20, 28, 40°C), 4 potentiels de succion (pF 1.5, 1.7, 2, 2.5)  
Incubations des modalités sans plantes, et mesure du N minéral (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) aux jours 0, 3, 7, 14, 28, 49 après apport de l'engrais

Substrat	Usage	Composition	MO (% MS)	C_organique (%)	C/N	N min (g kg <sup>-1</sup> )	pH eau	CE (mS cm <sup>-1</sup> )
S1	Pot – plants aromatiques et fleuriers	Tourbe blonde & noire, fibre coco, compost végétal	68.7	34.4	30.9	0.39	6.82	0.71
S2	Plants maraîchers en mottes ou plaques alvéolées	Tourbe noire (80%), compost végétal	69.1	34.5	31	0.38	6.67	0.65
S3	Conteneur arbre et arbuste	Tourbe blonde, coco, écorces compostées	90.9	45.4	65.9	0.03	7.3	0.64
S4	Plants maraîchers en mottes ou plaques alvéolées	Tourbe blonde (60%), coco, compost végétal	71.3	35.6	27.2	0.25	6.5	0.58

Engrais	MO (% MS)	N_organique (% 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



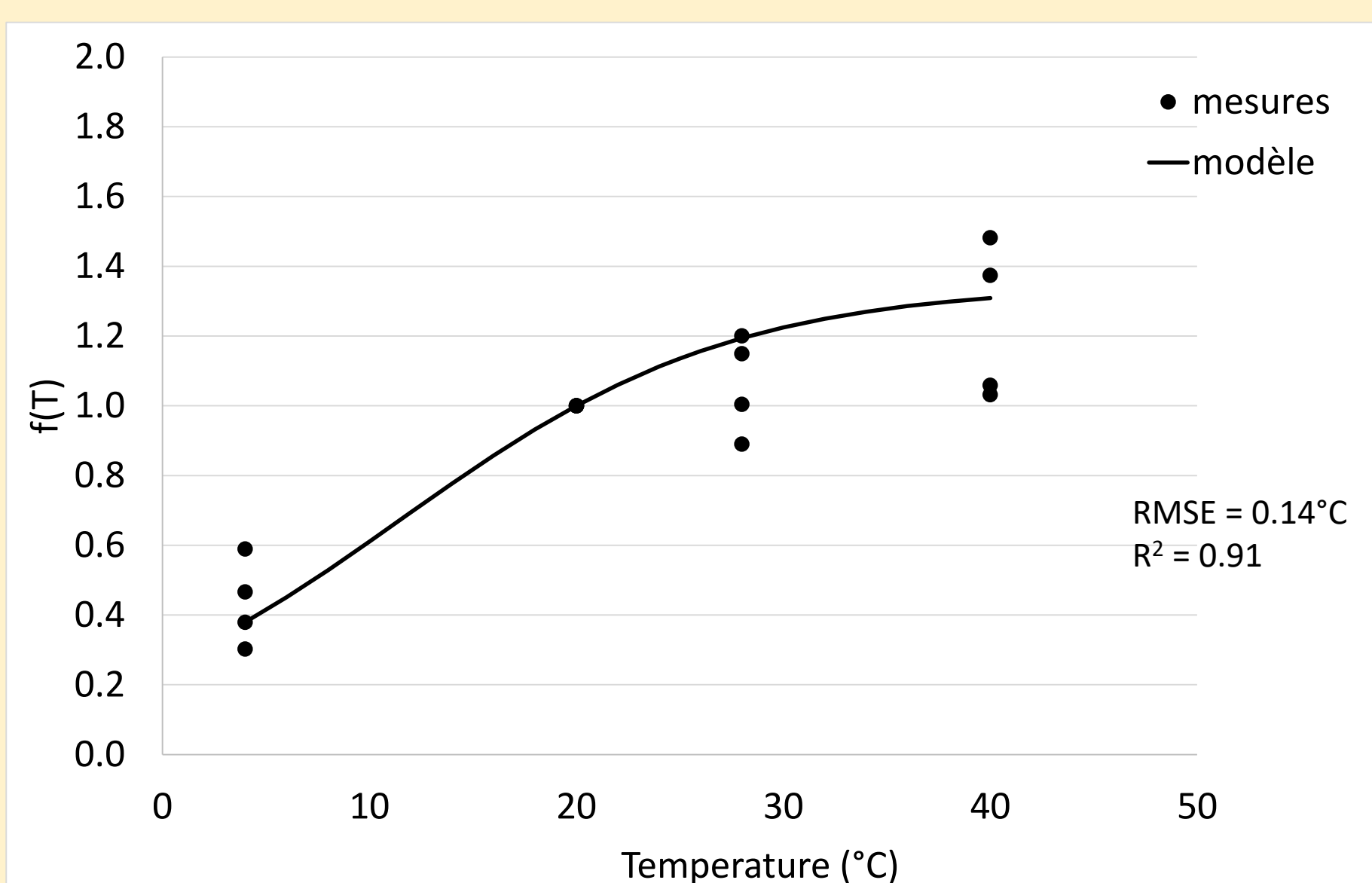
### Modélisation

Deux modèles ont été élaborés :

- 1) Modèle de régression multi-variables intégrant l'ensemble des modalités étudiées, 5 données d'entrée : dose N de l'engrais apporté, teneur initiale en azote minérale du substrat, température et humidité du substrat, temps après apport de l'engrais
  - 2) Modèle de cinétique du premier ordre établi pour chaque substrat, permettant de calculer la constante de minéralisation de l'engrais
- Lois d'action de la température et de l'humidité issues du modèle STICS (Brisson et al., 2008) et adaptées aux substrats dans le cadre du projet

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

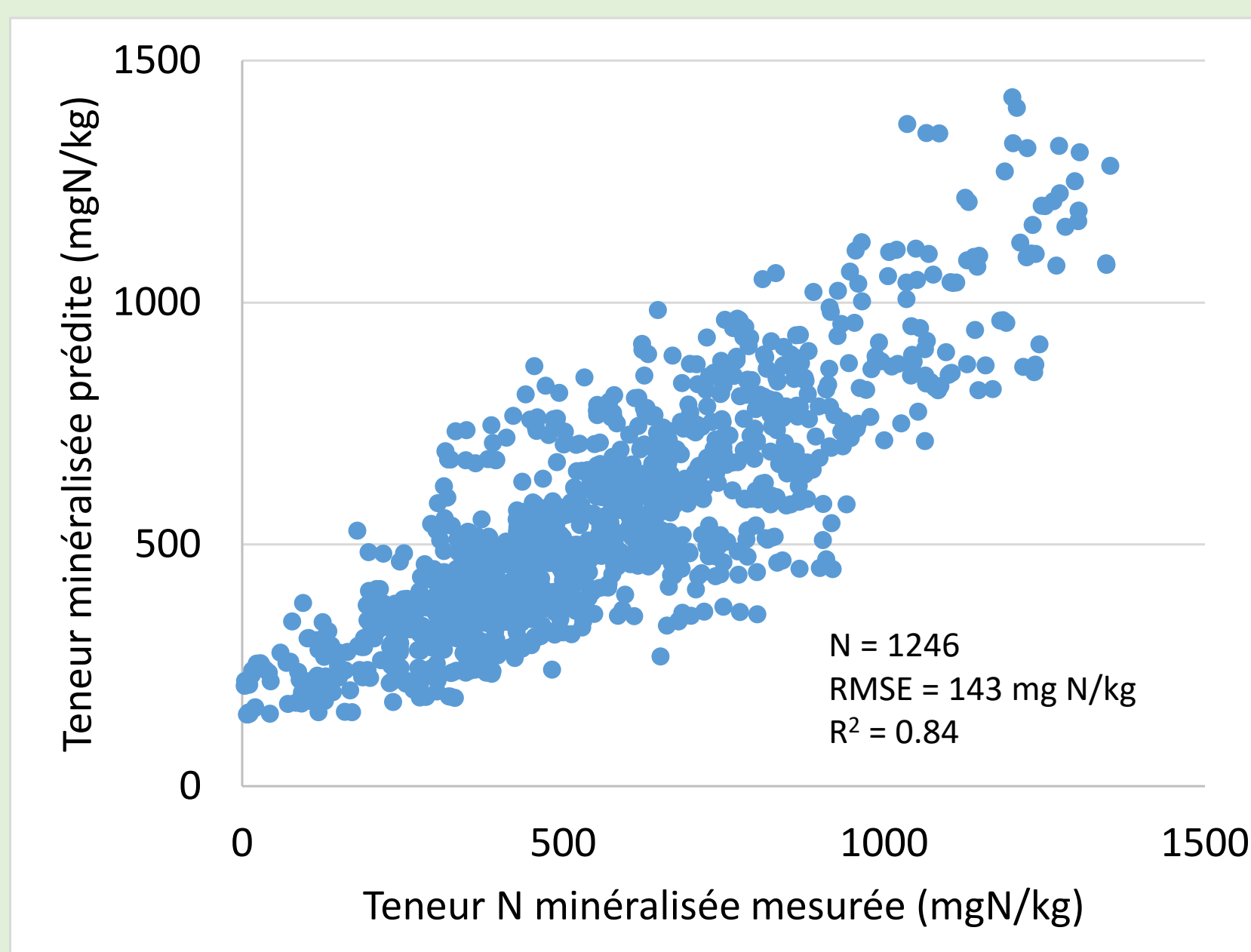
### Loi d'action de la température à pF2



Une loi d'action de la température « générique » a pu être adaptée à l'ensemble des substrats

Il n'a pas été possible d'en faire de même pour la loi d'action de l'humidité : des comportements très différents d'un substrat à l'autre, des interactions température – humidité observées

### Régression multivariée



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

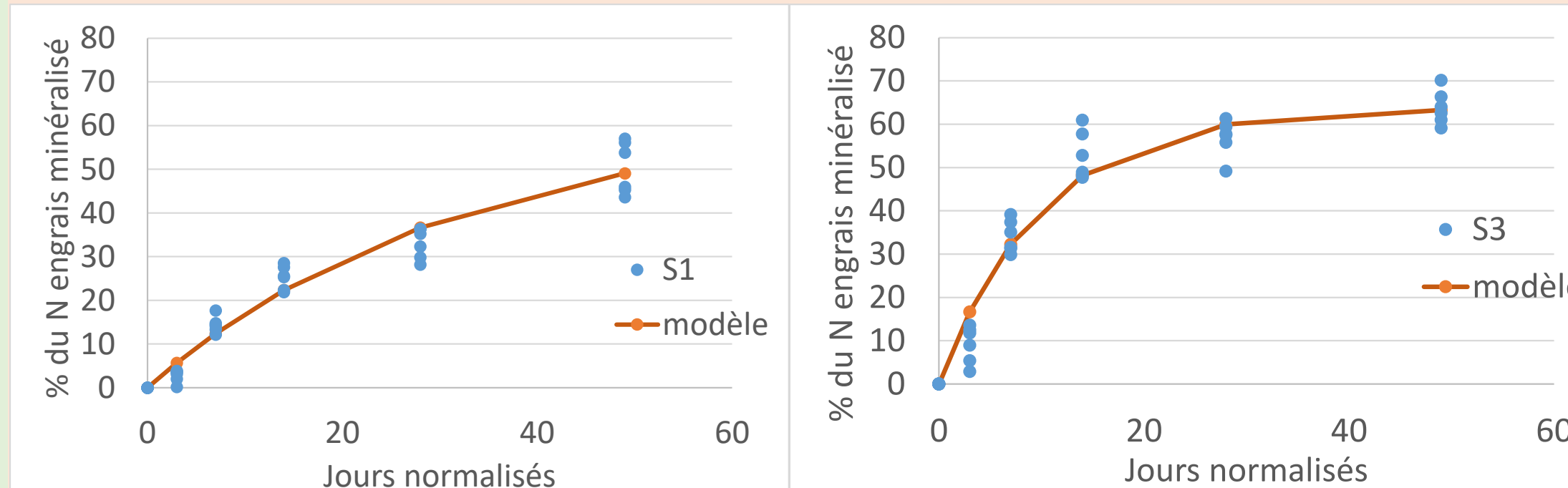
$$\text{Jours Normalisés} = \text{temps (j)} \times f(T)$$

#### Application:

Teneur Nmin initial du substrat = 50 mgN kg<sup>-1</sup>  
Dose N engrais apportée = 1000 mgN kg<sup>-1</sup>  
T° 20°C, pF2

N minéralisé = 338 mgN kg<sup>-1</sup> au bout de 20 jours  
= 534 mgN kg<sup>-1</sup> au bout de 40 jours

### Cinétiques du 1<sup>er</sup> ordre, à 20°C et pF2



$$\%N \text{ minéralisé} = A \times \exp[-k \times \text{Jours\_normalisés}]$$

Substrat	A (%)	K (j <sup>-1</sup> )	RMSE	R <sup>2</sup>
S1	62	0.03	3.8	0.98
S2	53	0.09	3.6	0.99
S3	64	0.10	5.3	0.98
S4	50	0.09	4.4	0.98

Un effet substrat marqué

S1 (à base de tourbe principalement) présente la constante de dégradation la plus faible

Il n'a pas été possible d'établir une corrélation entre les paramètres du modèle et les propriétés physico-chimiques de substrats (pas assez de substrats)

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Les concepts de minéralisation développés dans les sols sont transposables dans les substrats organiques.
- La prédiction de la minéralisation de l'azote à partir de paramètres d'entrées simples et accessibles est possible
- Poursuite des travaux : acquisition de données sur d'autres substrats pour affiner le modèle, prise en compte de l'effet de la plante (système racinaire)

Références : Brisson N., Launay M., Mary B., Beaudoin N. (2008) Conceptual basis, formalisations and parameterization of the STICS crop model. Ed. Quae, 301p.

Remerciements : partenaires associés - labellisation RMT - Financement CASDAR