

Peut-on moduler la quantification des émissions de N₂O par les sols en prenant en compte les propriétés des sols ?

Mots Clés : gaz à effet de serre, N₂O, méthodologies de calculs, sols, paramètres physico-chimiques

C. Hénault⁽¹⁾, A. Ayzac⁽¹⁾, C. Ratié⁽²⁾, N. Saby⁽²⁾, H. Bourennane⁽¹⁾, M. Bardy⁽²⁾, JP Cohan⁽³⁾, C. Le Gall⁽⁴⁾

(1) INRA – UR SOLS – 2163 Avenue de la Pomme de Pin – CS 40001 Ardon – 45075 Orléans Cedex

(2) INRA – INFOSOL - 2163 Avenue de la Pomme de Pin – CS 40001 Ardon – 45075 Orléans Cedex

(3) ARVALIS – Ferme Expérimentale de La Jaillière - BP 32 - 44370 La Chapelle-Saint-Sauveur

(4) CETIOM – 78850 Thiverval Grignon



Soutien financier remercié



1. Problématique générale et démarche proposée

- Les sols sont une source majeure du gaz à effet de serre N₂O (UNEP, 2013).
- Les émissions de N₂O par les sols sont la résultante du fonctionnement épisodique de processus microbiens de production et de consommation de ce gaz, la dénitrification et la nitrification (illustration 1).
- Ces émissions se caractérisent par une variabilité spatiale et temporelle très marquée rendant difficile leur comptabilité.
- La méthode de base (Tier 1) proposée par l'IPCC (IPCC, 2006) est basée sur l'application d'un coefficient d'émission aux quantités d'azote apporté dans les sols. Cette méthode de comptabilité limite le champ des possibilités pour le développement de méthodes de réduction des émissions de N₂O par les sols dont l'effet pourrait être quantifié à l'échelle nationale.
- Dans le cadre du projet SOLGES, nous étudions le déterminisme de l'étape de consommation du N₂O dans les sols, dernière étape de la chaîne de dénitrification (réduction de N₂O en N₂) afin de le prendre en compte dans la comptabilité des émissions de N₂O par les sols.

Mécanismes de production de N₂O par les sols - Mécanismes microbiens essentiellement -

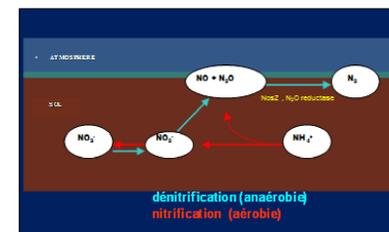


Illustration 1 : Représentation schématique des mécanismes de production et de consommation de N₂O dans les sols

2. Déterminisme de la capacité des sols à réduire N₂O par les propriétés des sols

- La capacité des sols à réduire N₂O a été mesurée, selon le protocole proposé par Hénault *et al.*, 2001 en cours de normalisation ISO, sur un sous-échantillonnage du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (Jolivet *et al.*, 2006), permettant de couvrir à l'échelle de la France (i) 3 modes d'occupation des sols (forêt, prairie, culture), (ii) un gradient de pH et (iii) un gradient de teneur en matières organiques (illustration 2). (Sur chaque site du RMQS, 22 propriétés physico-chimiques du sol ont été mesurées).
- Une analyse en composante principale (ACP) suivie d'une modélisation par les méthodes PLS indiquent que le pH suivi par la CEC sont les variables les plus importantes dans le déterminisme de la capacité des sols à réduire N₂O. Le plan factoriel formé par ces deux premières composantes de l'ACP explique plus de 90 % de la variance contenue dans les données. Le pH explique plus de 80 % de la variance.
- Des études de terrain (Poyac, 2014) confirment qu'il est possible de stimuler la capacité des sols acides à réduire N₂O par un apport d'amendement minéral basique (illustrations 3 et 4) et par voie de conséquence de diminuer les émissions de N₂O *in situ* (illustration 5).



Illustration 2 : Sites RMQS sur lesquels la capacité des sols à réduire N₂O a été caractérisée (culture, prairie, forêt)



Illustration 3 : Opération d'amendement minéral basique au champ (in Perspectives agricoles, 2011)

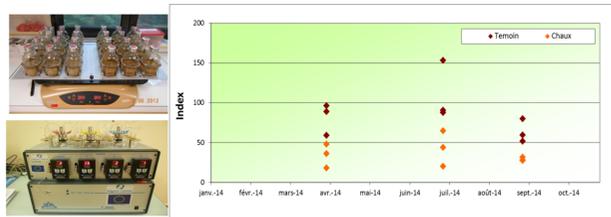


Illustration 4 : Travaux de laboratoire montrant que la chaulage du sol du site expérimental de la Jaillière (ARVALIS) a modifié la capacité du sol à réduire N₂O. L'indice est un indicateur de la capacité des sols à réduire N₂O. Plus il est faible, plus la réduction est efficace

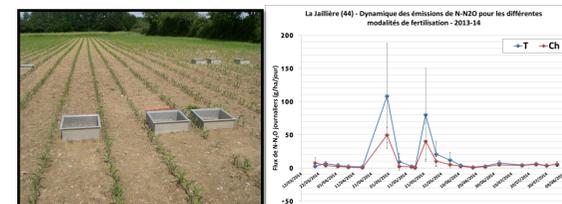


Illustration 5 : Travaux de terrain sur le site expérimental de la Jaillière (ARVALIS) montrant que le chaulage a permis une atténuation des émissions de N₂O (T : parcelles témoin, Ch : parcelles chaulées)

3. Prise en compte numérique d'une variation de pH des sols sur les émissions de N₂O à l'échelle parcellaire

- NOE est un algorithme de calcul des émissions de N₂O par les sols (Hénault *et al.*, 2005) à l'échelle parcellaire, intégré dans les modèles STICS et CERES-EGC. Actuellement, son utilisation nécessite entre autre la mesure de la capacité des sols à réduire N₂O.
- Sur la base des résultats des arbres de classification et de régression appliqués au sous-échantillonnage du RMQS, nous avons modifié NOE (NOE_{pH}) de façon à ce que la capacité des sols à réduire N₂O soit déterminée par le pH des sols.
- Dans le cas de la situation de Longchamp (Hénault *et al.*, 2005), on peut prévoir qu'une augmentation de pH de 6,2 à 7,2 permettrait théoriquement d'atténuer les émissions de N₂O observées en 1997 de l'ordre de 50 % (illustration 6).

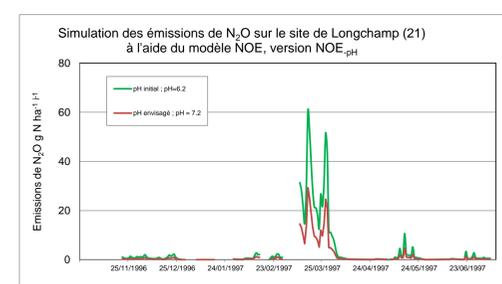


Illustration 6 : Travaux de simulation des émissions de N₂O à l'échelle parcellaire, après un hypothétique chaulage de la parcelle

4. Perspectives

- Consolider les connaissances concernant les mécanismes de contrôle de l'intensité des émissions de N₂O par le pH des sols
- Développer une approche spatiale pour déterminer le potentiel d'atténuation des émissions de N₂O par la gestion du pH des sols, à l'échelle de la France
- Elargir la démarche au bilan GES complet et l'ACV des amendements minéraux basiques
- Développer les techniques de gestion intégrée du pH des sols
- Intégrer ces connaissances dans les outils de calcul Tier 3 en cours de développement

Références

- IPCC (2006) : Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IGES, Japan.
 UNEP (2013) : A UNEP synthesis report. UNEP, Nairobi, Kenya.
 Hénault C., et al., 2001. Laboratory kinetics of soil denitrification are useful to discriminate soils with potentially high levels of N₂O emission on the field scale. *Agronomie*, 21, 713-723.
 Jolivet C. et al., 2006. Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols, édition 2006, Unité InfoSol, INRA Orléans, France, 190 p.
 Poyac C. 2014. Etude de l'impact d'un apport d'amendement minéral basique sur les émissions de protoxyde d'azote. ESA. Mémoire de fin d'études. 76 p.
 Bouthier A. et al., 2011. ; Stratégies de chaulage, tout un compromis. *Perspectives agricoles*, n°374, p 30-36.
 Hénault C., et al., 2005. Predicting in situ soil N₂O emissions using NOE algorithm and soil database. *Global Change Biology*. 11:115-127.

