

# Impact de l'introduction des légumineuses dans les systèmes de culture sur les émissions de N<sub>2</sub>O

## Premiers résultats marquants du projet CASDAR LEG-N-GES

Cohan J.P., Cadillon A., Dubois S., Duval R., Flenet F., Justes E., Mary B., Massad R.S.,  
Plaza-Bonilla D., Schneider A.



AGIR  
ECOSYS  
AGRO-IMPACT

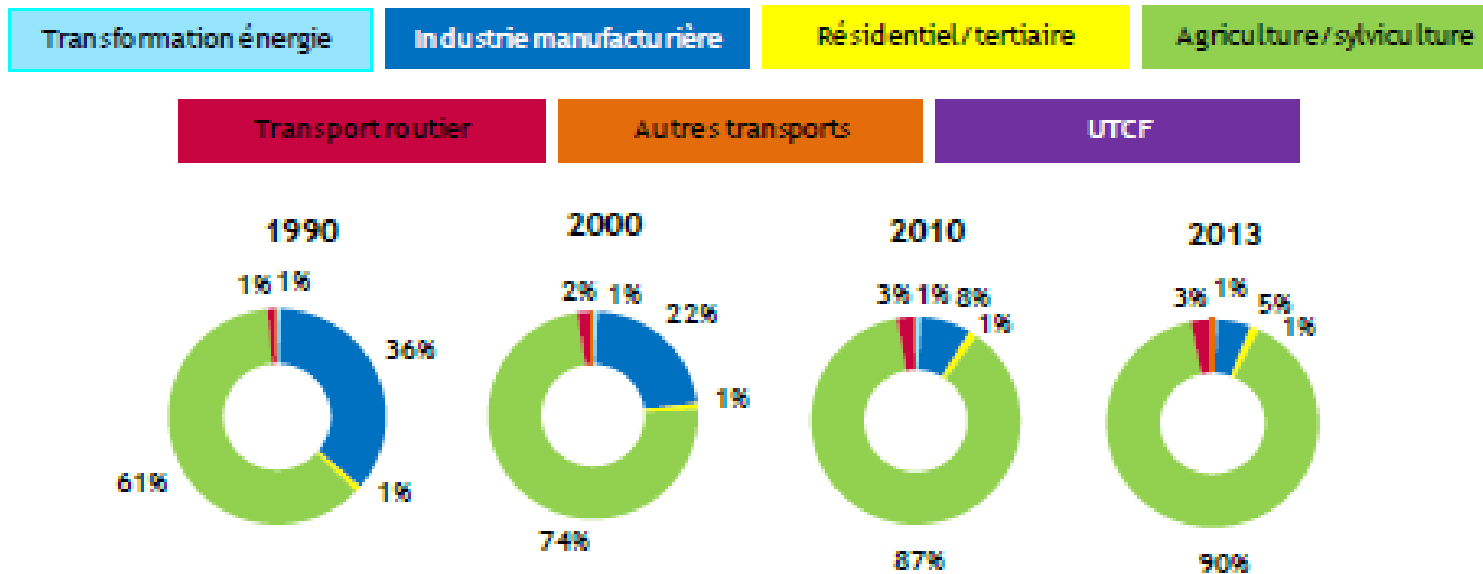


Avec la participation de



# Introduction et contexte du projet

L'agriculture est la 1<sup>ère</sup> activité contributrice aux émissions de N<sub>2</sub>O



Rapport CITEPA format SECTEN - 2015

La limitation des émissions de N<sub>2</sub>O revêt une importance capitale dans la lutte contre le changement climatique et dans la viabilité de certains filières de production

# Introduction et contexte du projet

## Flux N et émissions de N<sub>2</sub>O :

- Emissions de N<sub>2</sub>O liées aux phénomènes de dénitrification et de nitrification  
→ Liens entre flux N et émissions de N<sub>2</sub>O (avec une certaine variabilité)
- Bonnes pratiques de fertilisation en phase avec les objectifs de réduction des émissions
- Importance de la substitution d'une part de l'azote de synthèse par de l'azote symbiotique  
→ **introduction de légumineuses**

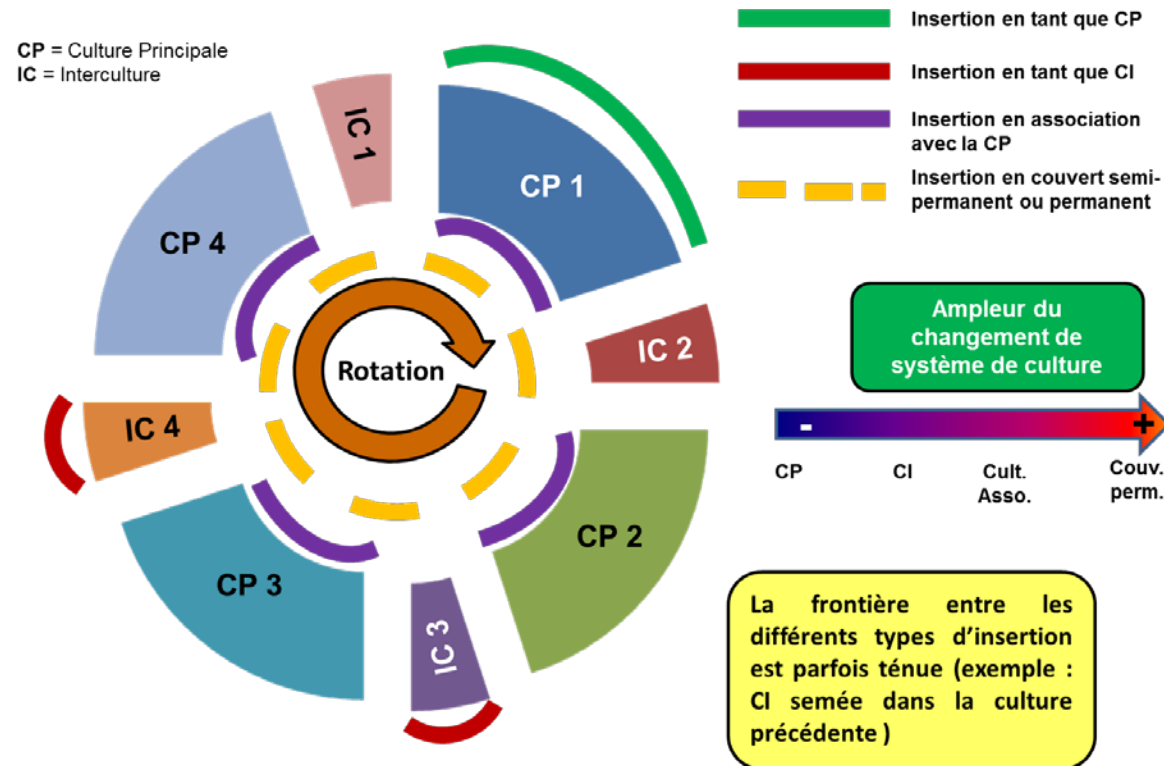
## Le projet LEG-N-GES (2013-2016)

**A partir du regroupement de nombreuses données expérimentales :**

Estimer les flux d'azote consécutifs à l'introduction des légumineuses pour en déduire la modification des émissions de N<sub>2</sub>O en conséquence → Orienter les systèmes de culture vers des rotations moins émissives en optimisant l'insertion des légumineuses.

**1<sup>ers</sup> résultats marquants**

# Les types d'insertion de légumineuses et les expérimentations étudiées



Plus de 70 expérimentations annuelles  
Plus de 10 expérimentations de longue durée  
Tous les types d'insertion étudiés

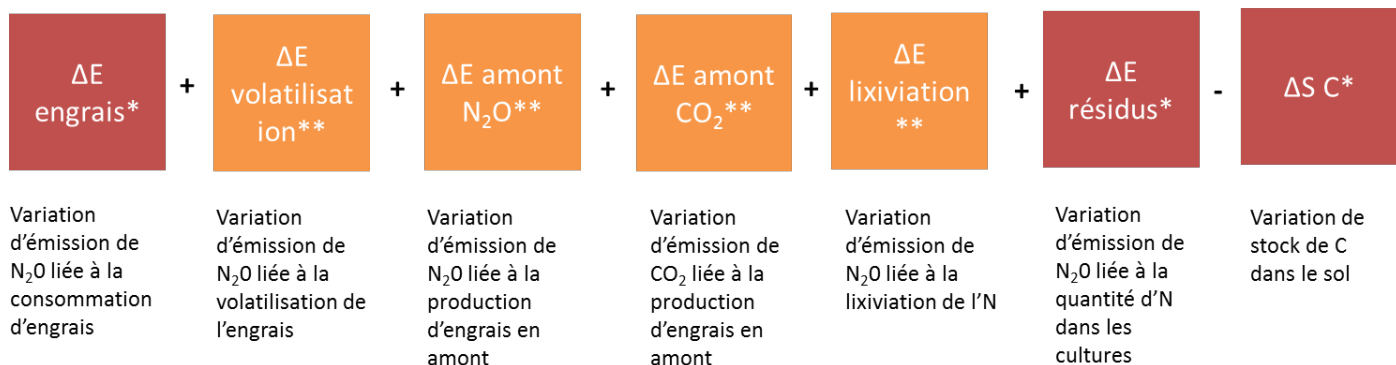
# Flux N et émissions de N<sub>2</sub>O

**Le lien entre les flux N et les émissions est réalisé selon 3 approches :**

- Facteurs d'émissions GIEC (2006) niveau 1
- Estimation via des modèles de flux sol-plante : STICS (Brisson et al. 2008), CERES-EGC (Gabrielle et al. 2006)
- Mesures directes (chambres statiques ou dynamiques)

**Calculs GIEC  
niveau 1**

Postes d'émission de N<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> influencés par un changement de pratique :



Emission / Stockage **direct\*** et **indirect\*\***

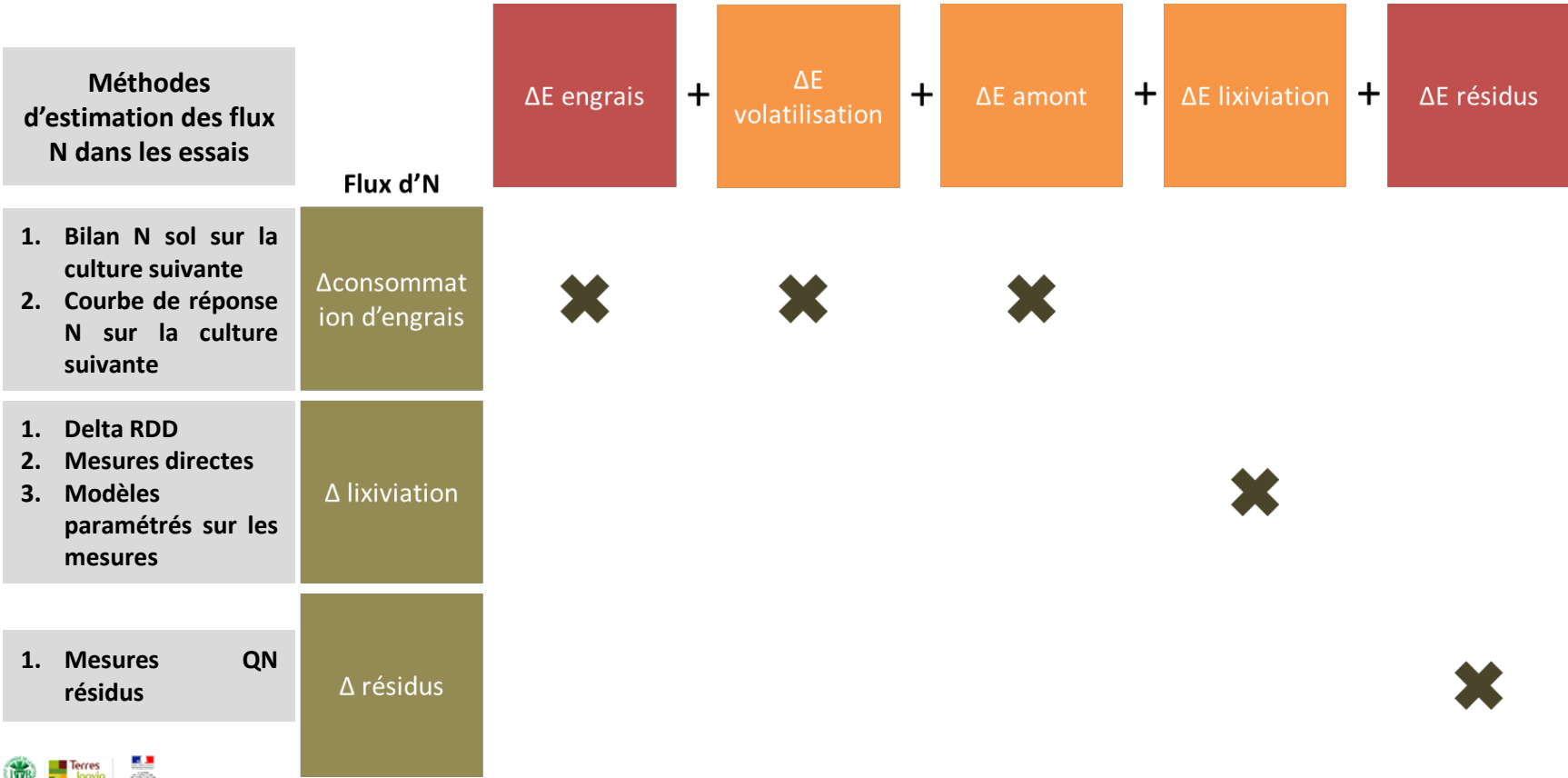
Les calculs reposent sur des différences par rapport à un témoin

# Flux N et émissions de N<sub>2</sub>O



## Calculs GIEC niveau 1

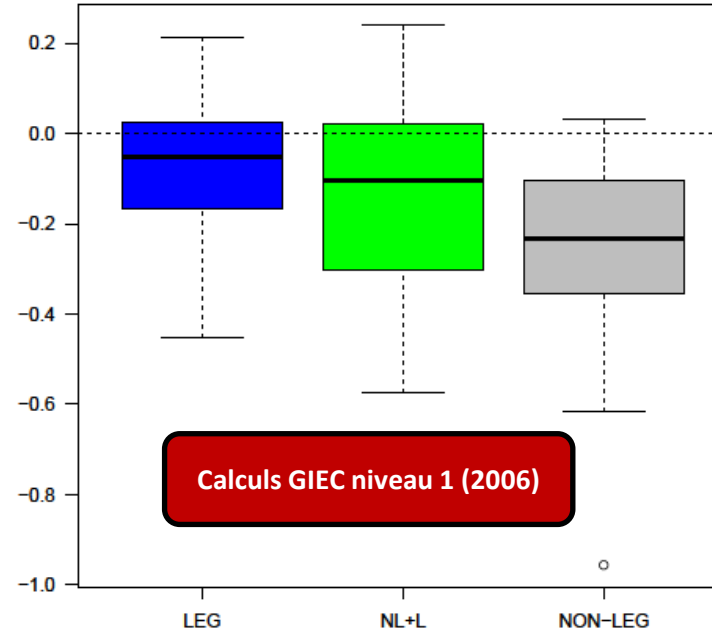
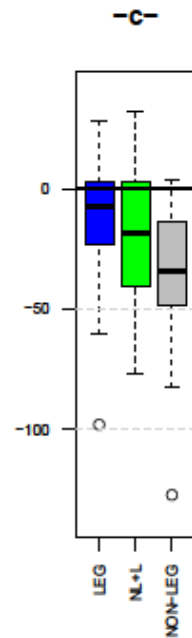
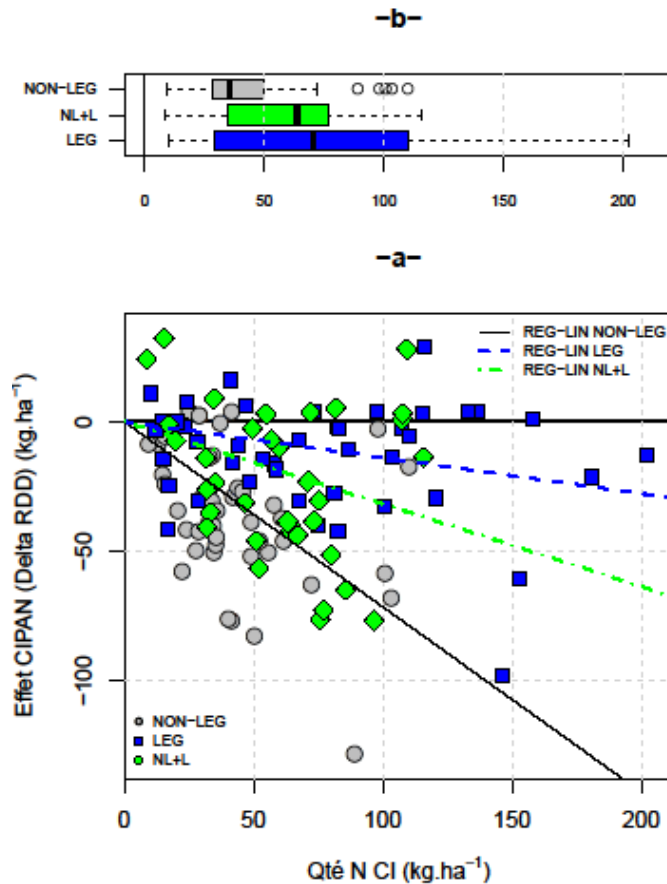
### Utilisation des flux N dans le calcul des postes



# Lixiviation du nitrate et couverts intermédiaires

Delta RDD vs QN CI

Impact sur les émissions de N<sub>2</sub>O



Les pentes des régressions linéaires sont toutes différentes de 0 au seuil de 5%, et toutes différentes entre elles au seuil de 5% pour les comparaisons avec les non-légumineuses, et au seuil de 10% pour la comparaison légumineuses-mélanges.

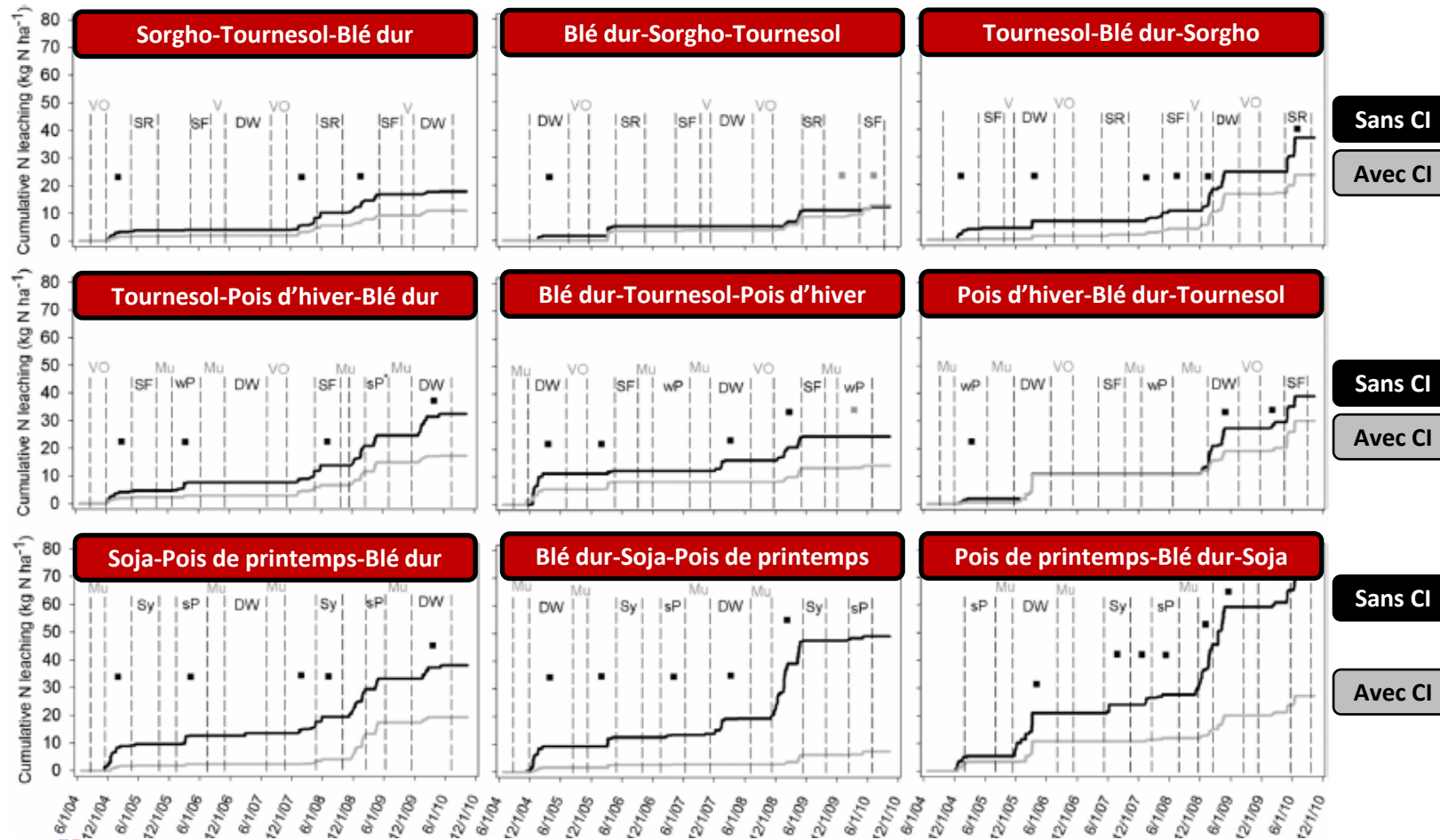
Tous les types de couverts réduisent les émissions indirectes liées à la lixiviation avec un gradient d'efficacité : NON-LEG ≥ NL+L > LEG

NON-LEG=non-légumineuses, LEG=légumineuses, NL+L=mélanges des 2 types de couverts. Données ARVALIS-CREAS-Comité technique FDGEDA 10/CA51-ITB.

# Lixiviation du nitrate et cultures principales

Lixiviation  $\text{NO}_3^-$  selon la fréquence de légumineuses

Essai Midi-Pyrénées  
Modélisation STICS

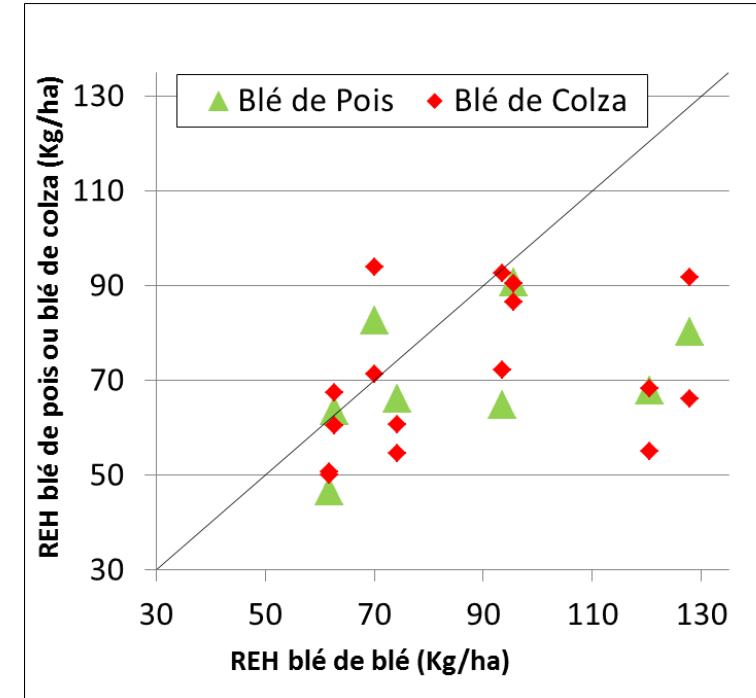
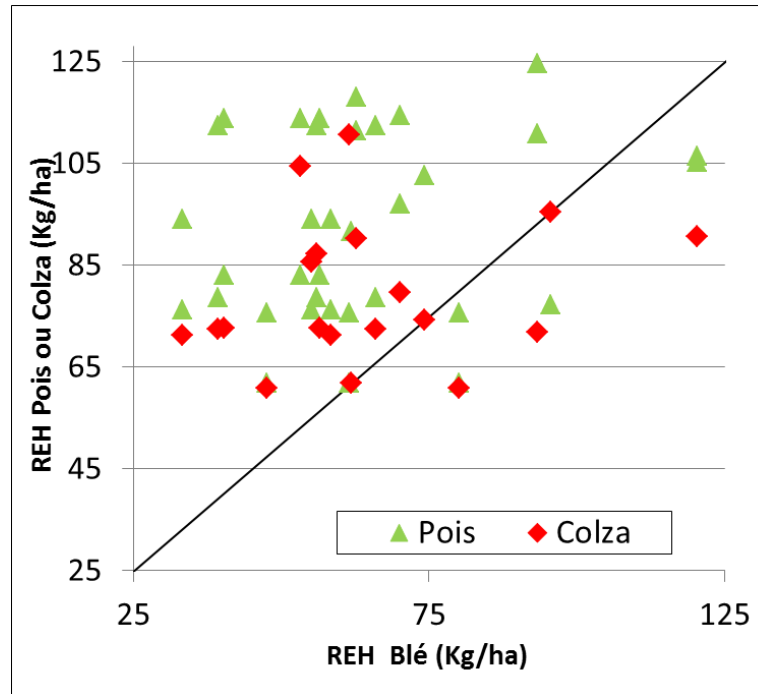


Plaza-Bonilla et al. 2015



# Lixiviation du nitrate et cultures principales

## Effet bisannuel sur le risque de lixiviation $\text{NO}_3^-$



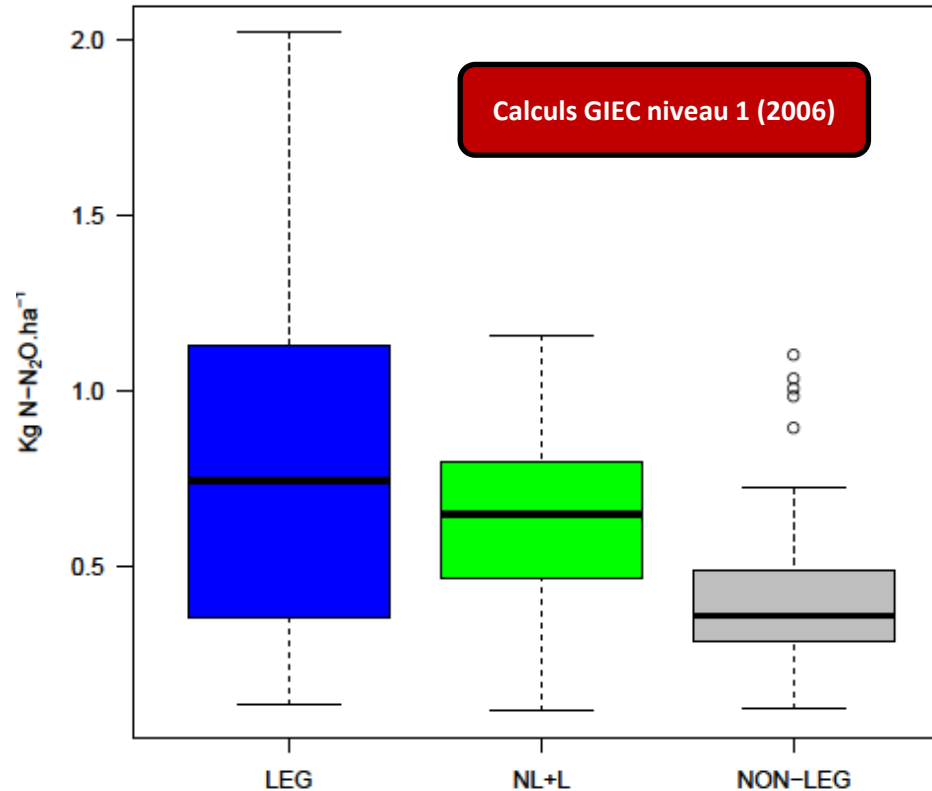
REH = stock d'azote minéral du sol à l'entrée de l'hiver ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ); essais 2007-2011 sur 2 sites Nord France (78; 02) avec sol nu en interculture

**Les légumineuses en cultures principales augmentent le risque de lixiviation en année n+1 (sur la base des mesures de RH) mais :**

- Ce risque est contrôlable par l'insertion de couvert
- De effets n+2 (+) semblent se produire

# Restitutions des résidus des couverts intermédiaires

## Emissions de N<sub>2</sub>O suite à la restitution des résidus de CI



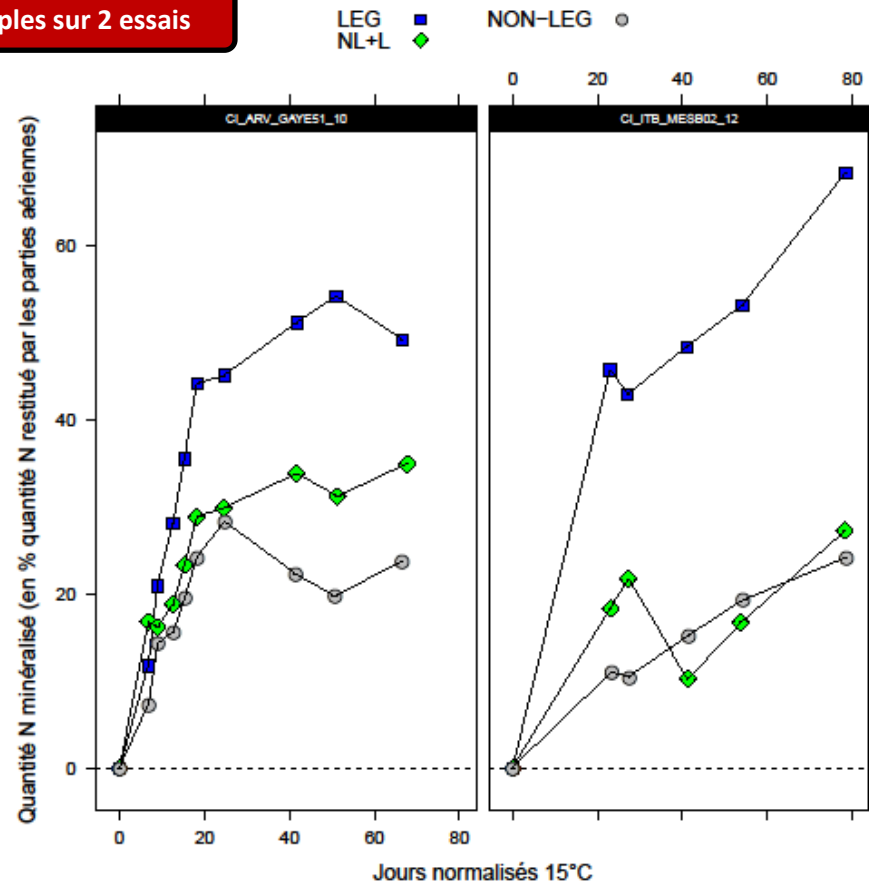
La restitution des résidus de CI entraîne un supplément d'émission de N<sub>2</sub>O.  
Ce supplément d'émission dépend de la quantité d'azote restituée au sol : LEG ≥ NL+L > NON-LEG

NON-LEG=non-légumineuses,  
LEG=légumineuses, NL+L=mélanges  
des 2 types de couverts. Données  
ARVALIS-CREAS- Comité technique  
FDGEDA 10/CA51-ITB.

# Restitutions des résidus de couverts intermédiaires

## Cinétiques de minéralisation des résidus de CI

Exemples sur 2 essais



La quantité N minéralisée provenant des résidus de CI est toujours inférieure à la quantité N apportée par ces résidus, même pour les légumineuses  
→ Le facteur d'émission de ces résidus, calculé comme pour les engrais azotés, est donc surestimé

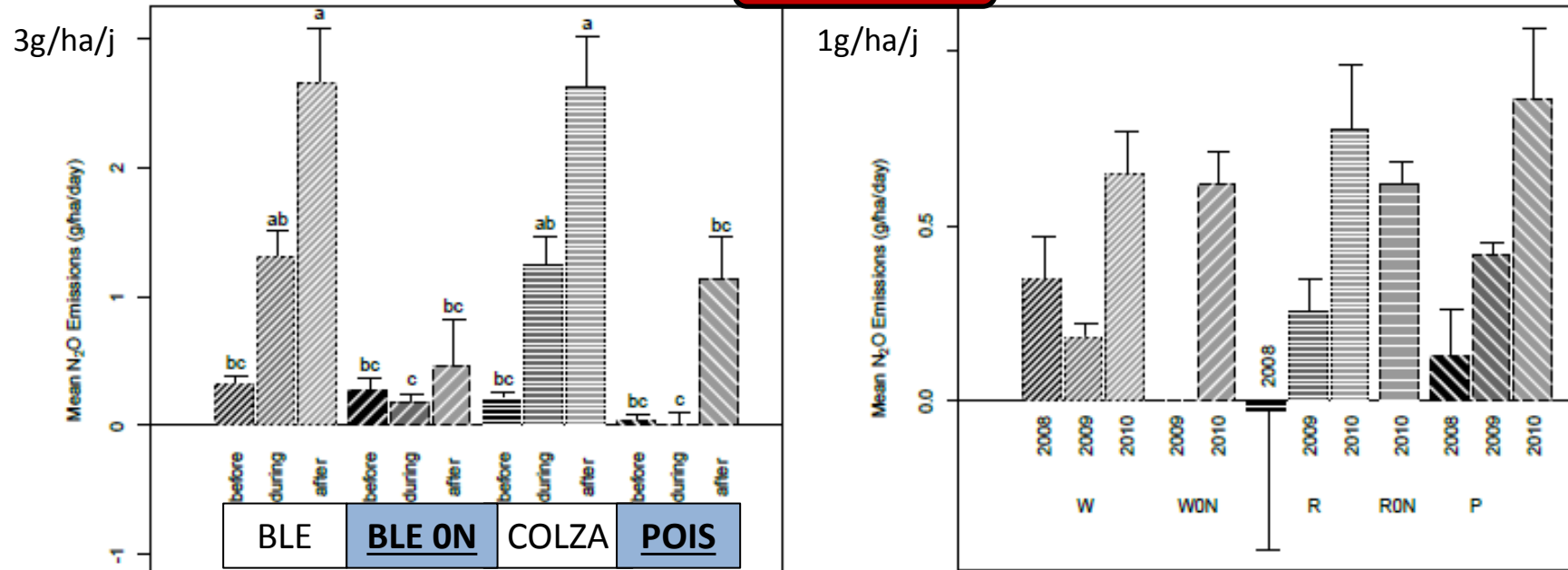
LEG= légumineuses, NL+L=mélanges légumineuses + non-légumineuses, NON-LEG = non légumineuses). Calculs réalisés à partir du modèle INRA LIXIM paramétré par des mesures régulières du stock d'azote minéral du sol en sol nu. Essais ARVALIS et ITB

# Restitutions des résidus des cultures principales

Emissions de N<sub>2</sub>O sous culture

Emissions de N<sub>2</sub>O après culture

Mesures N<sub>2</sub>O  
chambres statiques

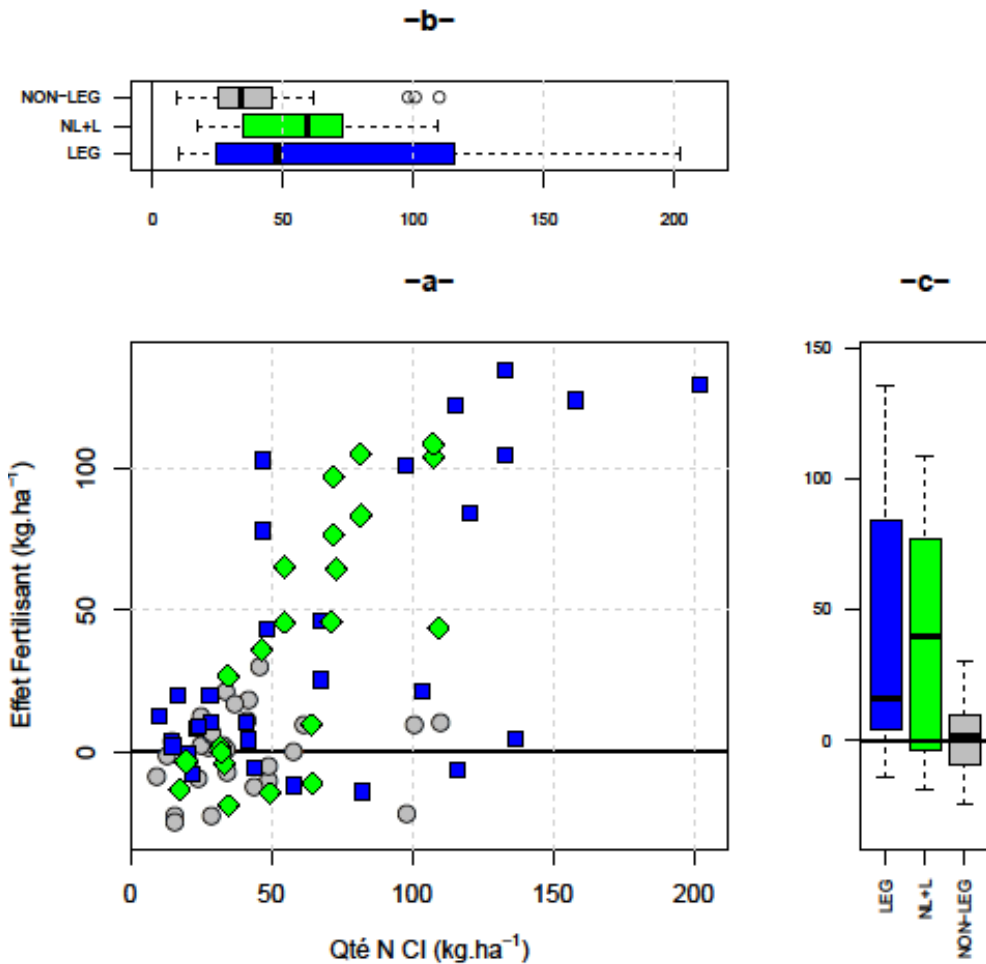


- Les émissions de N<sub>2</sub>O en cours de culture principale de légumineuses sont inférieures à des non-légumineuses fertilisées.
- Les émissions liées aux résidus semblent du même niveau quelle que soit la culture

Jeuffroy et al. 2013  
Projet CASDAR PCB

# Consommation d'engrais N et couverts intermédiaires

## Effet fertilisant N vs QN CI



- Effet fertilisant N confirmé pour les couverts à base de légumineuses
- Pas d'effet fertilisant N (en moyenne) confirmé pour les couverts de non-légumineuses à court terme

NON-LEG=non-légumineuses,  
 LEG=légumineuses, NL+L=mélanges  
 des 2 types de couverts. Données  
 ARVALIS-CREAS- Comité technique  
 FDGEDA 10/CA51-ITB.

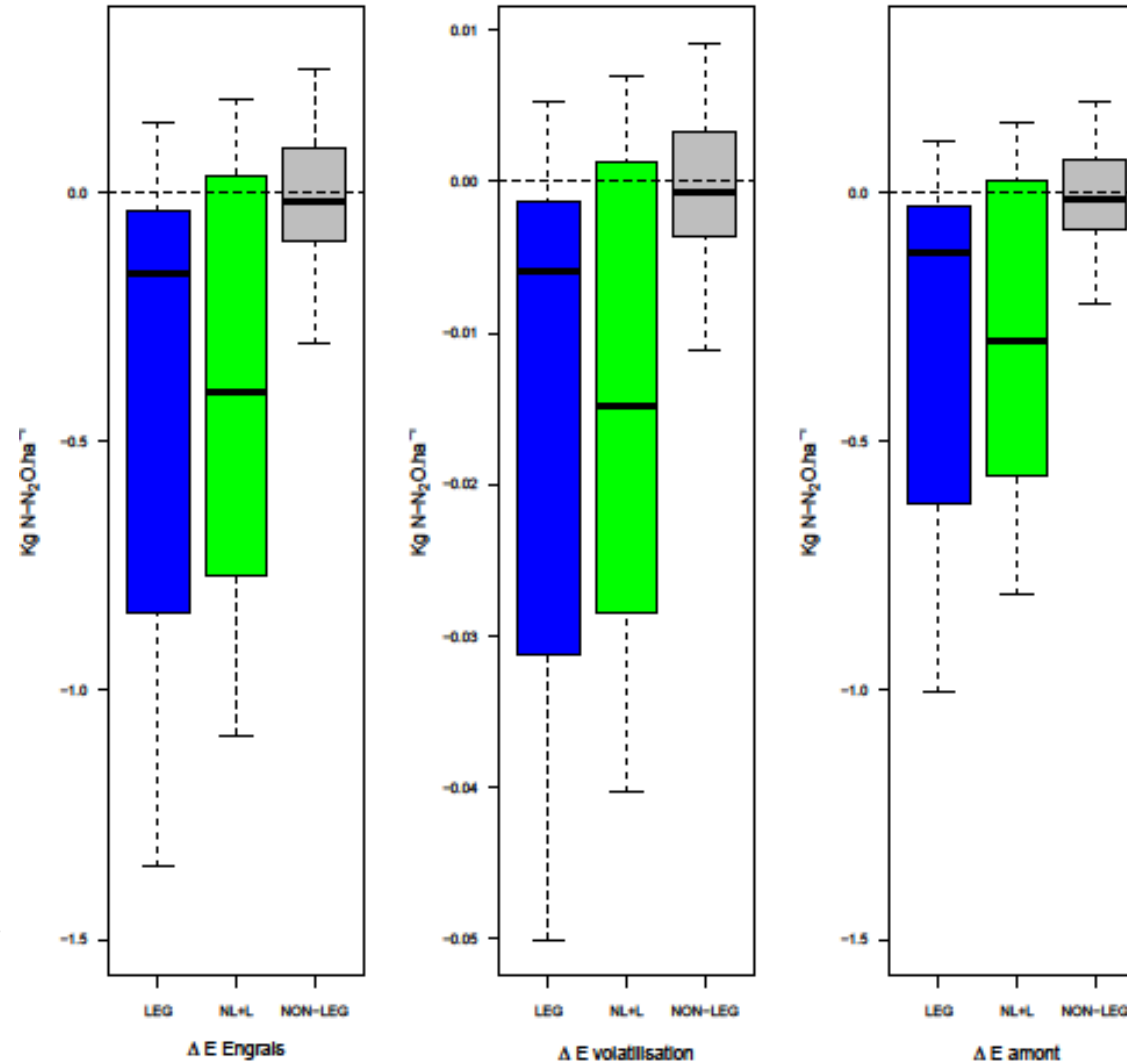
# Consommation d'engrais N et couverts intermédiaires

Conséquence effet fertilisant N des CI sur les émissions de  $N_2O$

L'introduction des couverts à base de légumineuses permet une réduction des émissions de  $N_2O$  suite à une baisse de la fertilisation N de la culture suivante

Calculs GIEC niveau 1 (2006)  
+ référence Fertilizer Europe

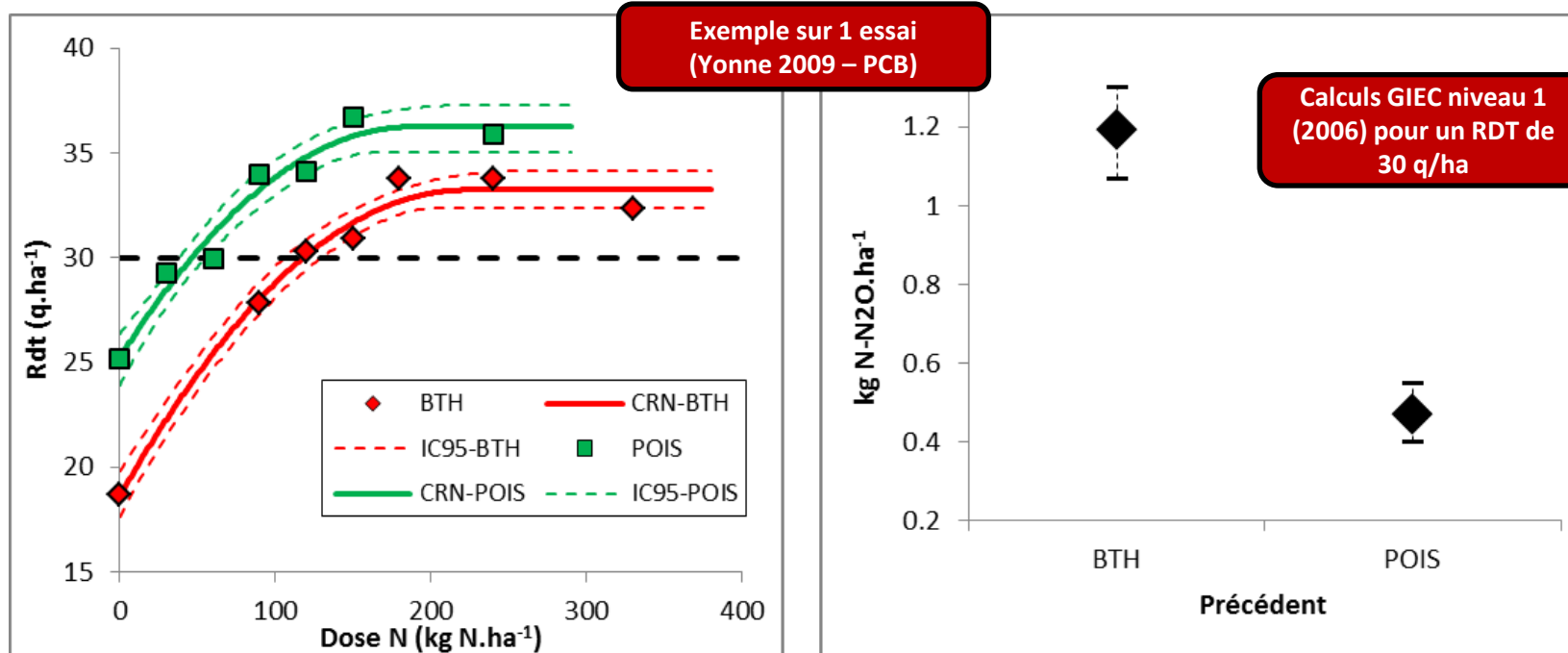
NON-LEG=non-légumineuses,  
LEG=légumineuses, NL+L=mélanges des 2  
types de couverts. Données ARVALIS-CREAS-  
Comité technique FDGEDA 10/CA51-ITB.



# Consommation d'engrais et cultures principales

## Effet fertilisant N des précédents

## Conséquence sur les émissions de N<sub>2</sub>O



BTH = Blé Tendre d'Hiver; CRN = Courbe de réponse du colza à l'azote modélisée selon un formalisme en quadratique-plateau; IC95 = Intervalle de Confiance à 95%

- Les légumineuses en cultures principales augmentent les fournitures N de la culture suivante
- La fertilisation N de la culture suivante doit être réduite : de - 20 à -60 kg N/ha selon espèces et contextes (7 essais du projet PCB)
- Les émissions de N<sub>2</sub>O sont également réduites
- L'effet déplafonnement du rendement doit être inclus dans le calcul de bilan GES

# Conclusions et perspectives



- L'introduction de légumineuses influe sur tous les postes d'émissions de  $N_2O$  et doit donc être évaluée globalement
- L'effet global peut être positif (réduction des émissions de  $N_2O$ ) si l'économie d'engrais N est bien valorisée sur la culture suivante et le risque de lixiviation maîtrisé par les pratiques culturales *ad hoc* (ex. culture intermédiaire en post légumineuses à graines)
- L'analyse de données va se poursuivre pour :
  1. Produire des références scientifiques et techniques
  2. Proposer des recommandations techniques
  3. Evaluer la pertinence des facteurs d'émissions GIEC niveau 1 actuellement utilisés, et proposer d'autres valeurs si besoin





# Merci pour votre attention