

# Amélioration de la modélisation de la minéralisation de l'azote organique du sol avec une meilleure prise en compte des restitutions organiques

R. Trochard<sup>1</sup>, A. Bouthier<sup>2</sup>, J.P. Cohan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ARVALIS-Institut du végétal, Station de La Jaillière 44370 La Chapelle saint Sauveur;

<sup>2</sup> ARVALIS-Institut du végétal, Domaine expérimental du Magneraud 17700 St Pierre d'Amilly

[r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr); [a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr); [jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr)

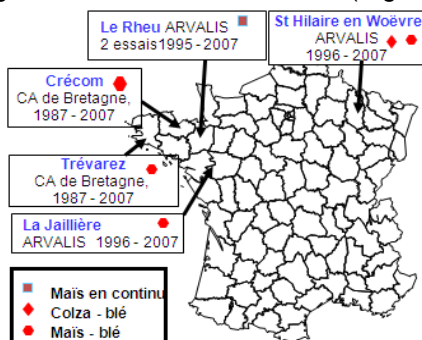
## Objectif

Le calcul de la fertilisation azotée des cultures, dans une majorité de situations en France, utilise la méthode du bilan de masse [1]. Dans cette méthode, la fourniture d'azote par le sol par minéralisation du stock d'azote organique se calcule en appliquant un taux de minéralisation à une fraction "active" de ce stock d'azote organique. La taille de cette fraction active est fixée à 35% du stock total et ajustée par le coefficient (Fsys) en fonction de la gestion des résidus de cultures et des pratiques d'apports de produits organiques. Cette méthode donne de bonnes estimations des fournitures d'azote par le sol dans une majorité de situations mais s'éloigne des observations pour certaines situations. Une étude a été conduite en 2014 pour tenter d'apporter des améliorations.

## Méthodologie

L'azote organique et le carbone sont liés dans la matière organique du sol. Par ailleurs, il est plus aisé d'estimer les restitutions de carbone que les restitutions d'azote par les résidus de cultures car leur teneur en carbone est plus stable que leur teneur en azote, plus sensible au niveau de fertilisation appliquée. C'est pourquoi nous avons exploré la possibilité d'estimer la fraction active du stock d'azote organique en utilisant les restitutions de carbone. Pour cela nous avons utilisé 7 essais de longue durée (figure 1) issus de la base de données CASDAR GDS [4] pour lesquels, les mesures réalisées permettaient de calculer le stock actif d'azote organique.

Figure 1 localisation des essais (organisme expérimentateur et rotation)



Pour ce calcul, des mesures mensuelles de stocks d'azote minéral du sol réalisées en fin d'essai, sous sol nu, 18 mois après le dernier apport de produit organique et durant 1 an sont introduites dans le logiciel Lixim [3] pour déterminer la quantité annuelle d'azote minéralisé. La division de cette quantité par le taux de minéralisation annuel utilisée dans la méthode du bilan de masse fournit la valeur du stock actif.

$$S_m = M / (m * JNp) \quad \text{Eq. 1}$$

$S_m$  = Stock actif d'azote organique ( $t \cdot ha^{-1}$ )

$M$  = Quantité d'azote minéralisé ( $kg \cdot ha^{-1}$ )

$m$  = Taux de minéralisation du stock actif ( $kg \cdot JN^{-1} \cdot t^{-1}$  d'azote organique actif du sol) [1]

$JNp$  = nombre de jours normalisés correspondant à la période de calcul de la minéralisation

L'historique récent de restitutions de carbone par les résidus de cultures est calculé en appliquant aux rendements grain ou ensilage des 10 dernières années (durée minimale

d'observation pour l'ensemble des sites d'expérimentation utilisés), les coefficients allométriques utilisés dans AMG[2]. Les restitutions de carbone par les produits organiques sont calculées à partir des doses de produit brut appliqué au cours des 10 dernières années et des teneurs en carbone de ces produits.

10 années n'étant pas suffisantes pour atteindre l'équilibre du bilan humique il est nécessaire de prendre en compte le stock total d'azote organique de l'horizon 0 – 25cm (profondeur de mesure des stock de C et N dans les différents sites d'expérimentation utilisés) pour représenter l'historique de restitutions au-delà de 10 ans.

Le stock actif d'azote organique se calcul donc avec l'équation suivante :

$$Sm = (aX + bY_r + c) + (a'Y_{(m,s)} + b') \quad Eq2$$

$X$  = stock total d'azote organique de l'horizon 0-25 cm ( $t \cdot ha^{-1}$ )

$Y_r$  = Moyenne annuel de carbone restitué par les résidus de cultures sur 10 ans ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ )

$a, b, c$  = paramètres de l'équation pour la prise en compte des historiques >10 ans et des restitutions récentes de C par les résidus de cultures

$Y_{(m,s)}$  = Moyenne annuelle de C apporté par les produits organiques au cours de 10 dernières années ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ )

$a', b'$  = paramètres de l'équation pour la prise en compte des restitutions de C par les produits organiques

## Résultats et conclusion

Figure 1 Fourniture d'azote par le sol comparaison des 2 méthodes

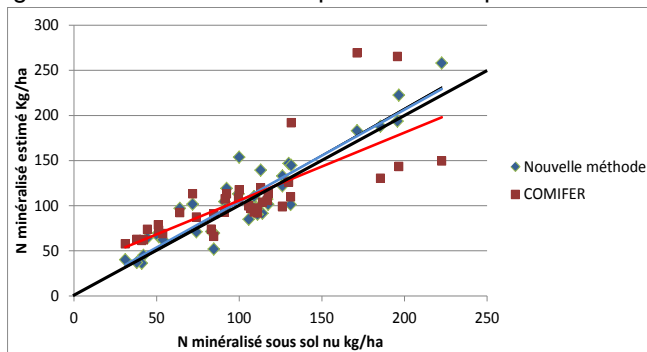


Tableau1 statistiques des ajustements figure 1

	Nouvelle méthode	Méthode COMIFER
Paramètres d'ajustement		
a	0.92	0.75
b	8.95	30.67
Critères statistiques		
biais	-4.7	-5.1
RMSE	19.7	32.9
r <sup>2</sup>	0.90	0.56

L'application du taux de minéralisation utilisé dans la méthode du bilan de masse, au stock actif calculé par la méthode présentée ici, permet d'estimer plus précisément (tableau 1) les fournitures d'azote par le sol que la méthode actuelle (Figure 1) notamment dans les situations extrêmes. Cette nouvelle approche pourrait donc être un moyen d'améliorer l'estimation des fournitures d'azote par le sol. Toutefois une validation des paramètres de l'équation de calcul est nécessaire sur d'autres expérimentations avant toute utilisation de celle-ci.

## Perspectives

Après validation et/ou ajustement des paramètres de l'équation, son utilisation permettra le remplacement, d'une part ; de la proportion de fraction active dans le stock d'azote total du sol par le coefficient « a » de l'équation 2 et d'autre part du facteur système ( $F_{sys}$ ), en prenant en compte le régime de restitution des résidus de cultures (cultures, historique de rendements, restitution ou non des résidus) et les apports de produits organiques (type et historique de doses) de manière plus précise.

## Références

- [1] Document collectif (2013) Calcul de la fertilisation azotée, guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions, COMIFER [www.comifer.asso.fr](http://www.comifer.asso.fr)
- [2] K. Saffih-Hdadi, B Mary. (2008): Modeling consequences of straw residues export on soil organic carbon, Soil Biology & Biochemistry 40 594-607
- [3] Mary B., Beaudoin N., Justes E., Machet J.M., 1999. Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. European Journal of Soil Science, 50, 549-566.
- [4] CASDAR GDS : projet gestion durable des sols avec des produits organiques, financé par le CASDAR terminé en 2011

**Remerciement** : Merci à la chambre régionale de Bretagne pour la mise à disposition de ses résultats d'expérimentation