

Carrefours

de l'innovation
agronomique
2010

Améliorer l'efficacité énergétique et réduire
les émissions de Gaz à Effet de Serre.

Thiébeau P., Lô-Pelzer E., Klumpp K., Corson M.,
Hénault C., Bloor J., de Chezelles E., Soussana
J.F., Lett J.M., Jeuffroy M.H.

Jeudi 9 décembre 2010



Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Les Gaz à Effet de Serre (GES) en Agriculture

Qu'est-ce qu'un Gaz à Effet de Serre ?

Gaz qui, dans l'atmosphère d'une planète, absorbe les radiations solaires infrarouges et les redirige vers la surface, contribuant ainsi à augmenter la température de surface de cette planète.

Tous les gaz n'ont pas le même « pouvoir de réchauffement global » (PRG), que l'on établit à différentes échelles de temps (20 ans, 50 ans, 100 ans) :

| GES | PRG (100 ans) |
|--------------------------------------|---------------|
| Carbone (CO ₂) | 1 |
| Méthane (CH ₄) | 25 |
| Protoxyde d'azote (N ₂ O) | 298 |

(IPCC, 2007)

Les Gaz à Effet de Serre (GES) en Agriculture

Dans l'atmosphère terrestre, les principaux GES sont :

le dioxyde de carbone (CO_2),
le méthane (CH_4),
l'oxyde nitreux (N_2O),
la vapeur d'eau (H_2O)
les chlorofluorocarbures (CFC).

Les Gaz à Effet de Serre (GES) en Agriculture

Sont nombreux : CO₂, N₂O, CH₄, ...

N₂O : *produit naturellement* par les écosystèmes

produit par les activités humaines (agricoles & industrielles)

 +18% révolution industrielle

En France :

Emissions de N₂O : 16% de l'effet de serre anthropique

En France :

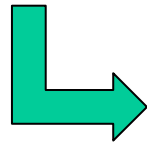
Emissions de N₂O : 16% de l'effet de serre anthropique

Agriculture : Responsable de 72% de ces émissions

En France :

Emissions de N₂O : 16% de l'effet de serre anthropique

Agriculture : Responsable de 72% de ces émissions

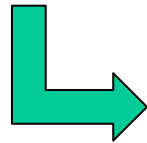


Principal secteur économique émetteur

En France :

Emissions de N₂O : 16% de l'effet de serre anthropique

Agriculture : Responsable de 72% de ces émissions

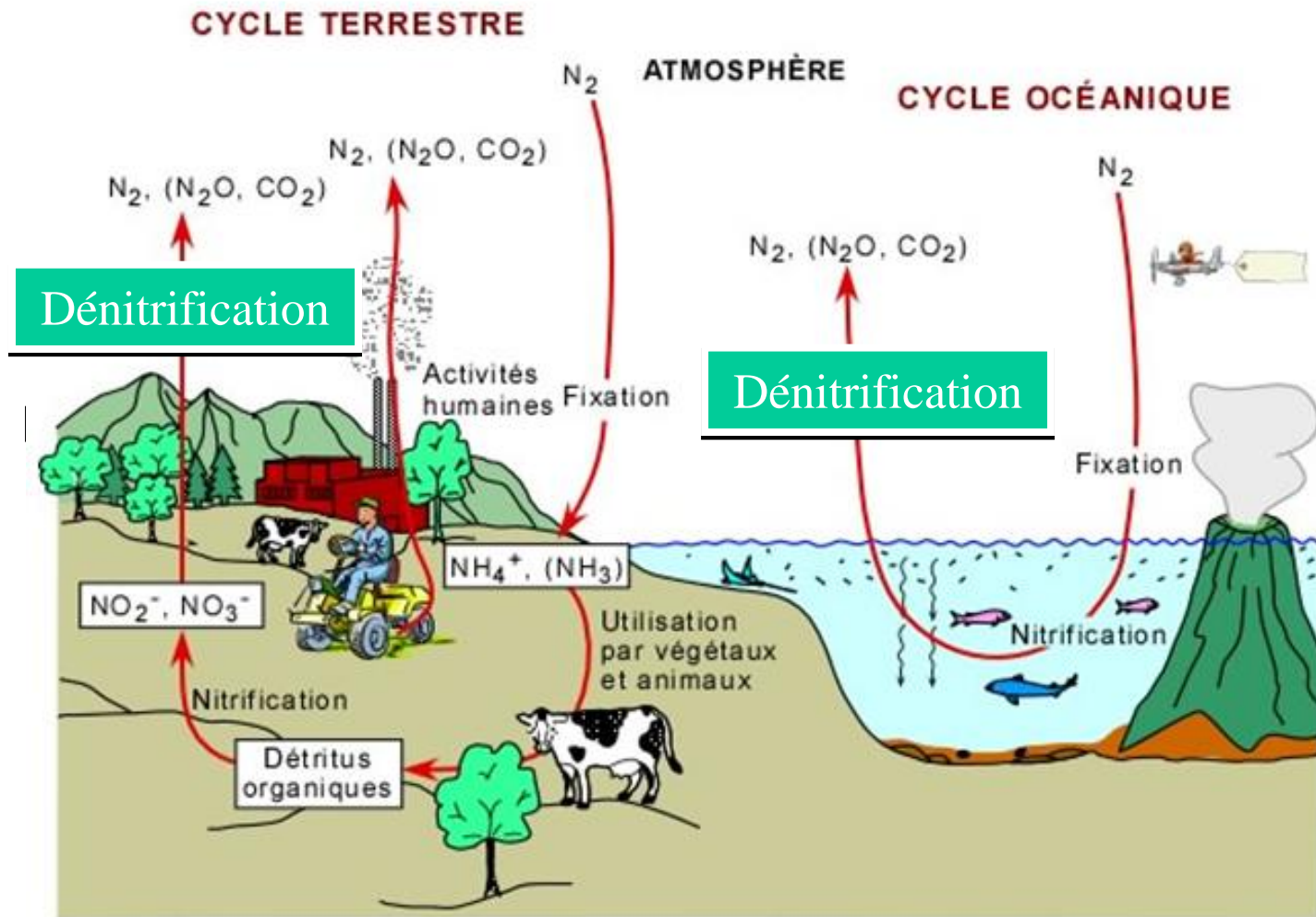


Principal secteur économique émetteur



MAITRISER LES EMISSIONS

Sources d'émissions de N₂O :



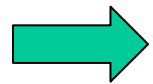
Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Production de N_2O

Intensité des flux sol/atmosphère :



paramètres du sol

→ Température

→ Taux de saturation en eau

→ Teneurs en NO_3 et NH_4 (fertilisation)

→ pH : effets complexes

Production de N₂O

Effet des légumineuses

 IPCC 1997 : N symbiotique fixé = Engrais N

Production de N₂O

Effet des légumineuses

 IPCC 1997 : N symbiotique fixé = Engrais N

Travaux de Rochette et al (2004); Rochette et Janzen (2005)

Production de N₂O

Effet des légumineuses

➡ IPCC 1997 : N symbiotique fixé = Engrais N

Travaux de Rochette et al (2004); Rochette et Janzen (2005)

➡ IPCC 2006 : N ~~symbiotique~~ fixé = pas d'émission ?

Production de N₂O

Effet des légumineuses

 Résidus riches en azote, après récolte ?

Mesures de N₂O en systèmes de grande culture et prairial

Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Mesures en **système de grande culture** : *Introduction d'un pois dans une rotation colza-blé*

Matériel et méthode (*Projet CASDAR 7-175*):

Inra de Grignon, Sol limono-argileux, 2007 à 2010.

Comparaison : Pois // Blé et Colza fertilisés ou non

Puis mesures d'automne sur blé et colza précédent pois

Mesures : 2 chambres x 3 blocs. 4 mesures/j esp.45 min.

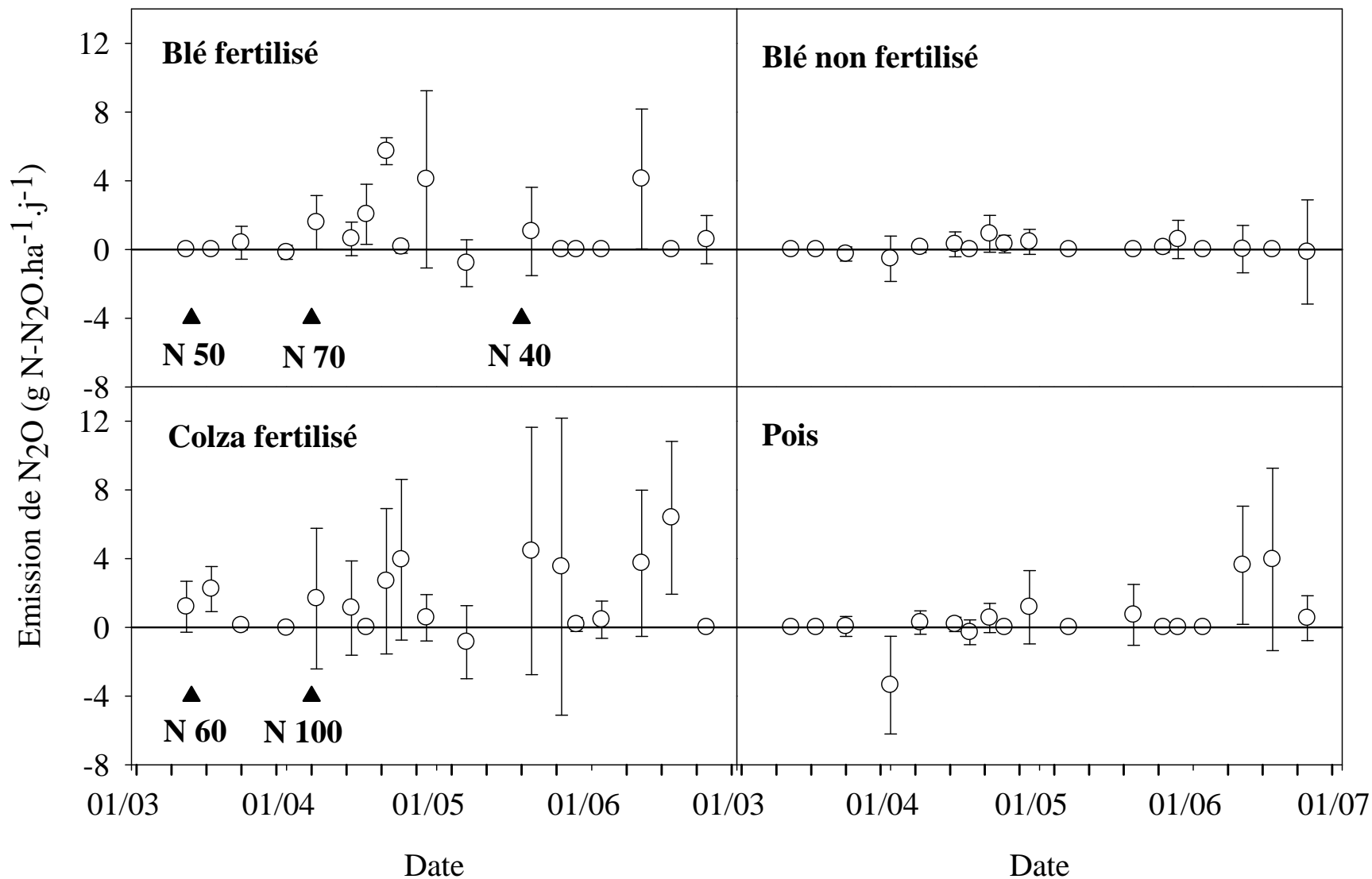
Matériel et méthode :



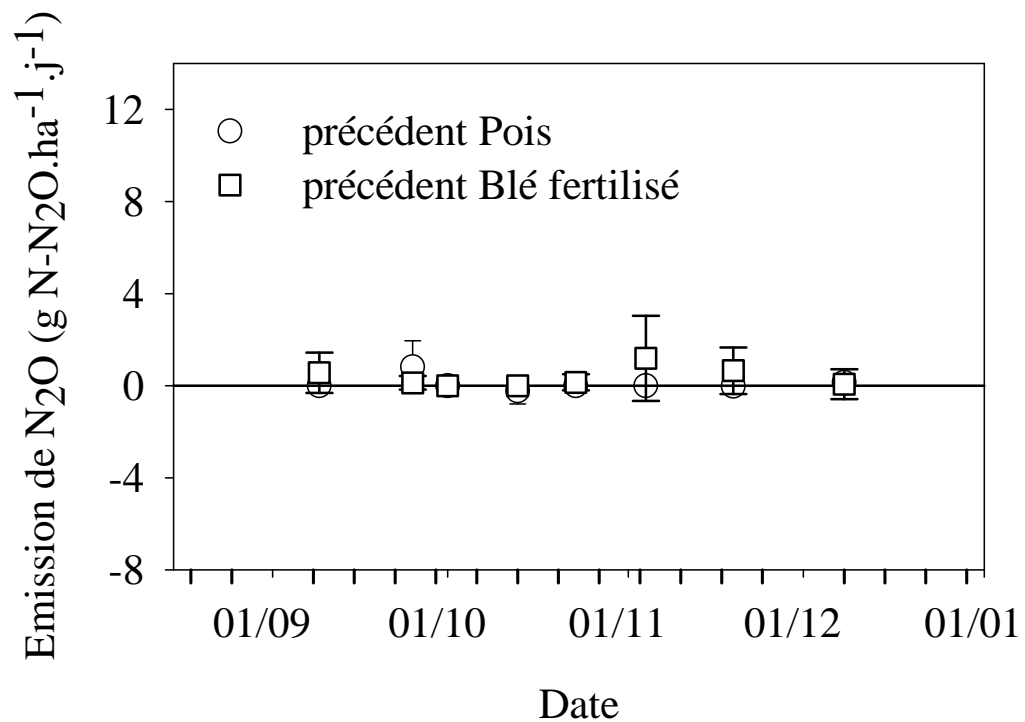
Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

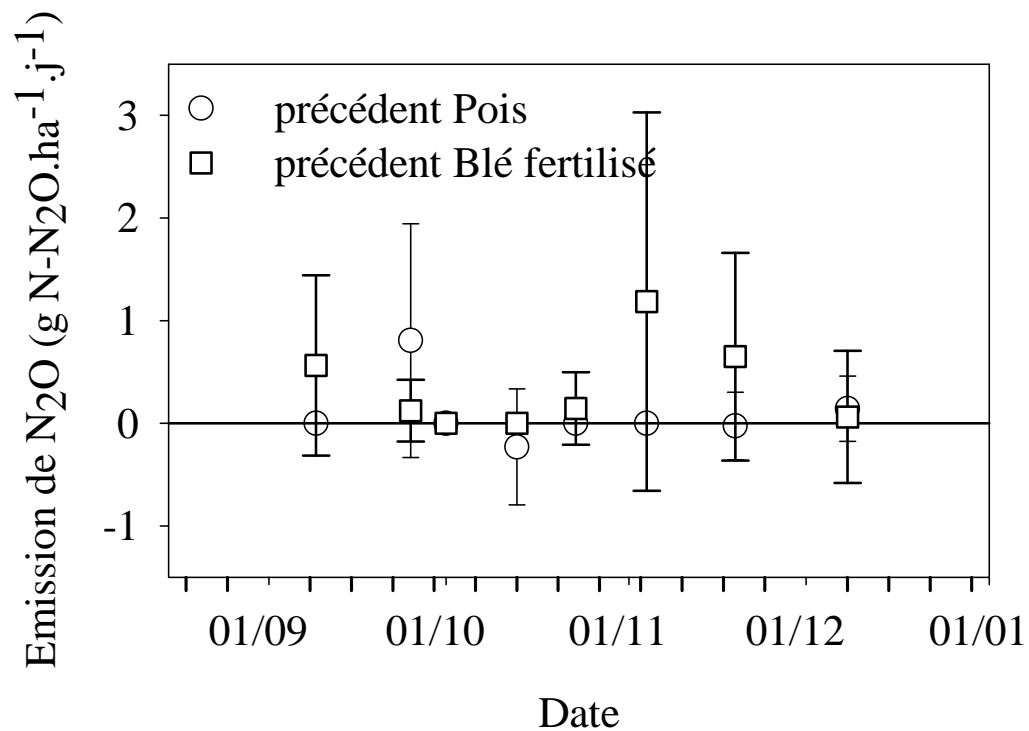
INRA



Résultats : mesures d'automne sur colza



Résultats : mesures d'automne sur colza



Mesures en **système prairial** :

Présence différenciée de trèfle blanc en prairie

Matériel et méthode (Klumpp *et al.*, 2010) :

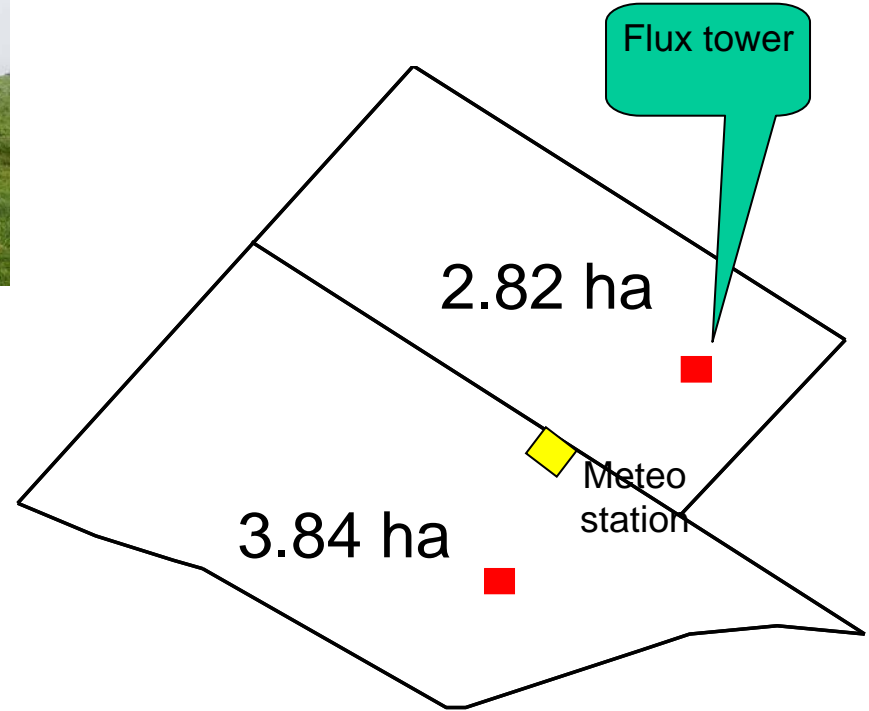
Inra de Laqueuille, Sol limono-sablo-argileux, 2008.

Comparaison : TC du trèfle blanc $35 \pm 4\%$ ou $19 \pm 4\%$,
représentant respectivement 6,6 et 3,2% MS

Mesures : 4 chambres automatiques/modalité
30 min. de mesure/4 heures

Apports N identiques : 57 et 100 kg/ha

Site Experimental : Laqueuille, Auvergne Alt. 1050m



Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Flux de N₂O

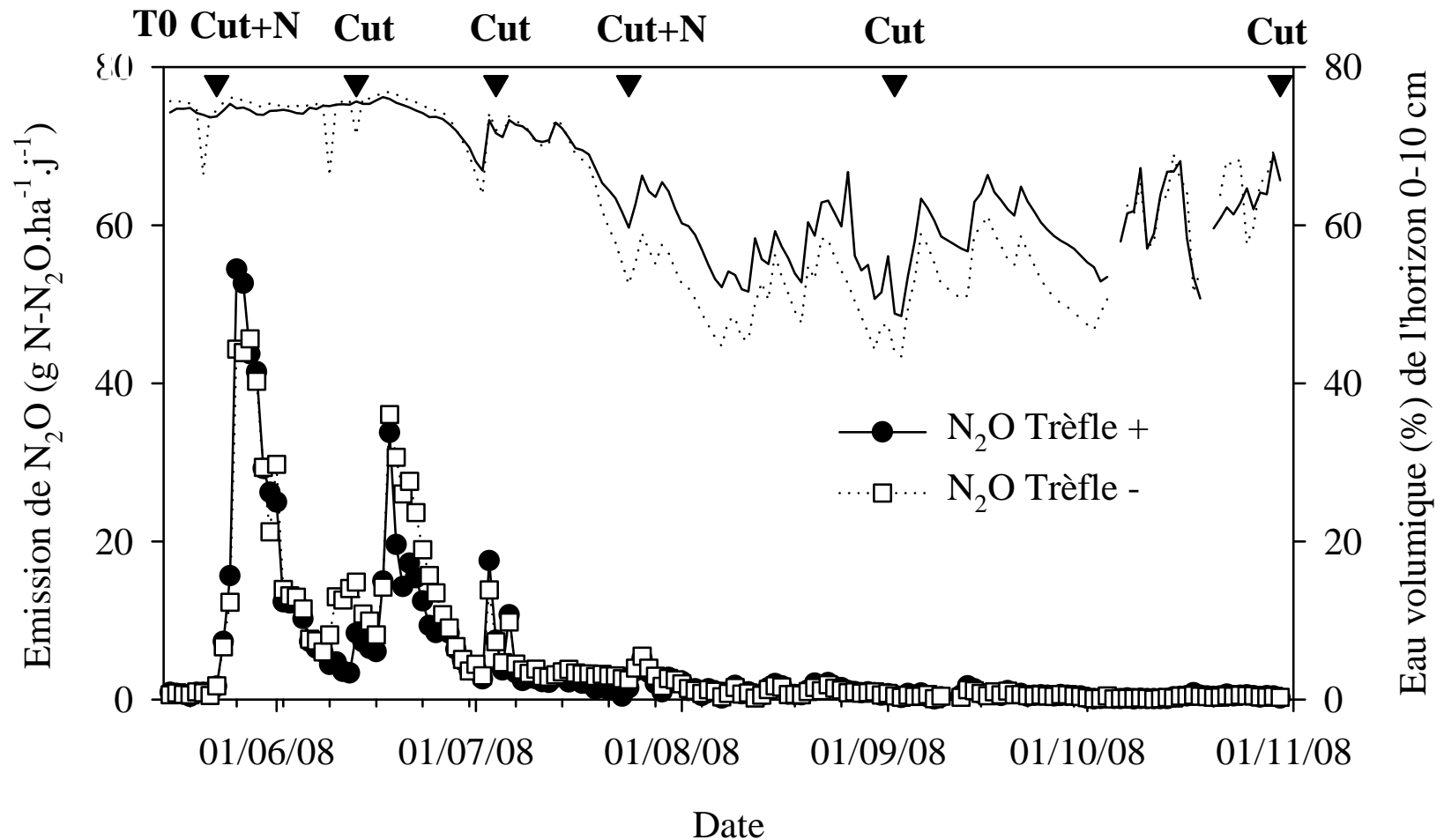


**8 chambres
automatisées**

+

**Analyseur infra-rouge
méthode de
corrélation à filtre de
gaz**

Résultats :



Mesures sur luzerne pure :

Travaux en cours

sur la ferme expérimentale d'AgroParisTech (Grignon)
sur le site INRA d'Estrées-Mons (Somme)

Résultats

Tendances identiques à celles mesurées sur pois / trèfle :

- Peu d'émission en cours de culture
- Quelques pics notés après chaque coupe

Confirme les travaux de Rochette *et al* (2004) - Luzerne

Impact sur les bilans énergétique et de GES

Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Impact sur le bilan énergétique

Associations céréales-légumineuses (Baranger et al., 2008)

Matériel et méthode :

Modalités : Pois pur (P)

Blé pur +N (W) Blé pur 0N (W0)

Blé+Pois +N (WP) Blé+Pois 0N (WP0)

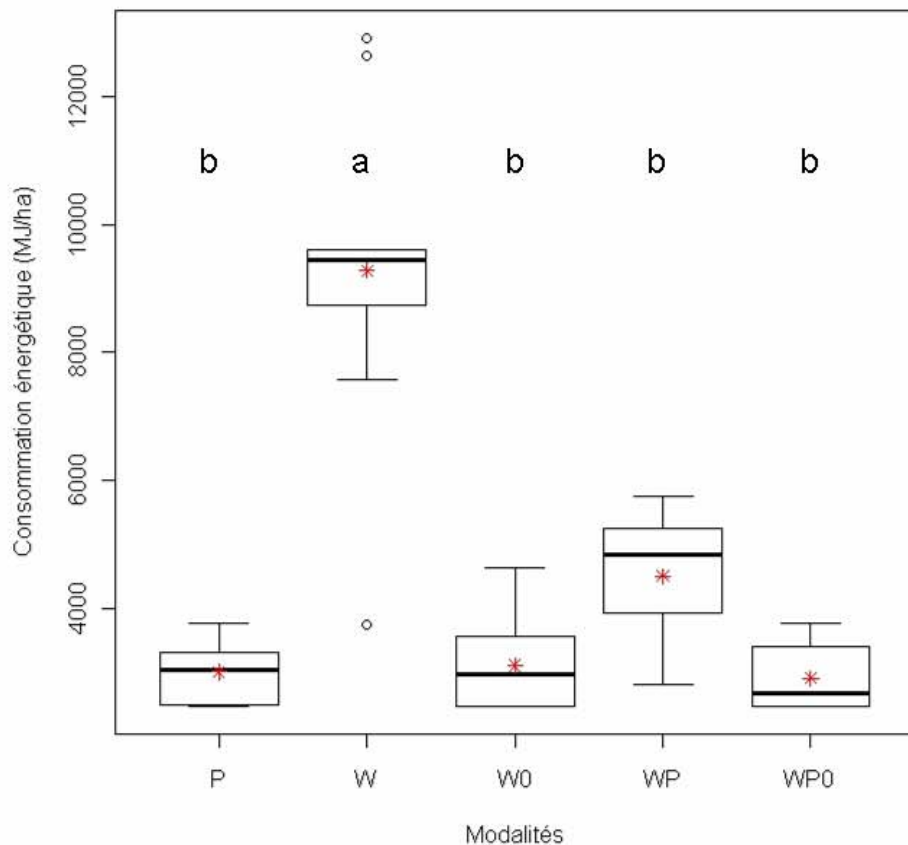
Fertilisation N selon méthode du bilan

Objectif de rendement blé : / 2 pour les associations

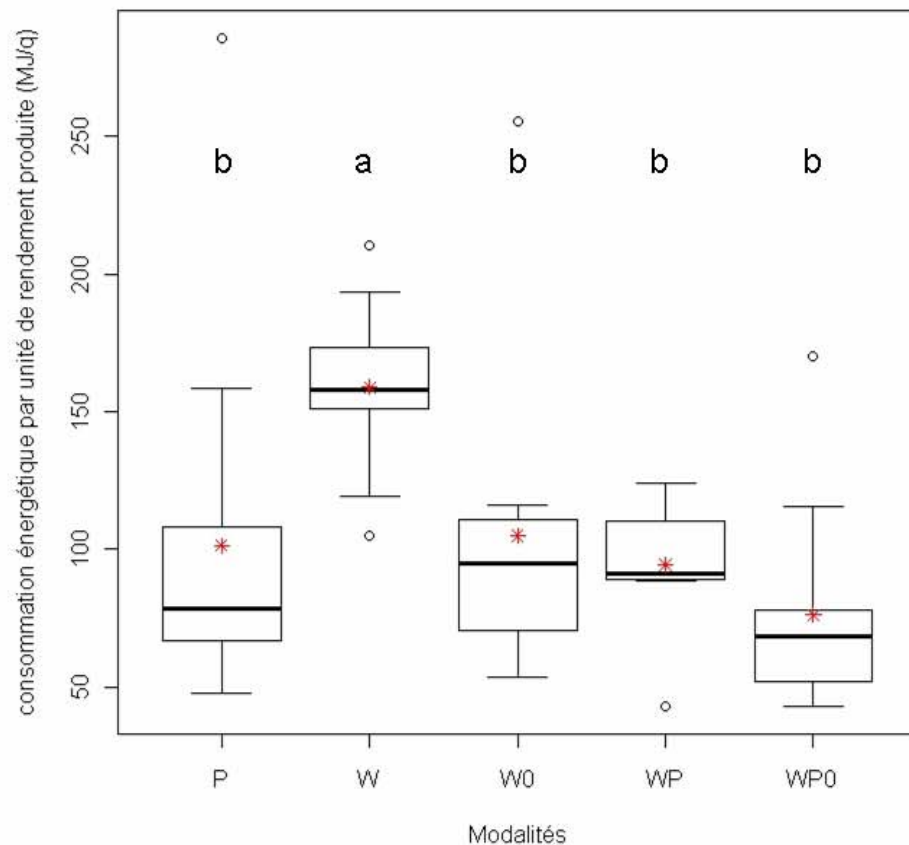
Coût énergétique : méth. INDIGO (Bockstaller *et al.*, 2009)

Résultats :

Consommation énergétique



Consommation énergétique par quintal de rendement



Impact sur le bilan de Gaz à Effet de Serre

Légumineuses et
agriculture durable

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Impact sur le bilan de Gaz à Effet de Serre

Matériel et méthode :

Bilan par Analyse du Cycle de Vie (ACV)

= approche pour quantifier les impacts de systèmes agricoles
(Haas *et al.*, 2000)

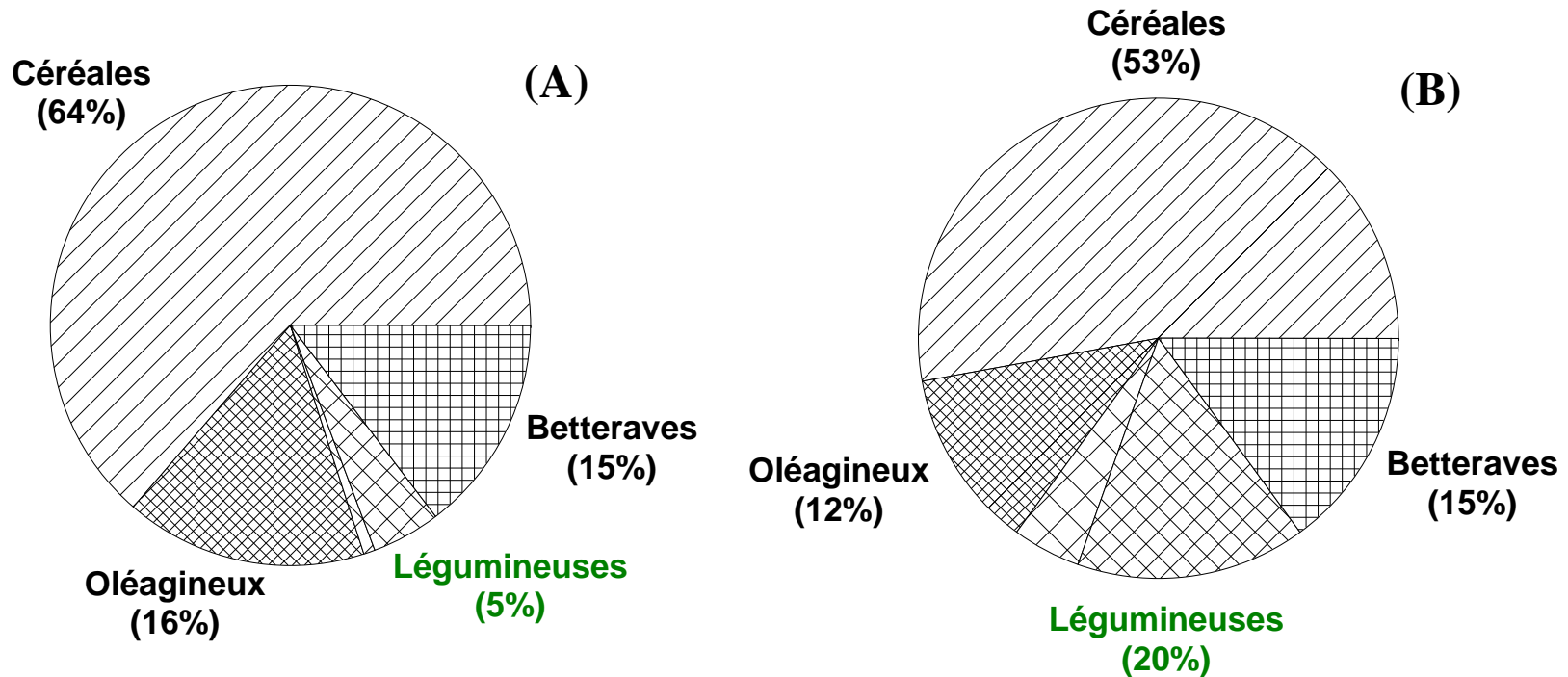
- **Impacts directs** : ont lieu sur l'exploitation
- **Impacts indirects** : production et transport des entrants à la ferme

Identifie également les ***transferts d'impact entre catégories***

Impact sur le bilan de Gaz à Effet de Serre

Matériel et méthode :

Assolement de 2 fermes de G.C. (*CDER Marne* = 458 EA/lot)



Impact sur le bilan de Gaz à Effet de Serre

Matériel et méthode :

Assolement de 3 fermes d'élevage (réseaux ETRE & BIO
Bretagne = 7 à 10 fermes par type identifié)

| Type | SAU (ha) | S. Indirecte (ha) | SFP (ha) | | Blé (ha) | % MS de Légumineuses |
|--------------|-------------|----------------------|----------|------|-------------|-------------------------|
| | | | Herbe | Maïs | | |
| Maïs-Herbe | 54,4 | 14,1 | 27,6 | 18,9 | 7,9 | 3,2 |
| Herbe -Lég.+ | 61,6 | 2,7 | 51,7 | 4,0 | 5,9 | 30 |
| Herbe-Lég.- | 61,6 | 2,7 | 51,7 | 4,0 | 5,9 | 10 |

Résultats : Fermes de grande culture

| Taux de Légumineuses : | | Changement Climatique (kg éq. CO ₂) | Energie Non Renouvelable (MJ) |
|---------------------------------|------------|---|-------------------------------|
| Ferme (pondéré de l'assolement) | Bas (5%) | 2337 | 16904 |
| | Haut (20%) | 2240 | 15997 |

Diminution de 4% des impacts sur le Changement Climatique, et de 5% d'énergie non-renouvelable = fermes 20% de Lég.

Exploitation = **16400 kg éq. CO₂** et **153500 MJ** éner. NR

Résultats : Fermes d'élevage

Diminution :

7% des impacts sur le Changement Climatique, et de
27% d'énergie non-renouvelable

Exploitation = 30200 kg éq. CO₂ et 316100 MJ énerg. NR

Conclusion

Assolement avec légumineuses = atout pour limiter les émissions de N_2O

En grande culture : insertion du pois ↘ émissions

En ferme d'élevage : densité du trèfle sans effet sur le niveau d'émission

Apports d'azote → **Effet majoritaire** sur les émissions

Conclusion

Actions de l'agriculteur pour limiter les émissions de GES

- ➡ Limiter les apports d'engrais N au strict nécessaire;
- ➡ Mettre en œuvre des techniques culturales limitant la lixiviation d'N (absorption par des C.I.);
- ➡ Limiter le nombre d'interventions consom. d'énergie NR.
- ➡ Sur prairie : réaliser une conduite raisonnée du pâturage (limiter le piétinement du sol par les animaux)

Conclusion

Introduction de légumineuses dans les rotations = ***levier efficace de réduction des émissions de GES***

Fixation symbiotique constitue le ***seul levier que nous ayons pour accroître le taux d'azote dans les sols***



Rôle environnemental indéniable

Diversifient les paysages de nos campagnes

Nécessaires à l'équilibre protéique de nos élevages

Merci de votre attention



Leg
agriculture d

ATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA