



HAL
open science

Réduire les émissions par les sols du gaz à effet de serre, N₂O

Catherine Hénault, Pierre Cellier, Marie-Helene Jeuffroy, Bernard Nicolardot,
Cécile Revellin

► **To cite this version:**

Catherine Hénault, Pierre Cellier, Marie-Helene Jeuffroy, Bernard Nicolardot, Cécile Revellin. Réduire les émissions par les sols du gaz à effet de serre, N₂O. 9. Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre : Quoi de neuf en 2009?, Nov 2009, Blois, France. hal-01173178

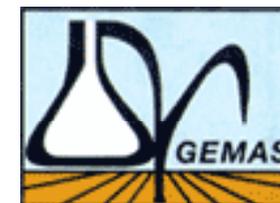
HAL Id: hal-01173178

<https://hal.science/hal-01173178>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Avec la participation de l' 

Réduire les émissions par les sols du gaz à effet de serre, N₂O

Catherine Hénault, Pierre Cellier, Marie-Hélène Jeuffroy, Bernard Nicolardot, Cécile Revellin

INRA, UMR 1229 INRA-Université de Bourgogne, Microbiologie du Sol et de l'Environnement, Dijon

INRA, UMR 1091 INRA-AgroParisTech, Environnement et Grandes Cultures, Thiverval- Grignon

INRA, UMR 211 INRA-AgroParisTech, Agronomie, Thiverval-Grignon

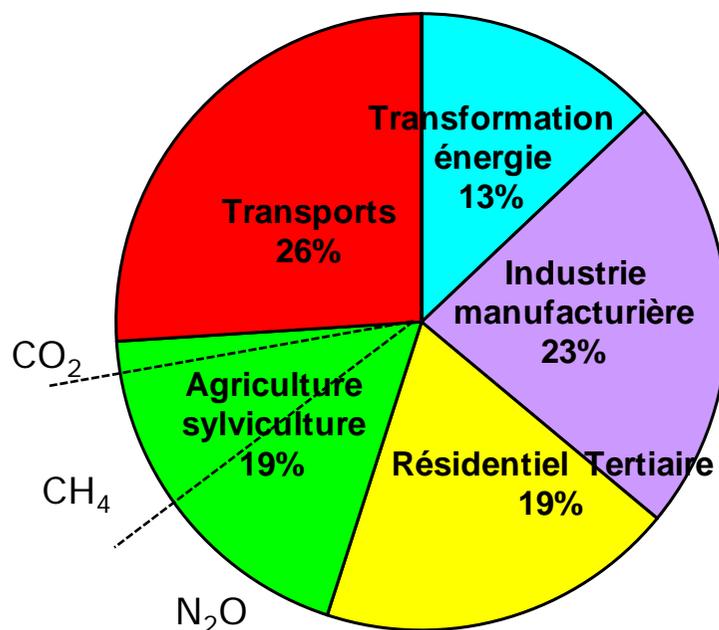
Agrosup Dijon Département "Agronomie et Environnement", UMR 1210 INRA-Agrosup-Université de Bourgogne

« Biologie et Gestion des Adventices » Dijon

Rencontres de Blois: les 25 et 26 novembre 2009
« Fertilisation raisonnée et analyse de terre: Quoi de neuf en 2009? »

Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de Gaz à Effet de Serre

Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions des GES (protocole de Kyoto), en France métropolitaine

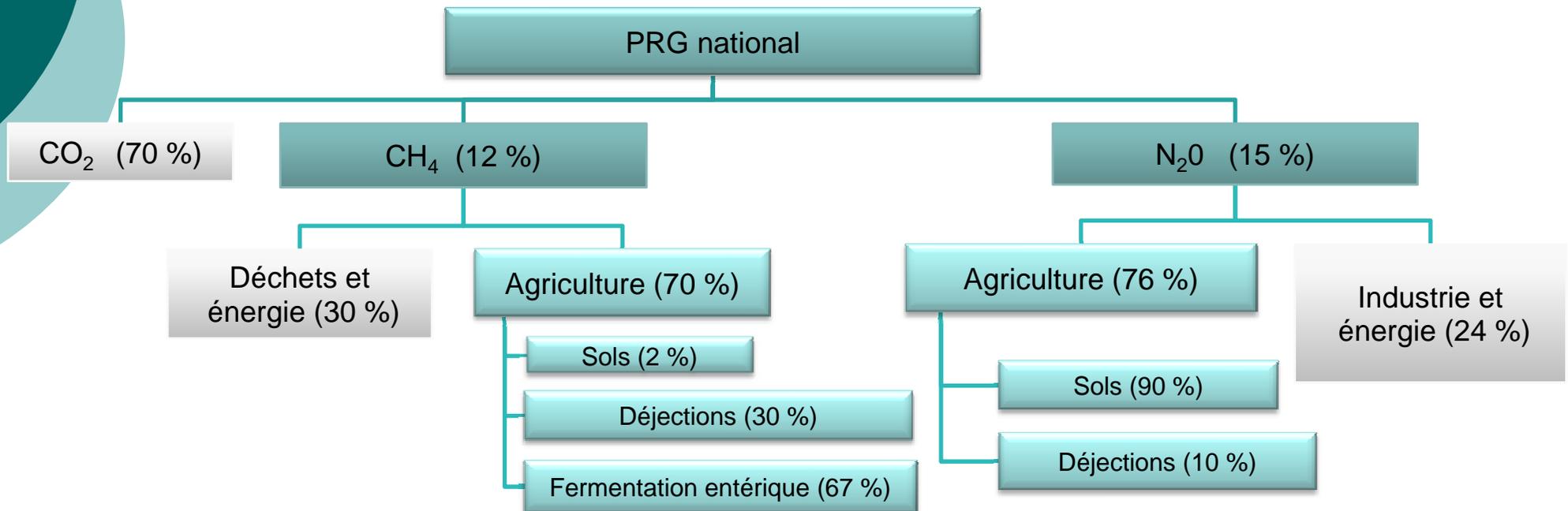


GAZ	PRG (100 ans)
CO ₂	1
CH ₄	23
N ₂ O	296

d'après IPCC, 2006

source : CITEPA / CORALIE / FORMAT SECTEN – Mise à jour février 2008

Principales sources de GES en Agriculture

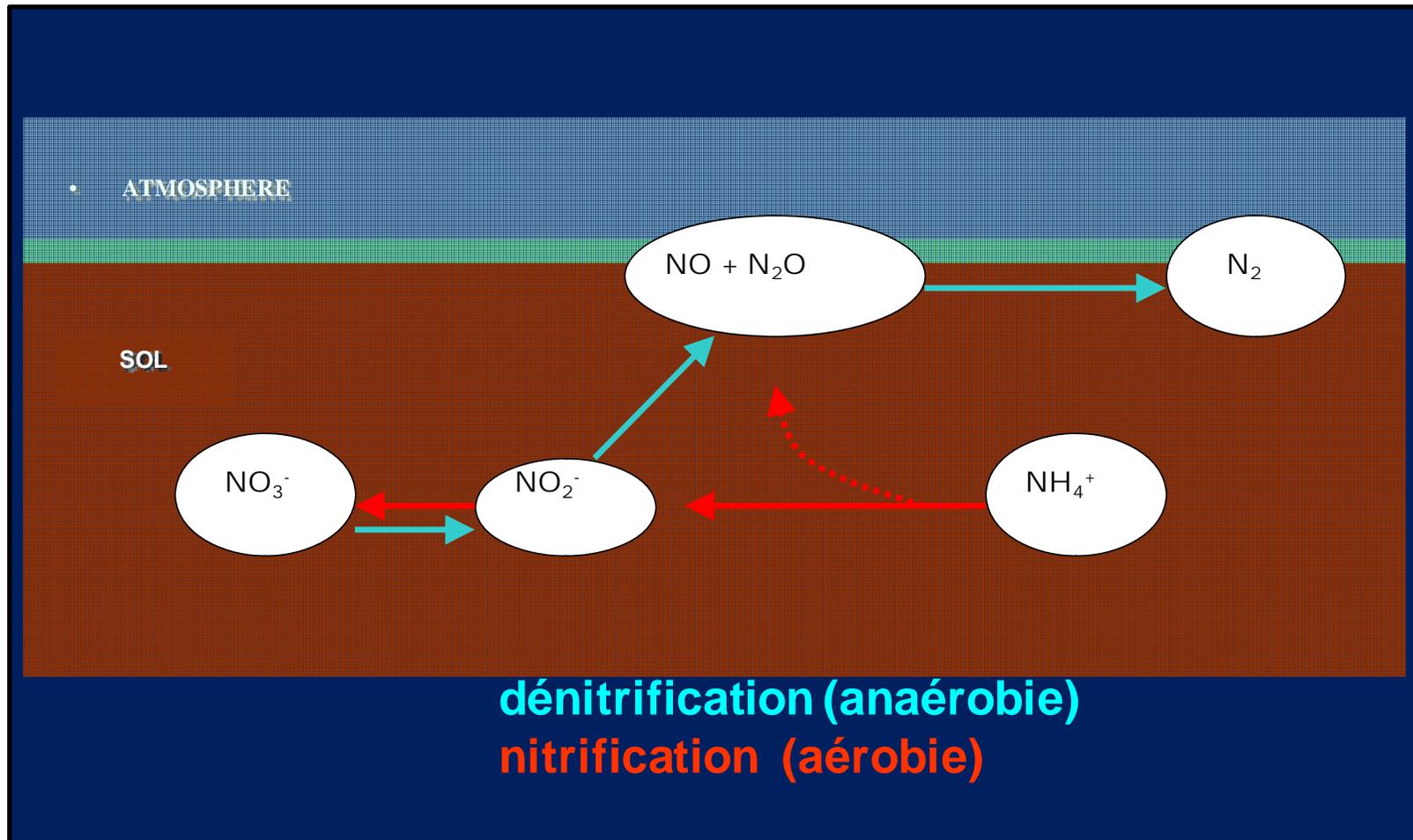


PLAN

- Bases scientifiques (quelques éléments)
- Cadre général des mesures pour réduire les émissions de N₂O par les sols
- Quelques exemples concrets
- Conclusions

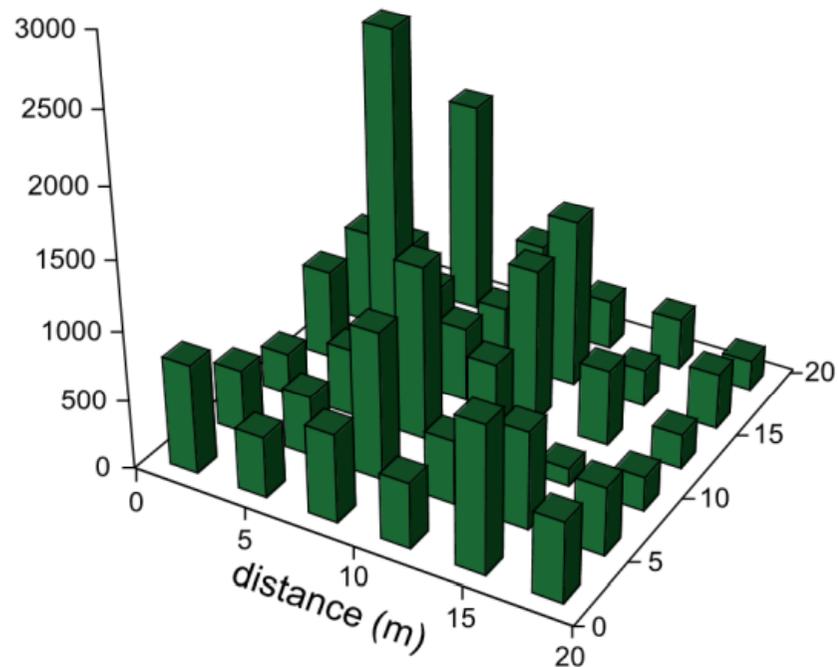
Mécanismes de production de N_2O par les sols

- Mécanismes microbiens essentiellement -



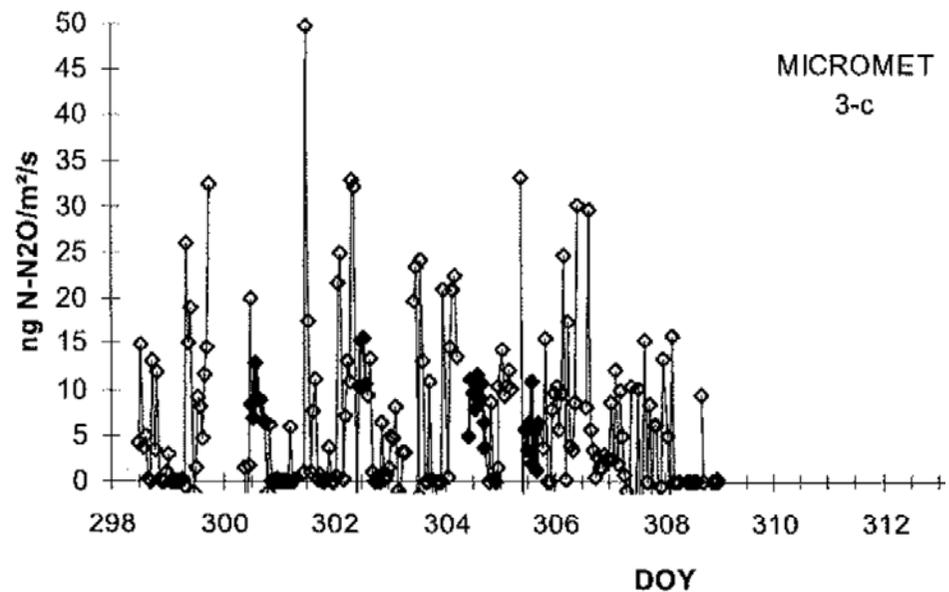
Variabilité des émissions de N₂O par les sols - à toutes les échelles ! -

Variabilité spatiale



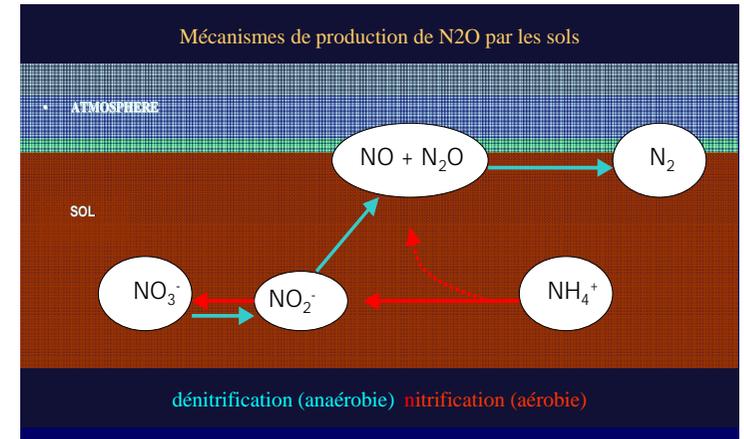
Mathieu *et al.*, 2008. *UB Sciences*. 3:45-51

Variabilité temporelle



Laville *et al.*, 1997. *Agronomie*. 17:375-388

Déterminisme des émissions de N_2O par les sols : Variabilité des émissions en fonction des situations



Synthèse

- Origine microbienne des émissions de N₂O par les sols
- Importante variabilité spatiale et temporelle
- Explication au moins partielle de cette variabilité dans certains cas

Propositions générales pour réduire les émissions de N₂O par le secteur agricole

Mesures proposées (IPCC, 2007)



8

Agriculture

Coordinating Lead Authors:
Peter Smith (UK), Daniel Martino (Uruguay)

Lead Authors:
Zuoping Cai (PR China), Daniel Ojeda (Mexico), Henry Jansen (Canada), Purnam Kumar (India), Bruce Maccan (USA), Stephen Ogle

- Meilleure gestion des flux de carbone et d'azote en agriculture
- Renforcement des absorptions (puits de carbone, ...) , puits de N₂O)
- Report ou déplacement des émissions

Notre positionnement par rapport à ces mesures

- ⇒ Améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote à l'échelle de la culture et du système de culture
- ⇒ Intervenir sur le fonctionnement des processus microbiens

Niveaux d'interventions pour la gestion des émissions de N₂O par les sols

Niveau	Action	Échéance
Stratégique	Définir des actions Type et taille des exploitations Objectifs : production et/ou environnement	> 5 ans
Tactique	Conduite des parcelles Rotation des cultures Systèmes de pâturage Systèmes de drainage Systèmes d'irrigation	Année
Opérationnel	Logistique, décisions Apports de fertilisants (date et quantité) Travail du sol	Journée - mois

D'après Oenema ,
1999. *Int. N₂O
Workshop, Banff,
Canada*, pp 175-
191

- ⇒ Améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote à l'échelle de la culture et du système de culture
- ⇒ Intervenir sur le fonctionnement des processus microbiens

Améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote

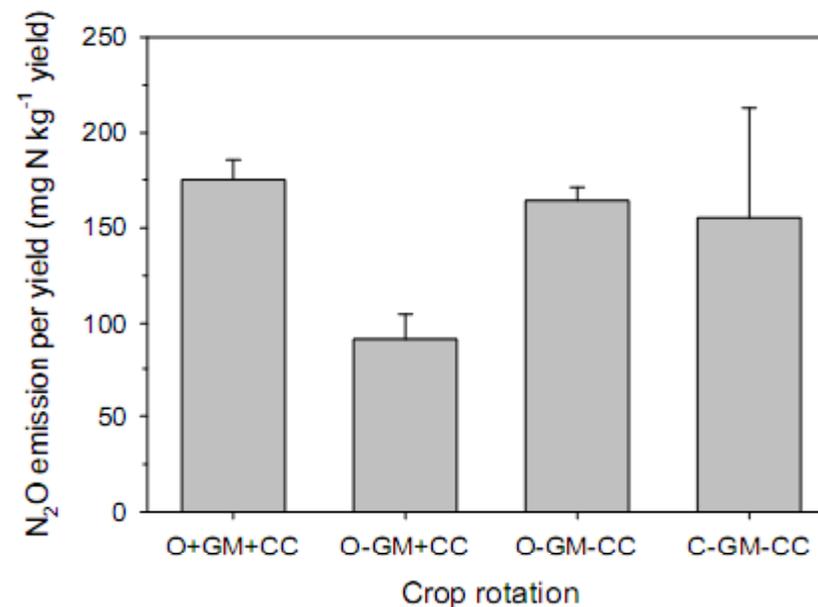
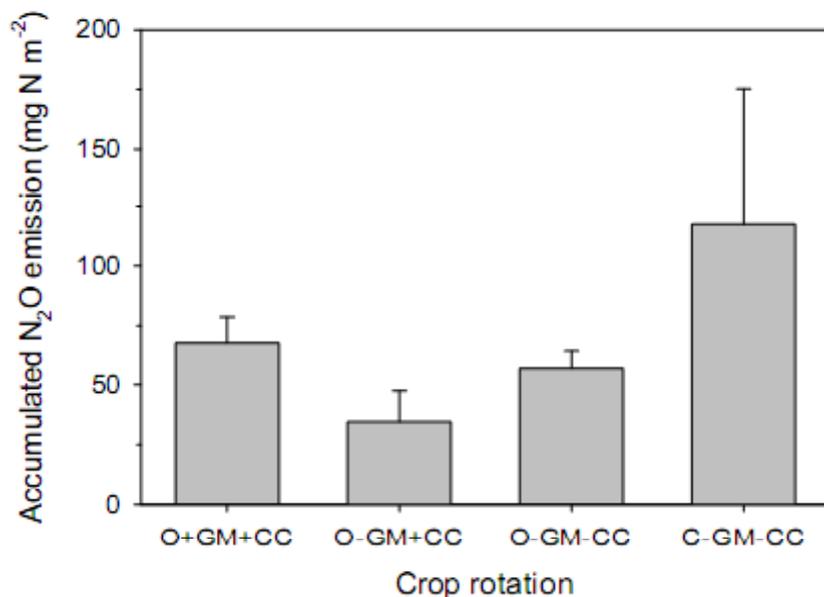
Exemple des travaux de Carter *et al.*, 2009

Expérimentation réalisée au Danemark

Mesure des émissions de N₂O de cultures en blé d'hiver dans différents systèmes de culture, à l'aide de la méthode des chambres au sol

➤ Systèmes de culture considérés

	Fertilisation	Engrais Vert	Culture de couverture
O+GM+CC	Lisier	+	+
O-GM+CC	Lisier	-	+
O-GM-CC	Lisier	-	-
C-GM-CC	Minérale	-	-



Améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote

Exemple du projet CASDAR 7-175 (UNIP)

1. Principe

- Introduire une légumineuse en tête de rotation, avec des objectifs
 - Agronomiques
 - Environnementaux
 - Economiques
- Rotation proposée : Pois – Colza - Blé



2. Essai en cours

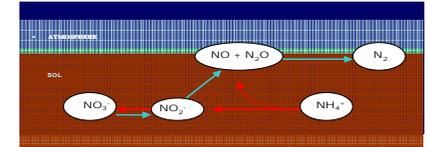
- Essai au champ avec mesures ponctuelles des émissions de N_2O aux différents stades de la rotation, à l'aide de la méthode des chambres au sol



3. Premiers résultats

- Emissions de N_2O pendant et après la culture de pois du même ordre de grandeur que celles des cultures non fertilisées
- Réponse à l'azote du colza différente selon le précédent (pois ou blé)

Intervenir sur le fonctionnement des processus microbiens



Modifier les caractéristiques physiques et hydriques des sols par le travail

I. Principe

- Favoriser les conditions aérobies dans le sol pour limiter l'activité de dénitrification
- Mais, éventuelles interactions avec le devenir de la matière organique

II. Conditions actuelles : simplification du travail du sol

“The potential to mitigate global warming with no-tillage management is only realized when practiced in the long term”

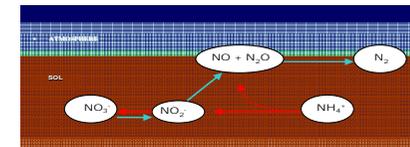
S IX J., OGLE S., BREID F., RICH T. CONANT R., MOSIER A., PAUSTIAN K.

Global Change Biology (2004) 10, 155–160

Climat	Δ (émissions de N ₂ O) - kg N-N ₂ O ha ⁻¹ an ⁻¹ (N ₂ O)sans labour - (N ₂ O)labour conventionnel		
	5 ans	10 ans	20 ans
Humide	3,8	1,1	-4,2
Sec	1,3	0,9	0
Climat	Δ GWP (GWP)sans labour - (GWP)labour conventionnel		
	5 ans	10 ans	20 ans
Humide	391	-463	-2066
Sec	1508	392	-361

Intervenir sur le processus de nitrification

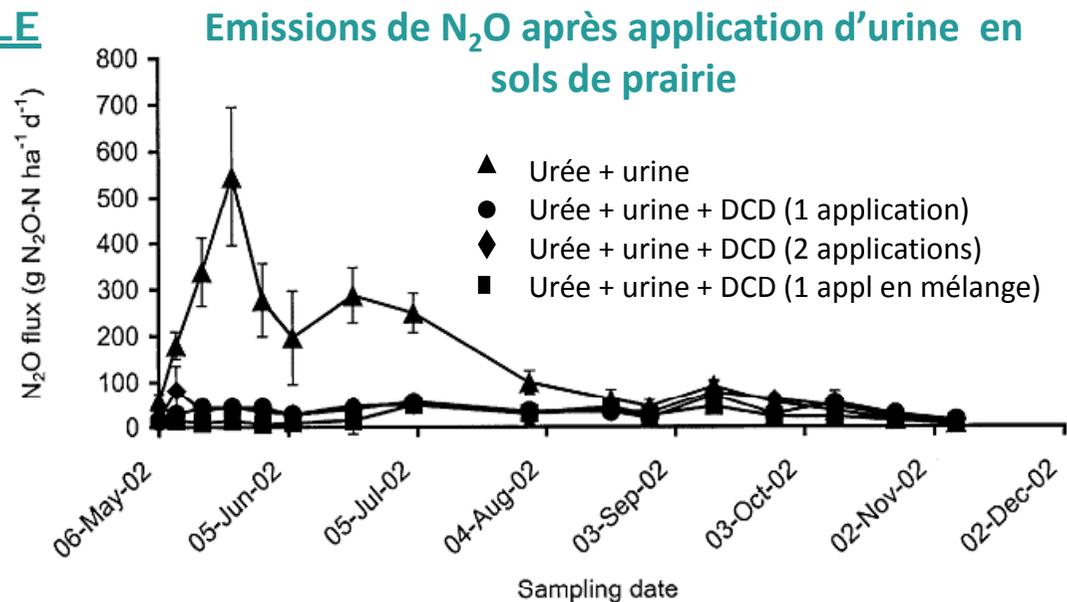
Utilisation d'inhibiteurs



I. APPROCHE EXPERIMENTALE

DCD : dicyandiamide,
Inhibiteur de l'oxydation
de l'ammonium en nitrites,
commercialisé sous le nom eco-N

D'après Di and Cameron, 2003
Soil Use Manag. 19:284-290



II. APPROCHE COMPTABLE

Type d'azote apporté dans les sols	Quantités 10 ⁹ g N	Facteur d'émission kg N-N ₂ O/kg N	Emissions directes par les sols 10 ⁹ g N-N ₂ O
Fertilisants de synthèse	256	0,01	2,56
Fertilisants de synthèse + eco-N	54	0,0079	0,4266
Dejections animales	39	0,01	0,39
Fixation azotée	4	0,01	0,04
Résidus de culture	9	0,01	0,09

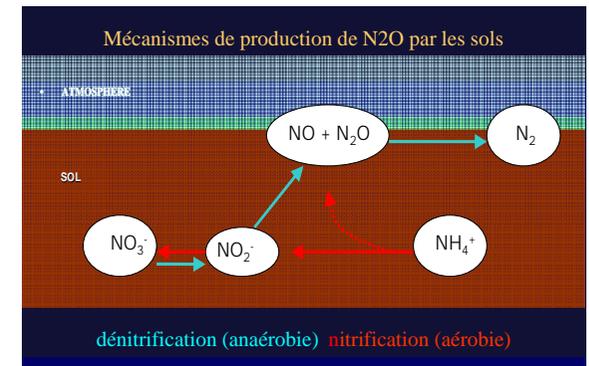
Proposition d'inventaire des émissions de N₂O par les sols agricoles à l'échelle de la Nouvelle Zélande

D'après Clough *et al.*, 2007
Nutr Cycl Agroecosyst. 78: 1-14

Intervenir sur la réduction de N_2O en N_2 : Utilisation des symbiotes des Légumineuses

I. Principe

- Intervenir sur la **fonction de réduction de N_2O en N_2** des sols, notamment dans des situations où cette étape est ralentie
- Utiliser des micro-organismes symbiotiques de plantes cultivées
- Certains **rhizobia**, symbiotes des légumineuses possèdent les gènes *nosZ* codant pour la synthèse de la N_2O réductase



⇒ Cultiver des légumineuses

- inoculées avec des souches d'intérêt (possédant les gènes *nosZ*)
- sur les sols émetteurs de N_2O du fait d'une faible capacité à réduire ce gaz

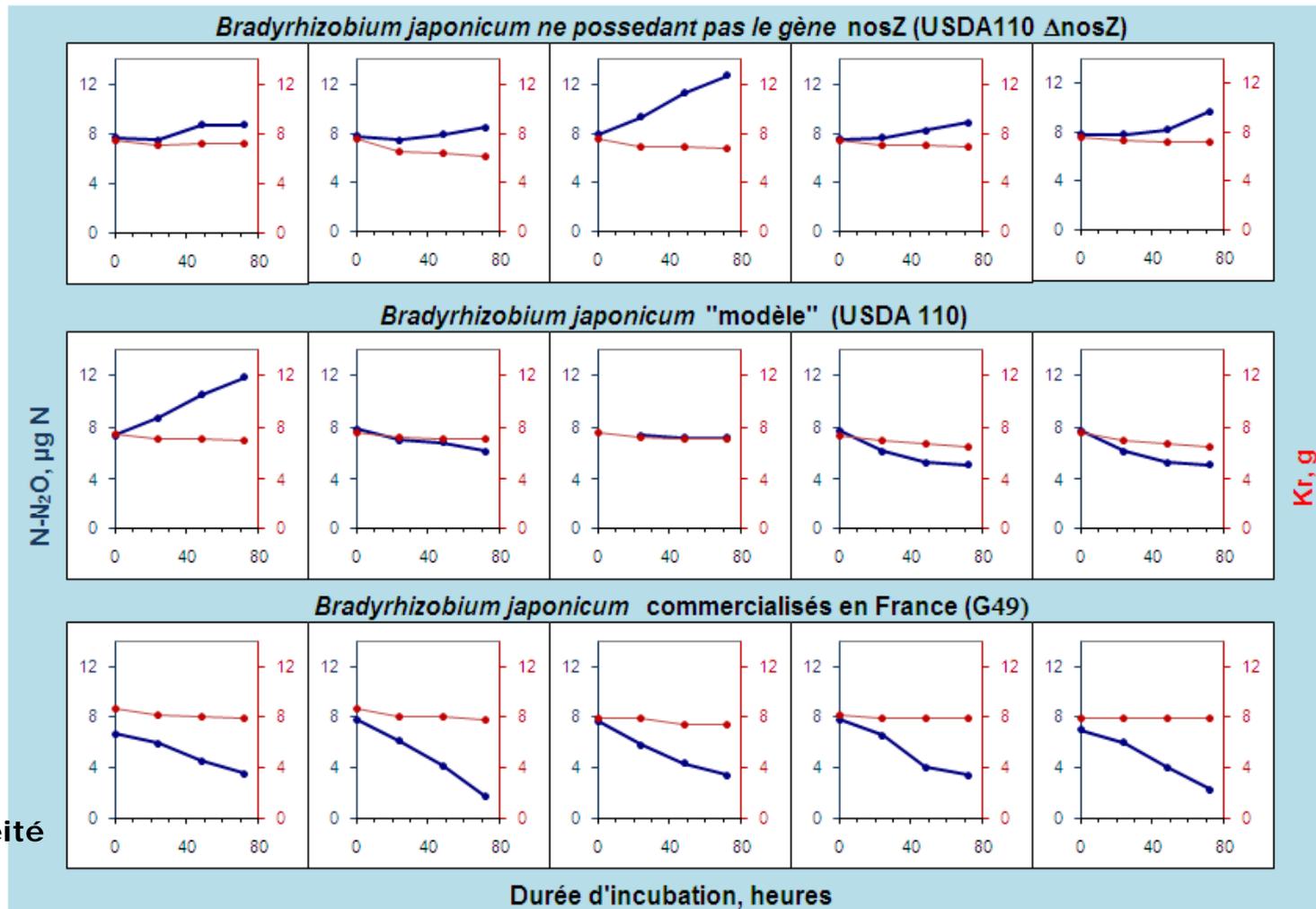
Intervenir sur la réduction de N₂O en N₂ : Utilisation des symbiotes des Légumineuses

II. Résultats récemment obtenus



Sol présentant une faible capacité à réduire N₂O en N₂

- Kr, traceur d'étanchéité du dispositif
- N₂O



Réduction des émissions de N₂O par le secteur agricole : Synthèse des exemples

- Améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote à l'échelle de la culture et du système de culture
 - Développement de plantes cultivées qui absorbent et utilisent l'azote plus efficacement
 - Adaptation des apports d'azote aux besoins de la plante
 - Raisonnement des rotations et/ou des systèmes de culture
- Intervenir sur le fonctionnement des processus microbiens
 - Intervenir sur le processus de dénitrification en modifiant les caractéristiques physiques et hydriques des sols
 - Intervenir sur le processus de nitrification
 - Intervenir sur la fonction de réduction de N₂O en N₂
 - Utilisation des symbiotes des légumineuses
 - Gestion de la matière organique dans les sols
 - Intervenir spécifiquement sur nit/dénit (forme des fertilisants)

La variabilité spatiale des émissions de N₂O par les sols : **Une opportunité ?**

- **Choix des situations sur lesquelles intervenir prioritairement**
- **Compréhension de l'origine de la variabilité**
- **Développement de solutions adaptées aux conditions locales**

Développement de solutions adaptées aux conditions locales :

Contraintes supplémentaires

- **Prise en compte des émissions indirectes**
- **Pas de transfert de pollution, prise en compte des différents GES**
- **Pertinence socio-économique**



Merci de votre attention



Rencontres de Blois: les 25 et 26 novembre 2009
« Fertilisation raisonnée et analyse de terre: Quoi de neuf en 2009? »