

Vers une nouvelle méthode pour estimer les émissions annuelles de N₂O?

Cécile Le Gall – Terres Inovia

Avec la collaboration de JP.Cohan (Arvalis-Institut du Végétal), R.Duval (ITB), P.Cellier (INRA UMR ECOSYS), T.Eglin (ADEME), E.Matthias (CITEPA), F.Millard (MEDDE) et L.Larbodière (MAAF).



Avec la participation de



Estimer les émissions de N₂O, un enjeu important

- Selon l'inventaire national 2015 (CITEPA), l'agriculture contribue pour 19% au Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) de la France

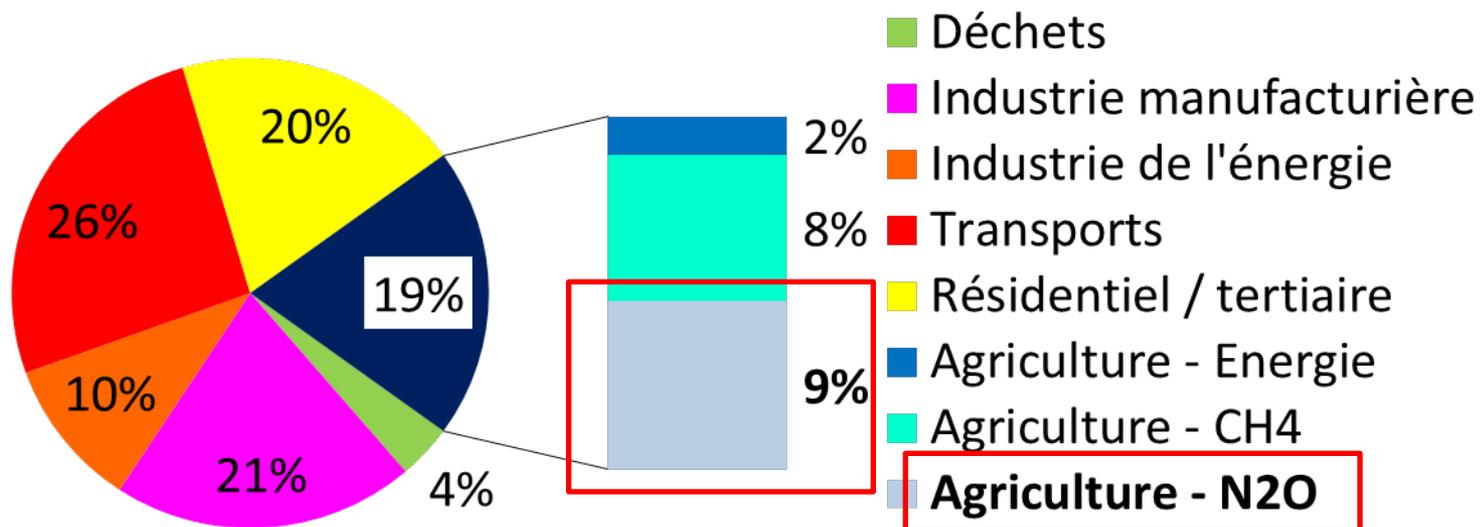


Figure 1 : répartition des sources d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) en France en 2013 (source : CITEPA, 2015)

Estimer les émissions de N₂O, un enjeu important

- Une méthode d'estimation « par défaut » : méthode de niveau 1 du GIEC (*N₂O = 1% de l'azote apporté et résidus*)

Campagne	Site	Nmin	FE
2010-11	Ecr (31)	191	0.09
	Doi (59)	112	0.22
	Sou (72)	70	0.26
	Sqe (51)	169	0.25
	Mor (51)	179	0.22
	Sou (72)	20	0.24
	Sou (72)	115	0.36
	Grg (78)	180	0.31
	Vill (36)	184	0.34
	Sou (72)	50	0.51
	Vill (36)	154	0.48
	Mor (51)	179	0.45

FE
≠
1%

Campagne	Site	Nmin	FE
2011-12	Vill (36)	161	0.13
	Mons (80)	80	0.27
	Vill (36)	161	0.23
	Mons (80)	220	0.20
	Mons (80)	220	0.23
	Ecr (31)	164	0.33
	Mons (80)	220	0.30
	Grg (78)	101	0.73
	Sou (72)	65	1.36
	Mor (51)	154.5	1.08
	Mor (51)	154.5	1.13
Sou (72)	65	1.48	

Figure 1 : facteur d'émission (FE) calculé à partir des données du réseau NO GAS obtenues sur colza d'hiver sur les campagnes 2010-11 et 2011-12

Estimer les émissions de N₂O, un enjeu important

- La quantité d'azote apportée n'est pas le seul facteur qui entre en jeu

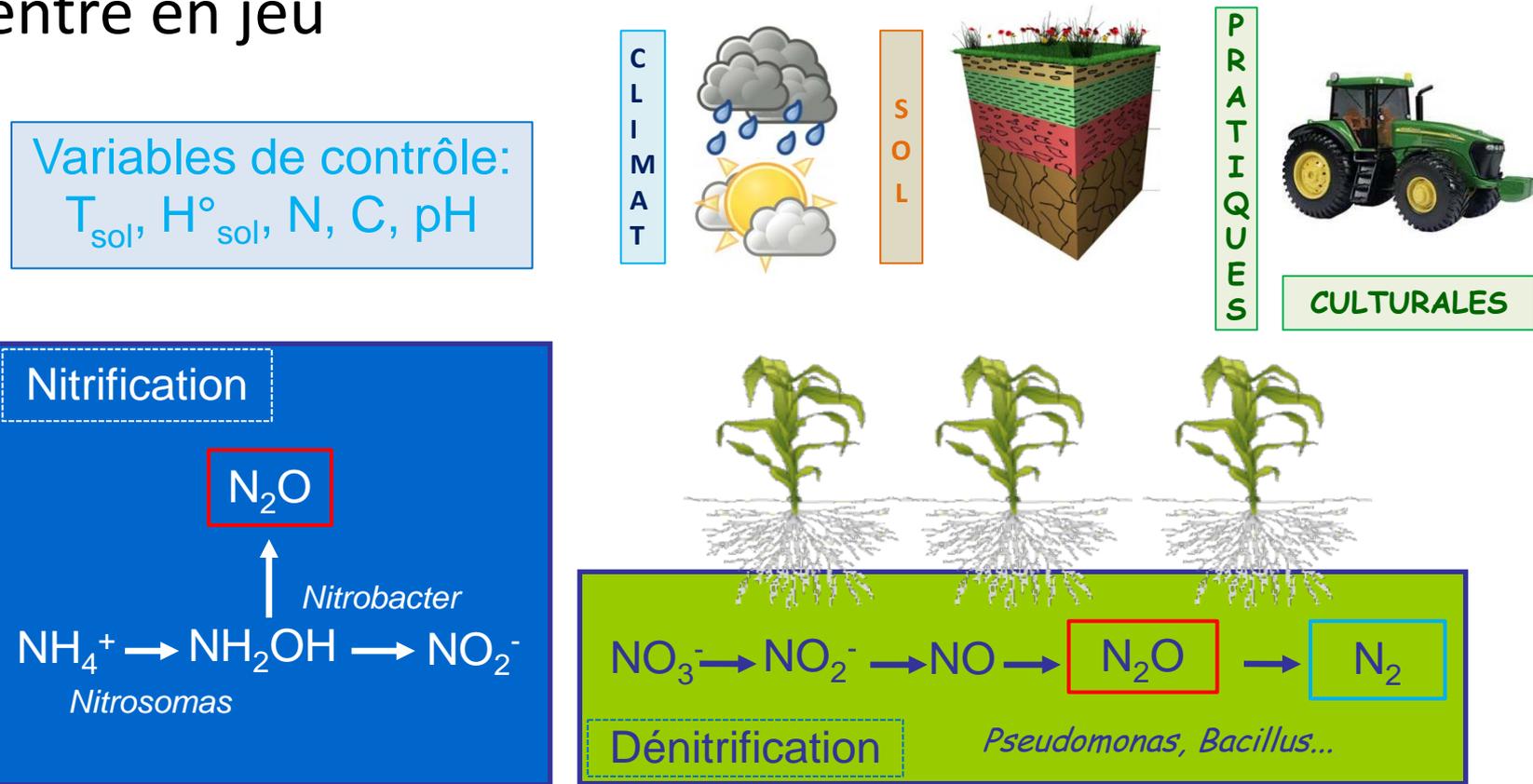


Figure 3 : les mécanismes biologiques d'émissions de N₂O (Cellier et Hénault, 2010)

Objectifs



- Elaborer une nouvelle méthode d'estimation des émissions annuelles de N₂O des systèmes de **grandes cultures (hors prairies)**

Adaptée *aux conditions de cultures françaises*

Plus précise *que la méthode de niveau 1 du GIEC*

Utilisable *pour la réalisation des inventaires et des ACV*



- Approche statistique : modèle linéaire mixte
- Sélection de variables ascendante

➔ *Identifier les variables qui sont les plus significatives pour expliquer les variations de flux annuels observés*

Les données de base



- Constitution d'une base de données : 119 données de flux annuels de N_2O (+ données de caractérisation des essais)

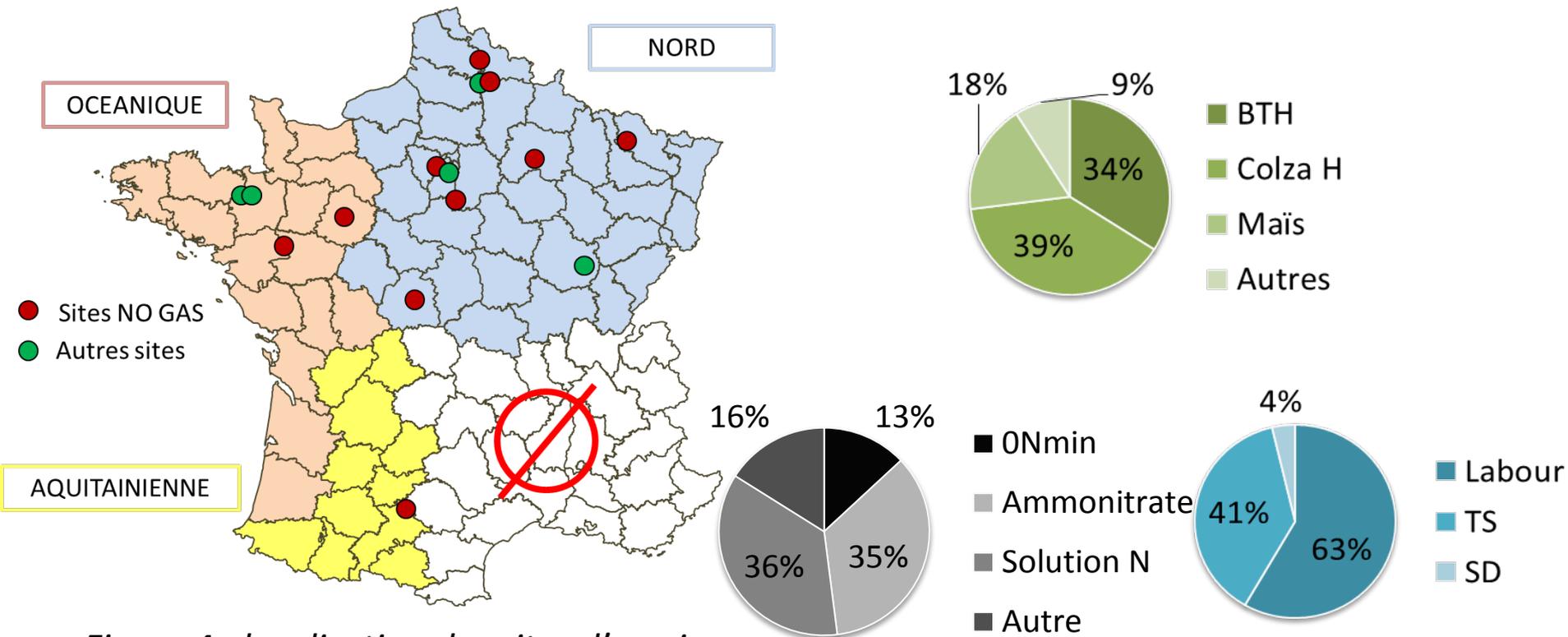


Figure 4 : localisation des sites d'essai

Les données de base



- Constitution d'une base de données : 121 données de flux annuels de N_2O (+ données de caractérisation des essais)

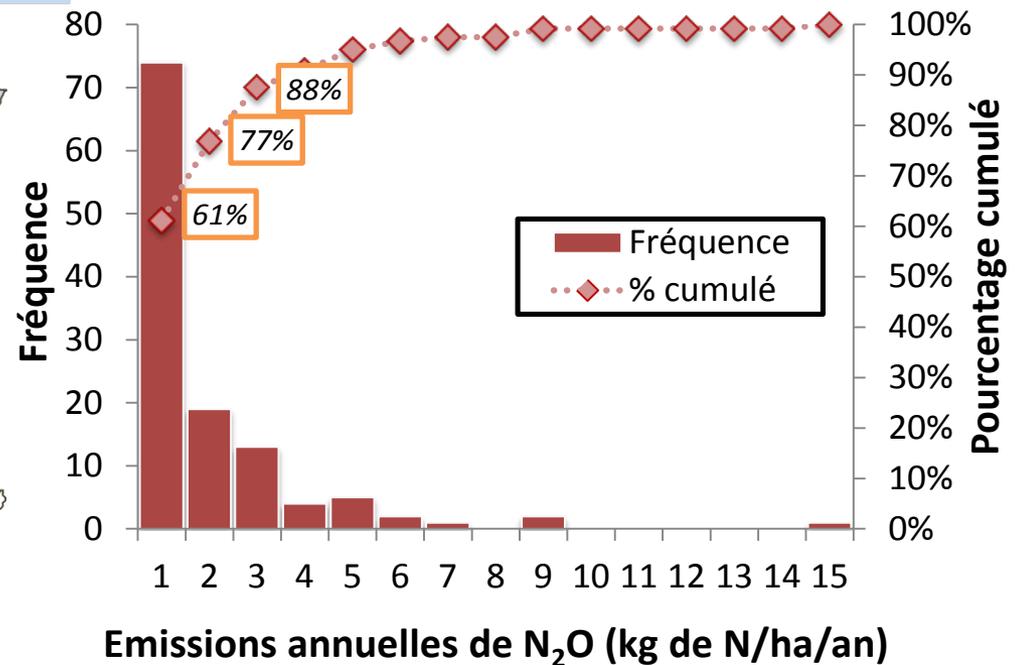
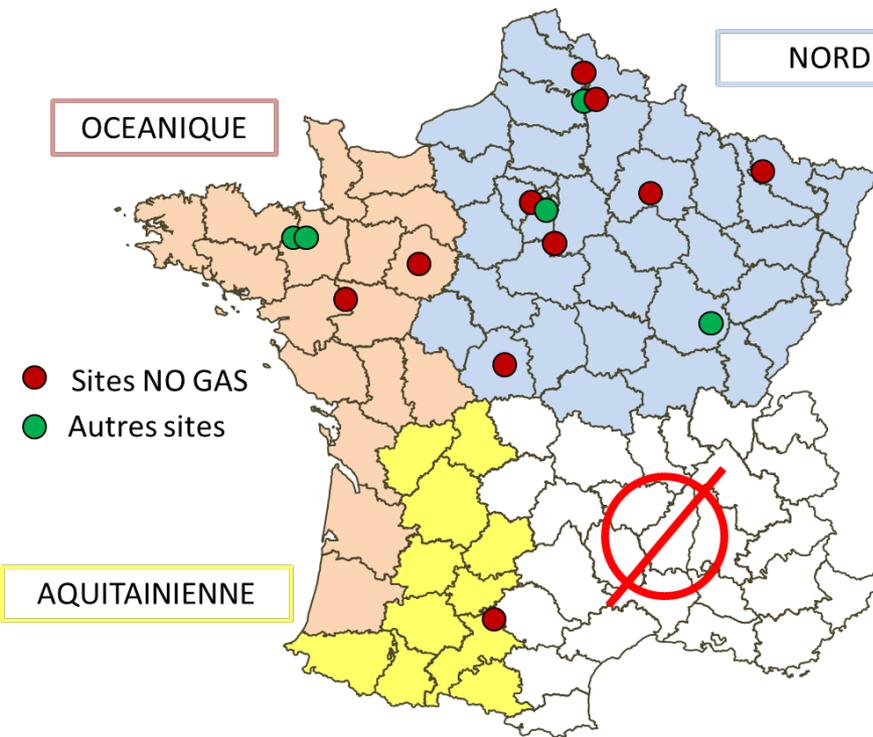


Figure 4 : localisation des sites d'essai

Figure 5 : distribution des flux annuels de N_2O

La nouvelle équation



- Pool de variables potentielles: *Tair*, *pH*, *CEC*, *pH*, *%MO*, *%argile*, *%sables*, *Pluviométrie*, *Nmin*, *Norg*, *Nrésidus*, *forme des engrais (min+org)*, *travail du sol*

$$\ln (E_{N_2O}) = \mu + \alpha * N_{org} + \beta * N_{min} + \gamma * pH + \delta * Pluviométrie + \varphi_{SITE}$$

Avec : E_{N_2O} = émissions annuelles de N₂O (en kg de N/ha/an), N_{min} = quantité de N apporté par les engrais de synthèse (kg de N/ha/an), N_{org} = quantité de N apporté par les engrais et amendements organiques, (kg de N/ha/an) Pluviométrie = pluviométrie annuelle cumulée (mm)

Une équation plus performante?



- Comparaison de l'erreur de prédiction de la méthode de niveau et du modèle produit

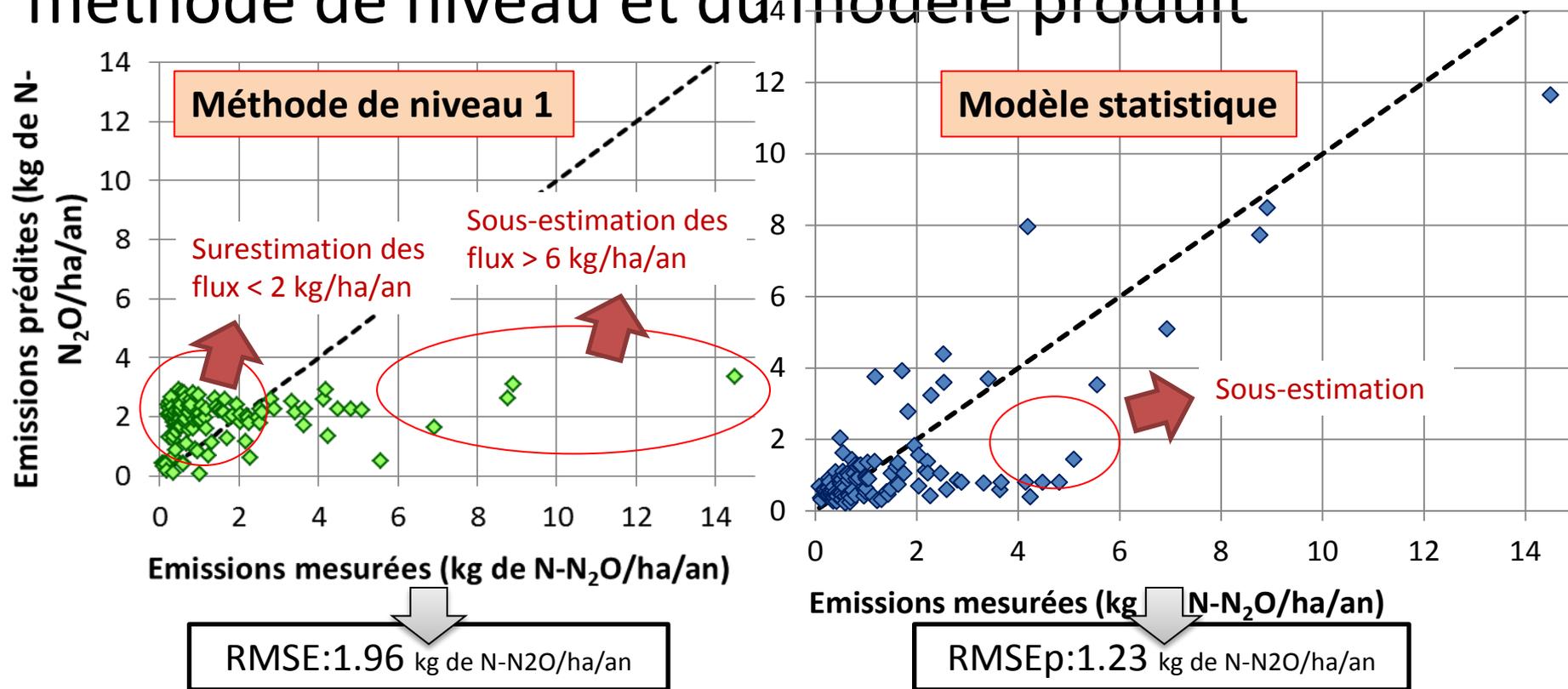


Figure 6: relation entre flux de N_2O mesurés et flux prédits avec la méthode de niveau 1 du GIEC (à gauche) et le modèle (à droite)

Exemple d'application à l'échelle France



- Sources de données:
 - Nmin : données de livraison UNIFA (région)
 - Norg: BDD PACRETE (région)
 - pH: BDAT (canton)
 - Pluviométrie : données météoFrance (département)
- Application de l'équation à l'échelle du canton →
aggrégation

Exemple d'application à l'échelle France



- Une forte variabilité temporelle liée à la pluviométrie

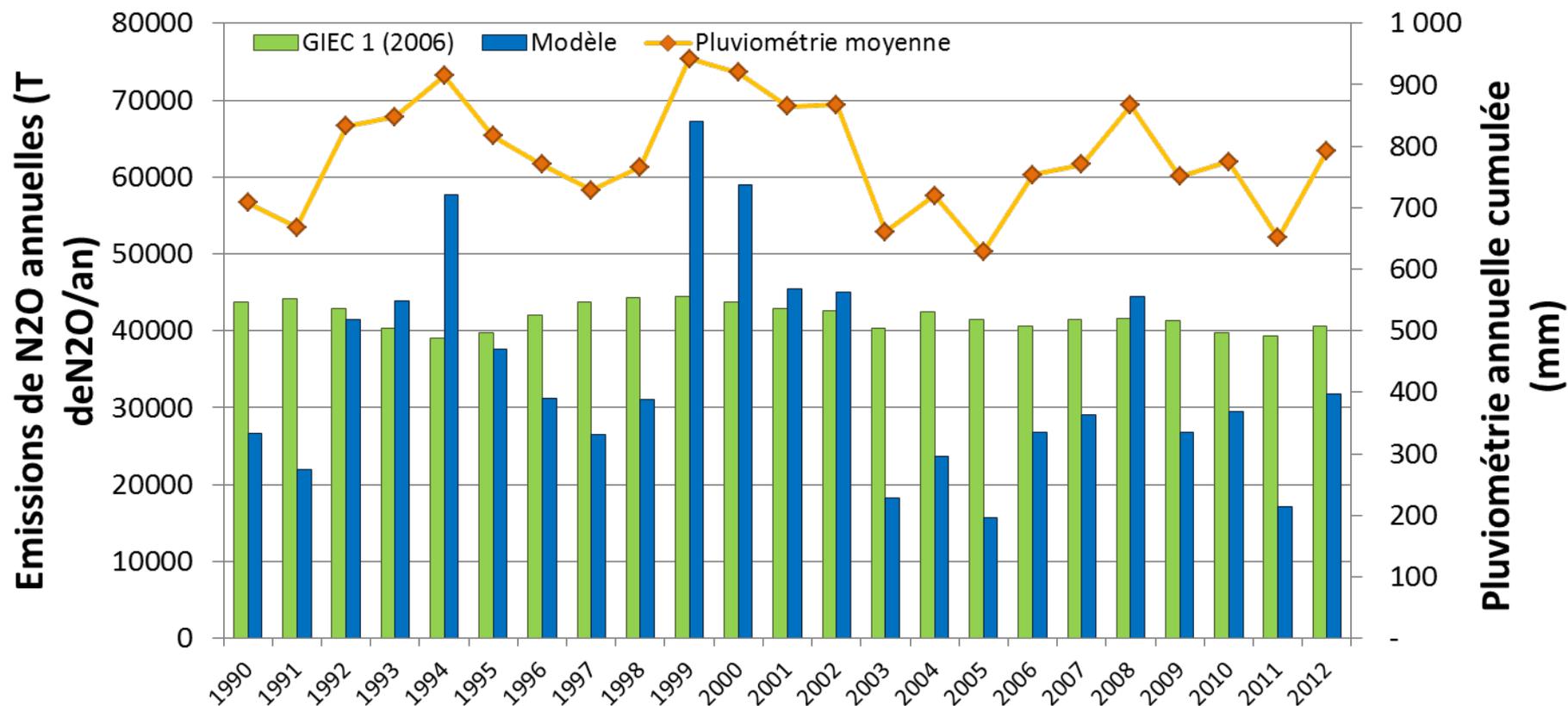


Figure 9 : comparaison des estimations d'émissions de N_2O à l'échelle nationale obtenues avec la méthode de niveau 1 du GIEC et le modèle

Quelles perspectives pour cette équation?

En conclusion...

- Un projet qui permis de valoriser l'effort d'acquisition de données sur les flux de N_2O entrepris au niveau français
- Un modèle statistique « simple » qui sort conforté de l'évaluation statistique
- Des tests à l'échelle de la France qui sont à continuer pour tester l'applicabilité du modèle, et l'améliorer si besoin

Quelles perspectives pour cette équation?

A-t-on atteint les objectifs visés?

- Une équation plus adaptée aux conditions françaises? *Oui*
 - *Données expérimentales spécifiquement françaises*
 - *Représentativité de certains systèmes de cultures à améliorer (ex: maïs irrigué en zone sud)*
- Une équation plus précise? *Oui*
 - *Par rapport à la méthode de niveau 1 (et autres modèles statistiques issus de la littérature): \sphericalangle erreur de prédiction*

Quelles perspectives pour cette équation?



A-t-on atteint les objectifs visés?

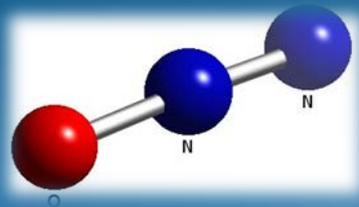
- Une équation utilisable pour les inventaires et ACV? *Ca pose question*
- Une équation simple, avec des variables « faciles d'accès »
- Une équation dominé par l'effet du pédoclimat à l'échelle de la France
 - ➔ *mais à l'échelle locale, à pédoclimat « fixé », elle met en évidence un effet majeur de la dose d'azote apporté*
 - ➔ *identification de « zones à enjeux » (émissions élevées) où des modification de pratiques pourraient réduire fortement les émissions*

Quelles perspectives pour cette équation?

A-t-on atteint les objectifs visés?

- Une équation utilisable pour les inventaires et ACV? *Ca pose question*
- Des questions qui restent à traiter:
 - ➔ *une seule variable liée aux pratiques culturales: comment évaluer l'effet « global » des changements de pratiques?*
 - ➔ *comment choisir une année de référence car forte variabilité internannuelle?*
 - ➔ *comment l'équation réagit au « changement d'échelle »?*

Merci de votre attention



Avec la participation de



Une équation plus performante?



- Comparaison de l'erreur de prédiction du modèle produit et d'autres modèles issus de la littérature

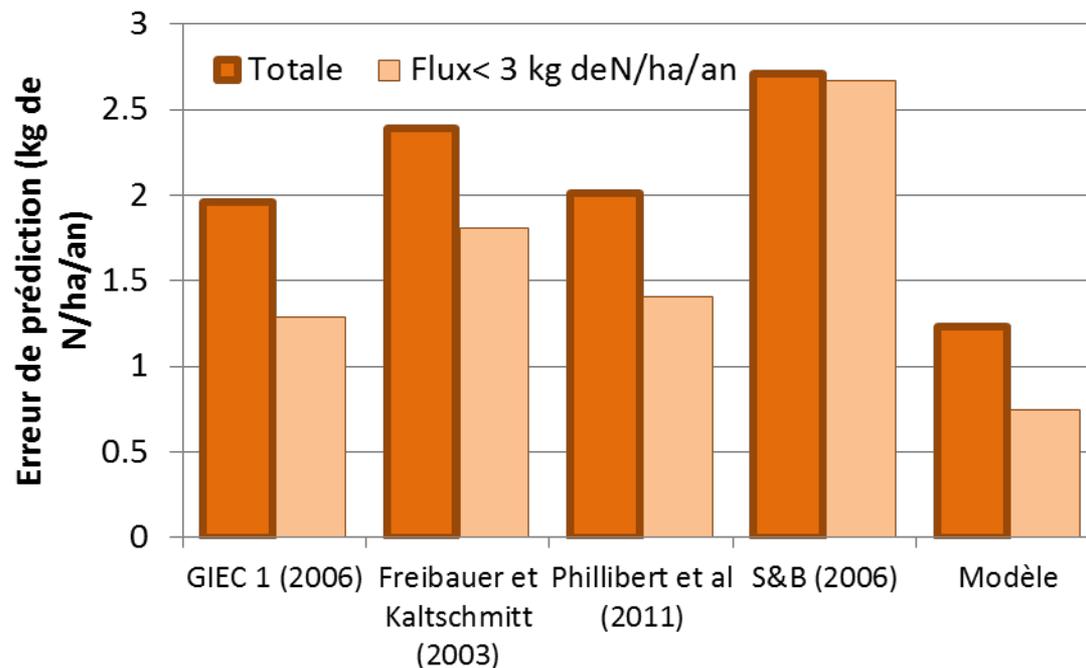


Figure : comparaison des erreurs de prédiction de la méthode de niveau du GIEC, de 3 modèles statistiques issus de la littérature et de notre modèle

Exemple d'application à l'échelle France

- Une forte variabilité spatiale liée au pédoclimat

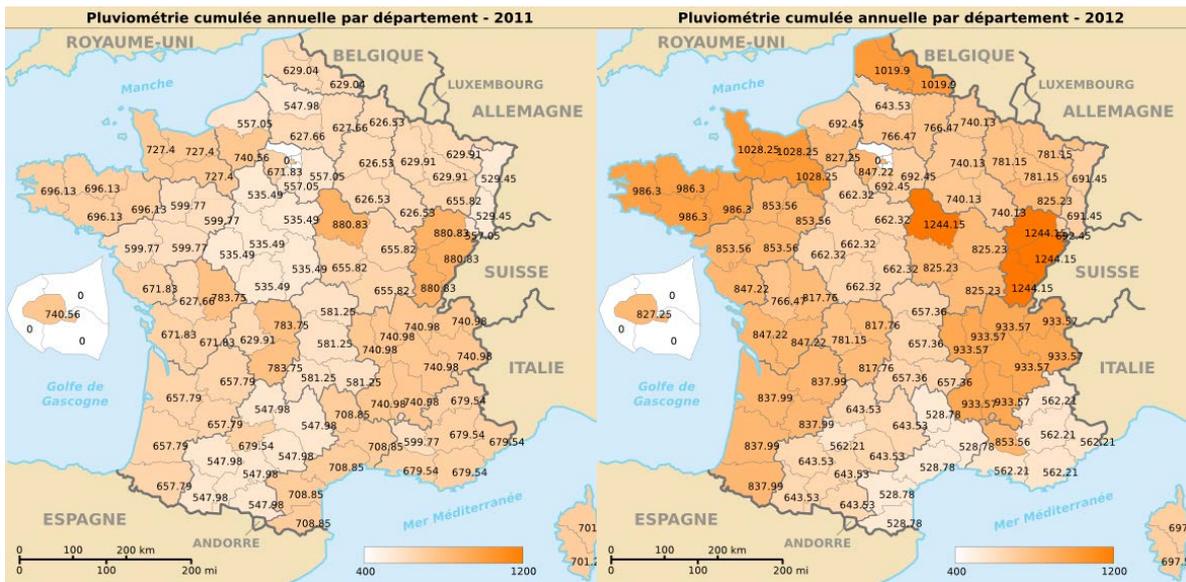


Figure 10: pluviométrie annuelle cumulée sur 2011 et 2012 (échelle départementale)

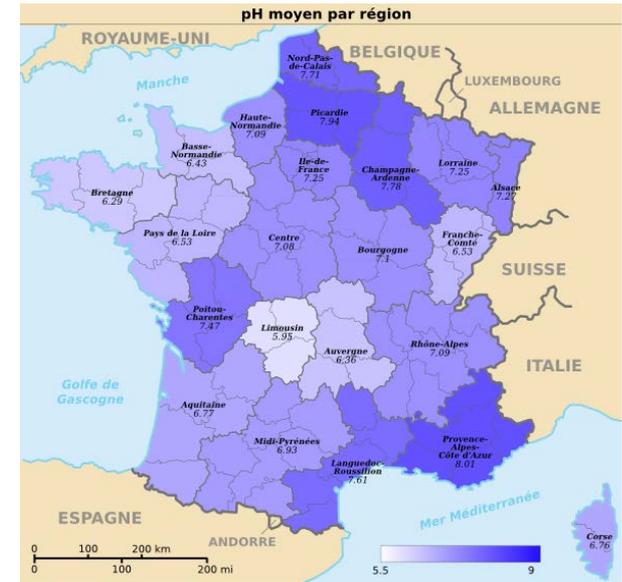


Figure 11: pH moyens par région

Exemple d'application à l'échelle France

- Une forte variabilité spatiale liée au pédoclimat

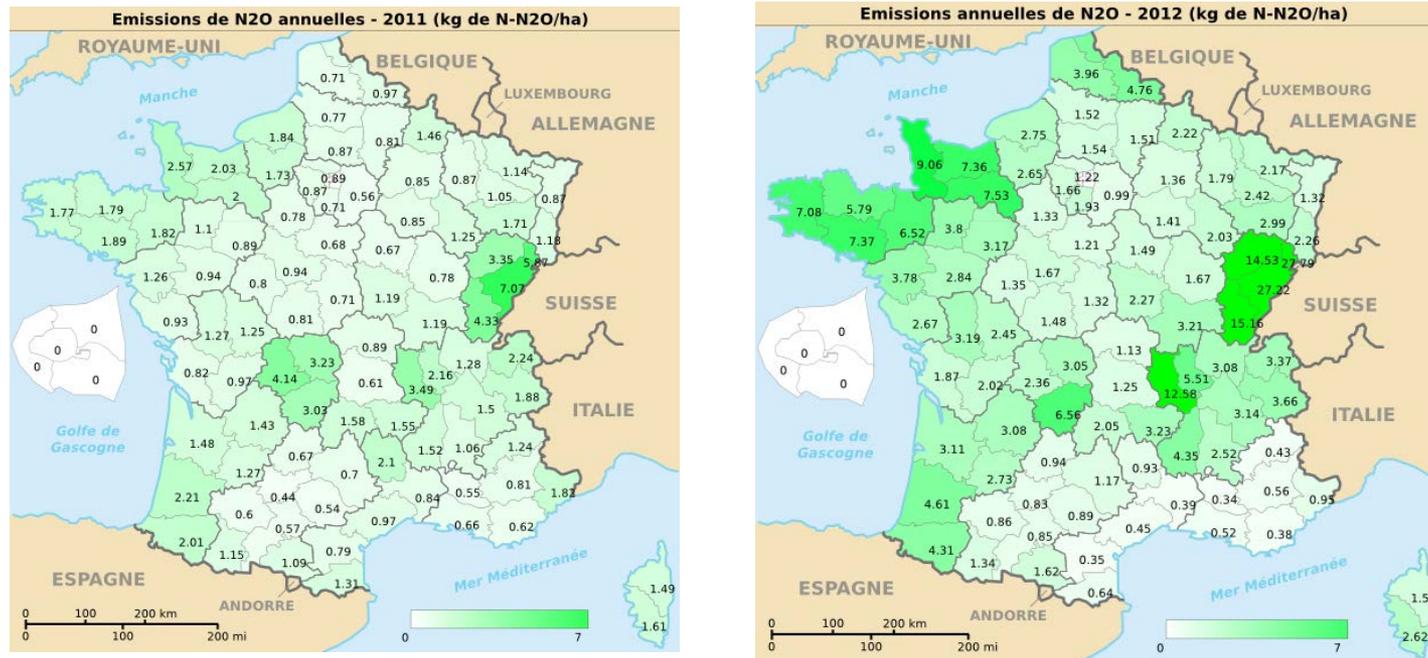


Figure 12: émissions de N-N₂O annuelles (kg de N/ha/an)

Pistes de travail



- *Hypothèse 1 : des facteurs ne sont pas pris en compte*
 - Pool de variables « de base » trop restreint?
 - BDD insuffisamment représentative?
- *Hypothèse 2: des situations spécifiques mal prises en compte dans l'équation actuelle*
 - Interactions pH x pluviométrie x azote apporté différente?
 - Quels sont les facteurs qui les discriminent → 2 équations?
- *Hypothèse 3: une approche statistique à reconsidérer*
 - Test d'autres méthodes statistiques?