

J'ai le plaisir de vous inviter à ma soutenance de thèse intitulée :

Emissions de N₂O dans un versant agricole de grandes cultures (Brie, Bassin de la Seine). Observations, expérimentations et modélisation dans un continuum "plateau/zone enherbée/rivière"

qui se tiendra le vendredi **10 décembre 2010 à 14h00** à L'Université Pierre et Marie Curie – Amphi 55B – 4 Place Jussieu – 75005 Paris

devant le jury composé de:

M. André Mariotti, Professeur, Université Paris 6, Président

M. Daniel Pennock, Professeur, Université du Saskatchewan (Canada), Rapporteur

M. Bruno Mary, Directeur de Recherche, INRA Laon, Rapporteur

Mme Hélène Pauwels, Chercheur, BRGM Orléans, Examinatrice

M. Frédéric Garabetian, Maître de Conférences, Université Bordeaux 1, Examineur

Mme Josette Garnier, Directrice de Recherche, CNRS/UPMC, Directrice de thèse

M. Pierre Cellier, Directeur de Recherche, INRA Grignon, Directeur de thèse

M. Julien Tournebize, Ingénieur, Cemagref Antony, Directeur de thèse

Melle Gaëlle Tallec, Ingénieur de Recherche, Cemagref Antony, Invitée

M. Nicolas Flipo, Maître de Conférences, Mines Paristech, Invité

Vous êtes également conviés au pot qui suivra, en Rotonde 56, 3^{ème} étage.

Résumé :

Les pratiques agricoles contribuent largement à l'accroissement des concentrations en oxyde nitreux (N₂O) dans l'atmosphère et en sont la principale source, représentant 70% des émissions mondiales annuelles. La nitrification et la dénitrification dans les sols sont les deux processus microbiens majoritairement responsables de la production de N₂O. En dehors de leur contrôle par de multiples facteurs, tels que le climat, les conditions du sol (contenu en

NO_3^- et NH_4^+ , teneur en eau, présence de matière organique dégradable...), le rôle de la topographie est moins connu, même si elle peut jouer un rôle important sur les émissions de N_2O . L'objectif principal de cette thèse était donc à la fois de caractériser la variabilité des flux de N_2O long d'un transect partant d'un plateau agricole jusqu'à la rivière et d'analyser l'influence de la position dans le paysage sur ces émissions.

La première étape de cette thèse était de mieux comprendre les mécanismes producteurs de N_2O ainsi que leur contribution potentielle aux émissions annuelles de N_2O . Des études en laboratoire ont été menées sur des échantillons de sol le long de deux gradients : (i) topographique et (ii) profondeur. Il a été montré que les activités potentielles de nitrification et de dénitrification sont similaires verticalement sur la colonne de sol. En revanche, la production potentielle de N_2O semble avoir lieu majoritairement sur l'horizon superficiel (0-20 cm), et est beaucoup plus élevée pour la dénitrification que pour la nitrification. Nous avons pourtant montré que la position dans le paysage affecte fortement les émissions réelles de N_2O avec des émissions annuelles cumulées plus de trois fois supérieures en position de bas de pente (budget annuel de $4 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) que sur le plateau ($1,1 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) ou dans la pente ($1,1$ et $1,9 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$), là où la teneur en eau du sol est plus élevée. Dans la zone enherbée non fertilisée, les émissions de N_2O ont été relativement faibles ($0,5 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) et ne montrent pas beaucoup de variations annuelles.

D'autre part, nous avons pris aussi en compte les émissions indirectes de N_2O , souvent peu étudiées. Ainsi, les teneurs en N_2O dissous dans les nappes ont été appréhendées par prélèvements piézométriques le long du transect. Les teneurs analysées, beaucoup plus importantes que celles mesurées dans les rivières ($1.0 \mu\text{g N-N}_2\text{O L}^{-1}$), se situent, en moyenne annuelle, entre 3.2 et $33.4 \mu\text{g N-N}_2\text{O L}^{-1}$. En considérant que tout le N_2O contenu dans les aquifères sera dégazé (directement par diffusion de la nappe ou dans les sources ou rivières aux exutoires des aquifères), nous pouvons estimer que les émissions indirectes de N_2O représentent environ 1.8% des émissions directes par les sols, soit $0.035 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$.

Enfin, une approche statistique et de modélisation ont permis d'approfondir nos analyses et de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des émissions de N_2O et comment les principaux facteurs de contrôle pouvaient interagir entre eux.

Abstract :

Agricultural practices significantly contribute to an increase of nitrous oxide (N_2O) concentrations in the atmosphere; they are a major source which accounts for 70% of annual global emissions. Nitrification and denitrification in soils are the two principal microbial processes responsible for N_2O production. Apart their control by various factors such as climate, soil conditions (NO_3^- and NH_4^+ soil content, moisture, presence of degradable organic matter...), the role of the topography is less known, although it may play an important role in controlling the N_2O emissions. The main objective of this Ph-D thesis was therefore both to

characterize the variability of N₂O fluxes along a transect from an agricultural plateau to the river and to analyze the influence of landscape position on these emissions.

The first step of this thesis was to better understand the mechanisms that produce N₂O as well as their potential contribution to the annual emissions of N₂O. Laboratory studies were conducted on soil samples along two gradients of (i) topography and (ii) soil horizon. We have shown that nitrification and denitrification potential activities were similar vertically over the soil column, but N₂O production seems to occur mainly on the surface horizon (0-20 cm), and is more important for denitrification than nitrification.

We then showed that the landscape position strongly affects the emission of N₂O with annual emissions more than three times higher in lower slope position (annual budget of 4 kg N₂O-N ha⁻¹ yr⁻¹) than on plateau (1.1 kg N₂O-N ha⁻¹ yr⁻¹) or in slope (1.1 and 1.9 kg N₂O-N ha⁻¹ yr⁻¹), where the water content of soil is higher. In the non fertilized riparian buffer strip, N₂O emissions were relatively low (0.5 kg N₂O-N ha⁻¹ yr⁻¹) and do not showed much variations.

In addition, we have also taken into account the indirect emissions of N₂O from ground- or surface water, not well known yet. Thus, concentrations of dissolved N₂O in groundwater samples have been monitored in a piezometer transect. The dissolved N₂O concentrations, much higher than those found in rivers (1.0 g N₂O-N L⁻¹) showed an annual average of 3.2 to 33.4 mg N₂O-N L⁻¹. Considering that all the N₂O found in the aquifers is degassed (directly by diffusion from aquifers, or at the outlets of the aquifers), we have estimated that the indirect N₂O emissions represent about 1.8% of direct emissions from soils, i.e. 0.035 kg N₂O-N ha⁻¹ yr⁻¹.

Finally, statistical and modeling approaches have permitted to go deeper in the understanding of the mechanisms that cause emissions of N₂O and in how key control factors could interact.

Guillaume Vilain

Doctorant UMR 7619 Sisyphe

Université Pierre et Marie Curie

Tour 56, Couloir 56-55 - 4^{ème} étage - Boite 105

4, place Jussieu

75252 PARIS Cedex 05

Tél: +33 (0)1 44 27 51 22
