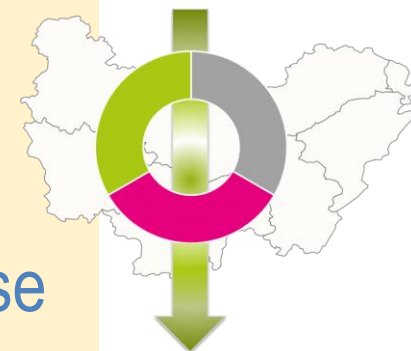


*NatAdGES* : un projet dédié à l'atténuation des émissions du gaz à effet de serre N<sub>2</sub>O par les sols

*NatAdGES*: a project dedicated to the mitigation of greenhouse gas emissions N<sub>2</sub>O by soils

*NatAdGES*: een project voor de vermindering van N<sub>2</sub>O broeikasgassen door de bodems



Catherine Hénault, Directrice de Recherche



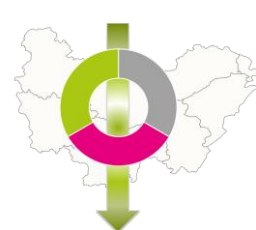
INRAE Revellin C., Steinberg C., Edel-Herman, V., Bourion V., Ouerghi I.

UNIVERSITÉ<sup>de</sup> FRANCHE-COMTÉ de Sède-Marceau, MH., Thiaw I

UB Mathieu O., Amiotte-Suchet P., Leveque J.

AGRO SUP Institut national supérieur des sciences agronomiques de l'alimentation et de l'environnement Nicolardot B.

CMI Arkoun M. iad. Thiam S Atmo Bourgogne-Franche-Comté François S.



## • Augmentation des concentrations atmosphériques en GES

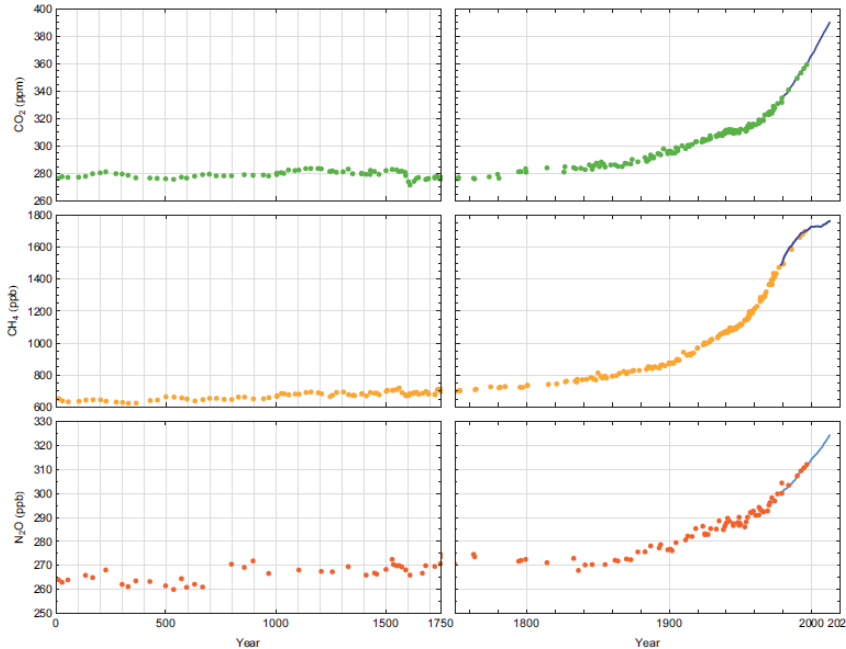


Figure 6.11 | Atmospheric CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O concentrations history over the industrial era (right) and from year 0 to the year 1750 (left), determined from air enclosed in ice cores and firn air (colour symbols) and from direct atmospheric measurements (blue lines, measurements from the Cape Grim observatory) (MacFarling-Meure et al., 2006).

## • Contribution de l'agriculture aux émissions de GES (France)

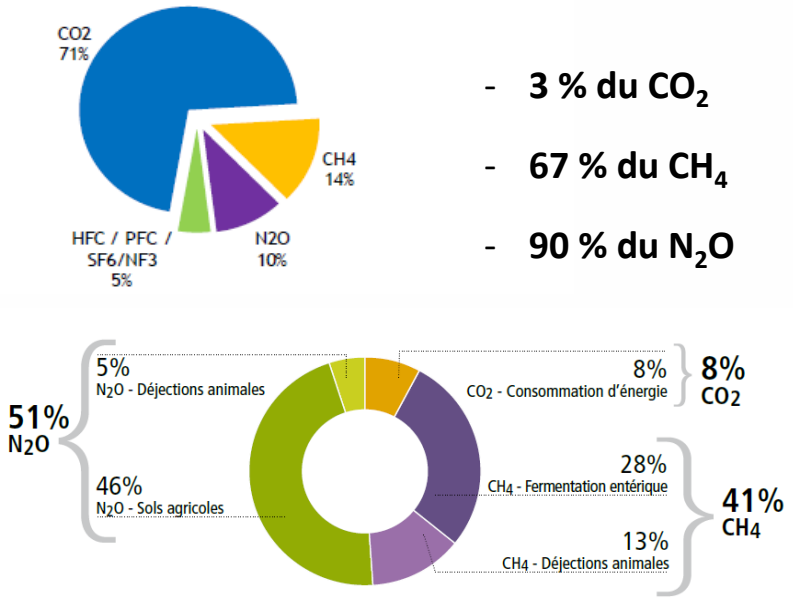
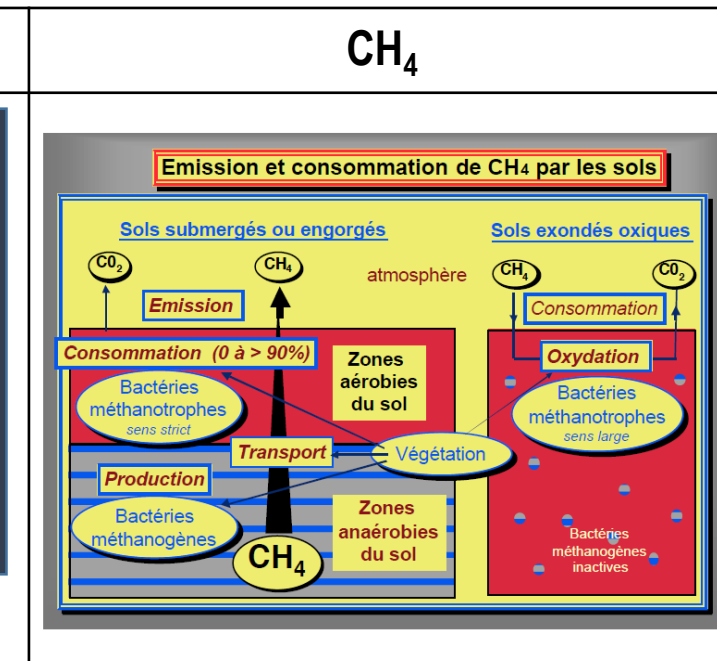
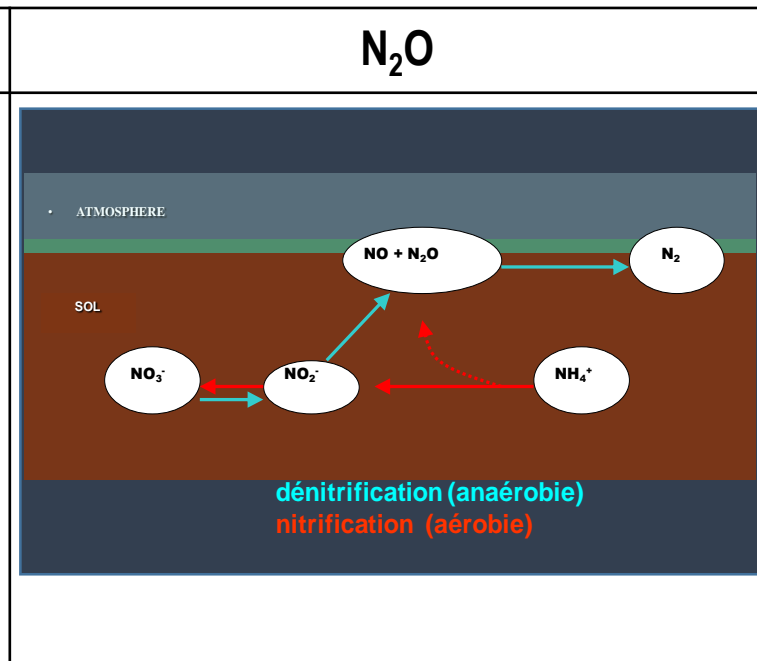
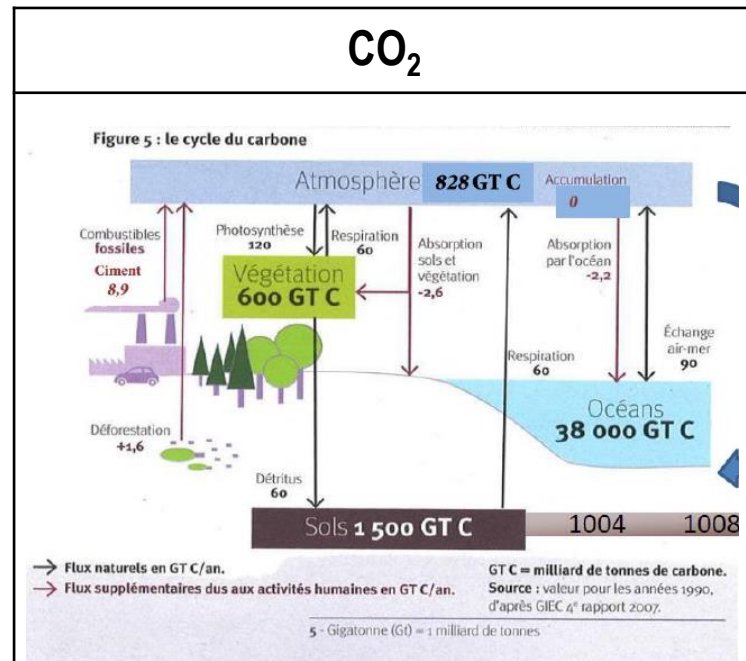


Figure 11 : part des activités dans les émissions agricoles en France en 2008  
Source : CITEPA, 2009.

## • Objectifs de réduction (France)

« Tout comme les différents secteurs d'activité, l'agriculture est attendue pour participer à la stratégie nationale bas-carbone, notamment en réduisant les émissions non-énergétiques du secteur (objectifs de - 17% en 2030 et - 38% en 2050 par rapport à aujourd'hui) (Ministère de la transition écologique, 2020) ».

# Quels sont les processus de régulation du climat par les sols ?



## Propositions par IPCC, 2014 (« Supply-side and Demand-side ») concernant les cultures

### Projets à différentes échelles

Initiative 4 pour mille qui vise à stocker du carbone dans les sols

NatAdGES, dans la continuité du projet SOLGES (financement ADEME) - Hénault et al., 2019 et du projet SYMGES – Hénault et Revellin, 2011

- Le très fort **Pouvoir de Réchauffement Global** de ce gaz

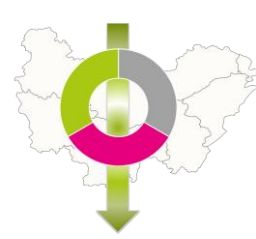
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
PRG <sub>100</sub> (base molaire)	1	265	28

- Concept **d'efficacité d'atténuation**

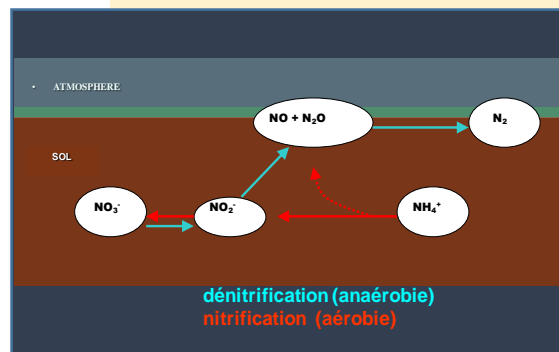
- non-permanence / reversibility (IPCC, 2014) :

- « Various types of carbon sinks have an inherent risk of future reversals »
- « Certain types of mitigation activities (e.g. avoided N<sub>2</sub>O from fertilizer, ...) are effectively permanent since the emissions, once avoided, can not be re-emitted »

- Concept **d'évitement d'émissions** (Raymer, 2006 ; EPE, 2017) qui peut être appliqué dans ce cas : évitement d'émission de N<sub>2</sub>O, utile pour la valorisation

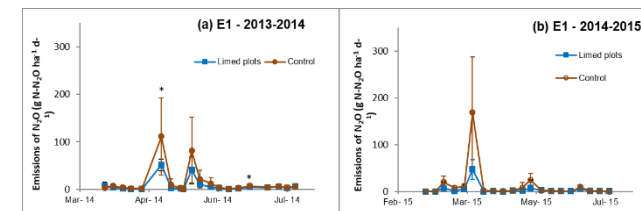
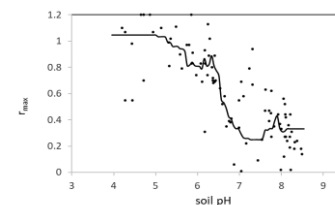


# Quelles sont actuellement les propositions techniques d'intervention sur les émissions de N<sub>2</sub>O ?

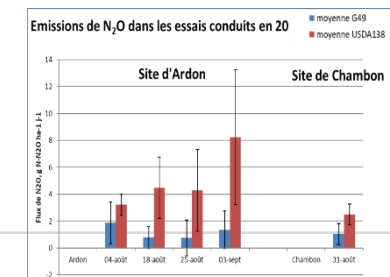


Propositions par IPCC, 2014 (Supply-side)		Propositions complémentaires étudiées dans NatAdGES ➤ To manage the microbial processes by the use of natural additives	
Plant management	Improve N efficiency	To promote N <sub>2</sub> O reduction into N <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>By the use of liming products (Hénault et al., 2019)</li> </ul>
Nutrient management	Change N fertilizer application rate, fertilizer-type, timing precision application, inhibitors		
Water management	Drainage, run-off management;	To manage soil nitrification	<ul style="list-style-type: none"> <li>By the use of leguminous crops inoculated with Rhizobia strains able to reduce N<sub>2</sub>O (Henault et Revellin, 2011)</li> </ul>
Set aside and LUC	N inputs decrease		
Biochar application	Reduce N inputs		

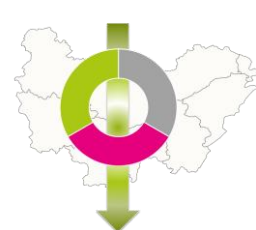
- By the use of liming products (Hénault et al., 2019)



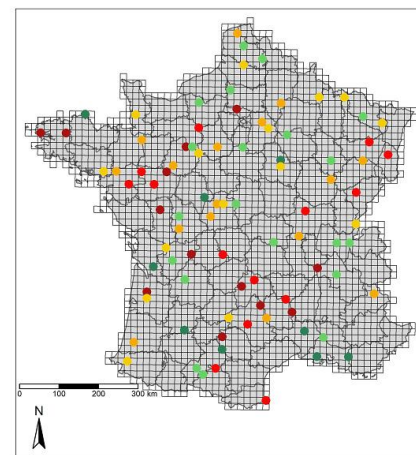
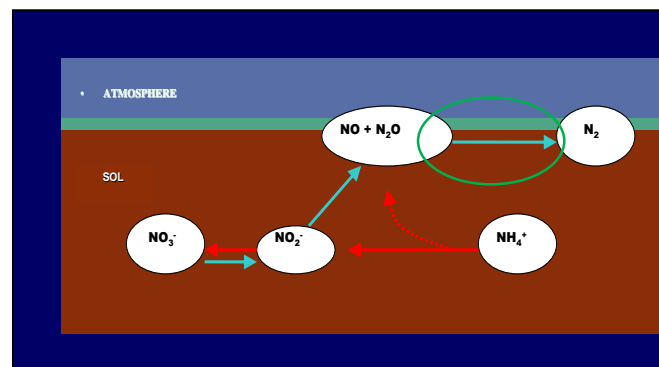
- By the use of leguminous crops inoculated with Rhizobia strains able to reduce N<sub>2</sub>O (Henault et Revellin, 2011)



- By the use of BNI (Subbarao et al., 2012)



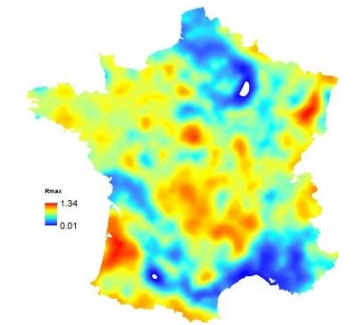
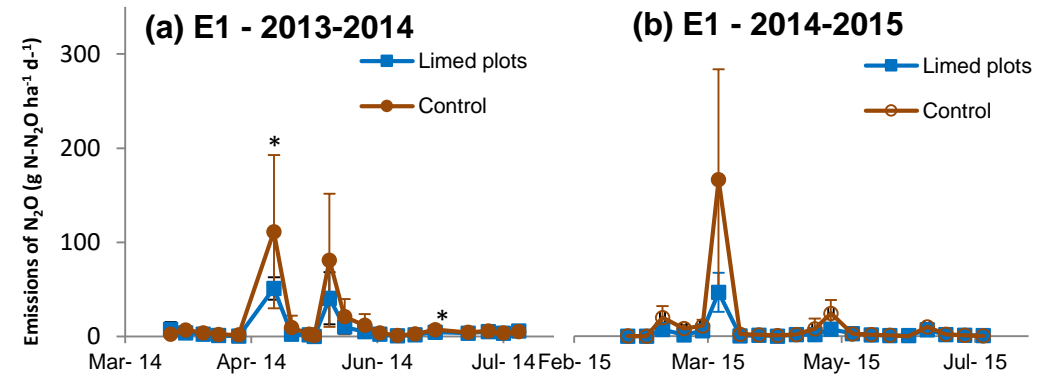
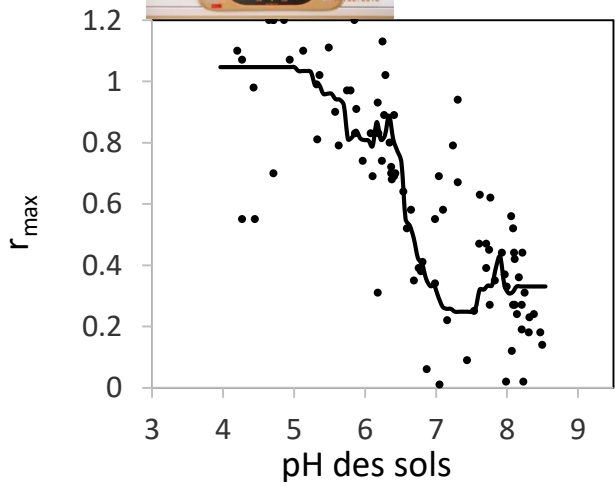
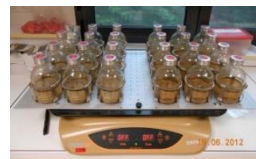
# Propositions techniques d'intervention sur les émissions de N<sub>2</sub>O, quelques éléments sur l'utilisation des produits chaulant ?



r<sub>max</sub>  
 • <0,2  
 • 0,2-0,4  
 • 0,4-0,6  
 • 0,6-0,8  
 • 0,8-1  
 • >1



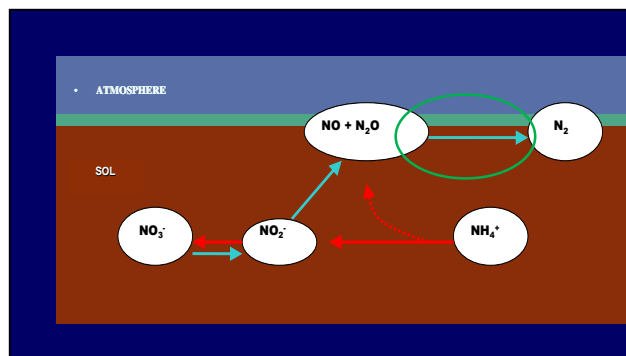
Phénotype du sol	[sol] <sub>PHN2ORED-</sub>	[sol] <sub>PHN2ORED+/-</sub>	[sol] <sub>PHN2ORED+</sub>
Valeur de l'indicateur r <sub>max</sub>	> 0,8	0,4 < r <sub>max</sub> < 0,8	< 0,4
% des échantillons RMQS	40	28	32



- Potentiel d'abattement estimé à 15.7% (8.3% – 21.2%)
- Soit 1.02% (0.5% – 1.4%) des émissions totales

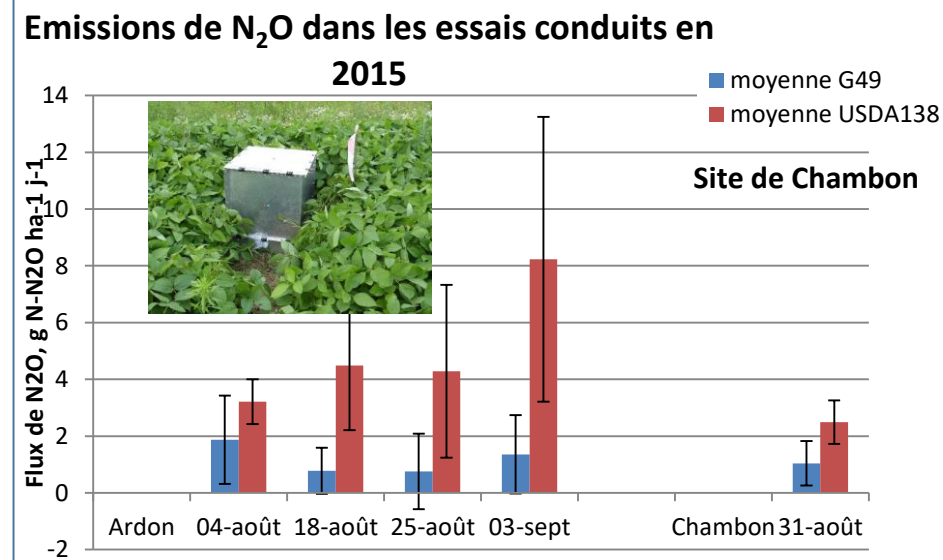
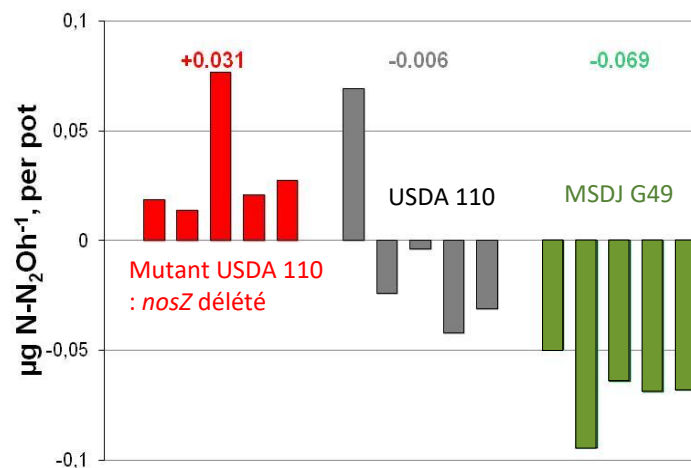
Hénault, C., Bourennane, H., Ayzac, A. *et al.* Management of soil pH promotes nitrous oxide reduction and thus mitigates soil emissions of this greenhouse gas. *Sci Rep* 9, 20182 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56694-3>

# Propositions techniques d'intervention sur les émissions de N<sub>2</sub>O, quelques éléments sur l'utilisation des rhizobia symbiotes des légumineuses



L'azote des graines des Légumineuses est naturellement puisé dans l'air

Plante	Teneur en Protéine de la graine	Principale source d'azote utilisée pour la production de la graine	Processus permettant l'apport d'azote à la plante
BLE	~10 %	Engrais azoté	Synthèse industrielle et épandage mécanisé
SOJA	~30 %	Azote de l'air	Fixation symbiotique par le complexe <i>Rhizobia</i> -Légumineuse

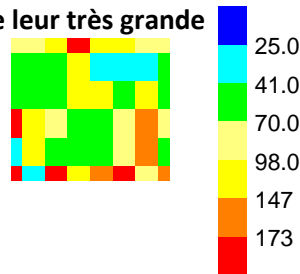


Hénault, C., Revellin, C. 2011. Inoculants of leguminous crops for mitigating soil emissions of the greenhouse gas nitrous oxide. Plant Soil. DOI10.1007/s11104-011-0820-0

# Au-delà du technique, quels verrous et quelles précautions prendre pour l'application ?

## Le changement d'échelles

1. Difficulté de la quantification des émissions du fait de leur très grande variabilité spatiale et temporelle



2. Décalage des échelles :

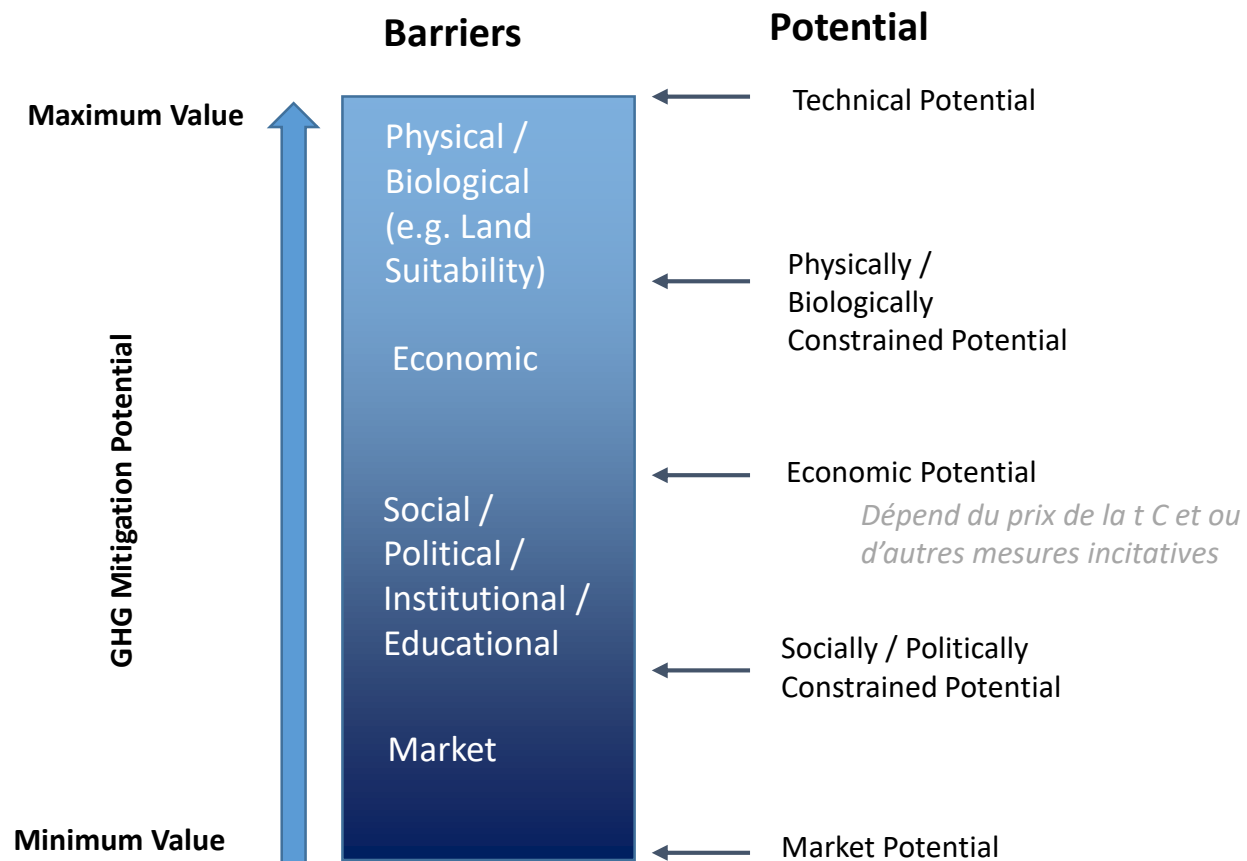
- Production / impact « humain »



- Intervention / bénéfices

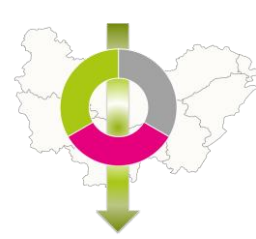


## Les freins socio-économiques



« Costs and Potentials » (Smith et al., 2014)

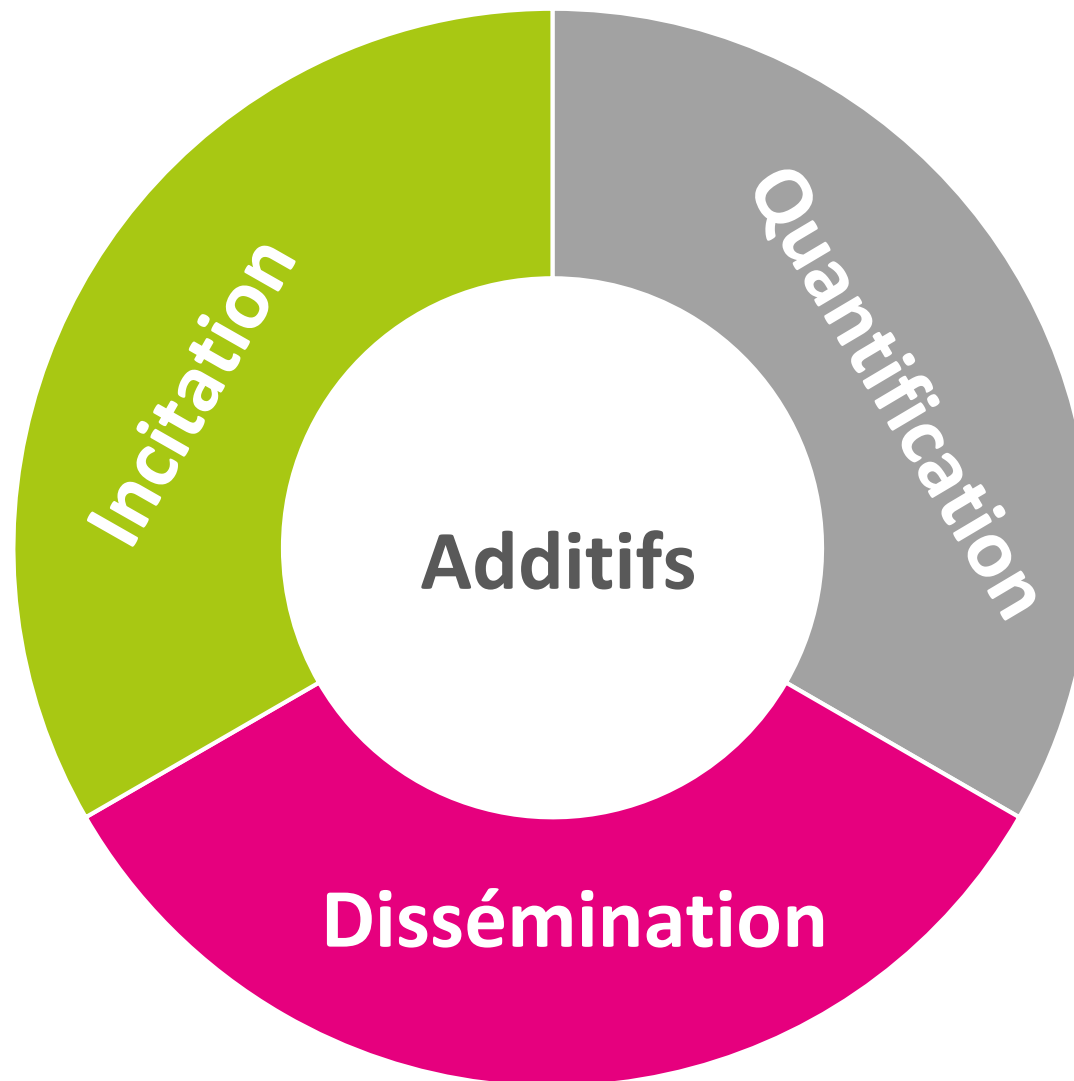


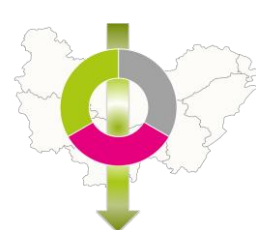


- Développer des **solutions biotechniques** permettant
  - de **diminuer les émissions de N<sub>2</sub>O par le secteur agricole**
    - En respectant la production agricole et sans transfert de pollution (azotée)
    - pouvant faire l'objet d'une quantification des évitements
- Créer les **outils « socio-techniques »** permettant
  - de **mesurer les effets** des actions mises en œuvre (= évitements d'émissions de N<sub>2</sub>O) au niveau local
  - de créer les outils permettant le changement d'échelles du local au régional
- Créer **la dynamique collective** nécessaire à la mise en place des solutions



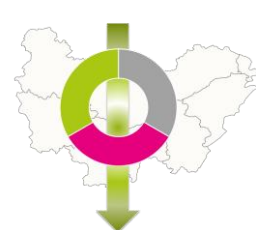
# Structuration de NatAdGES et approches mobilisées



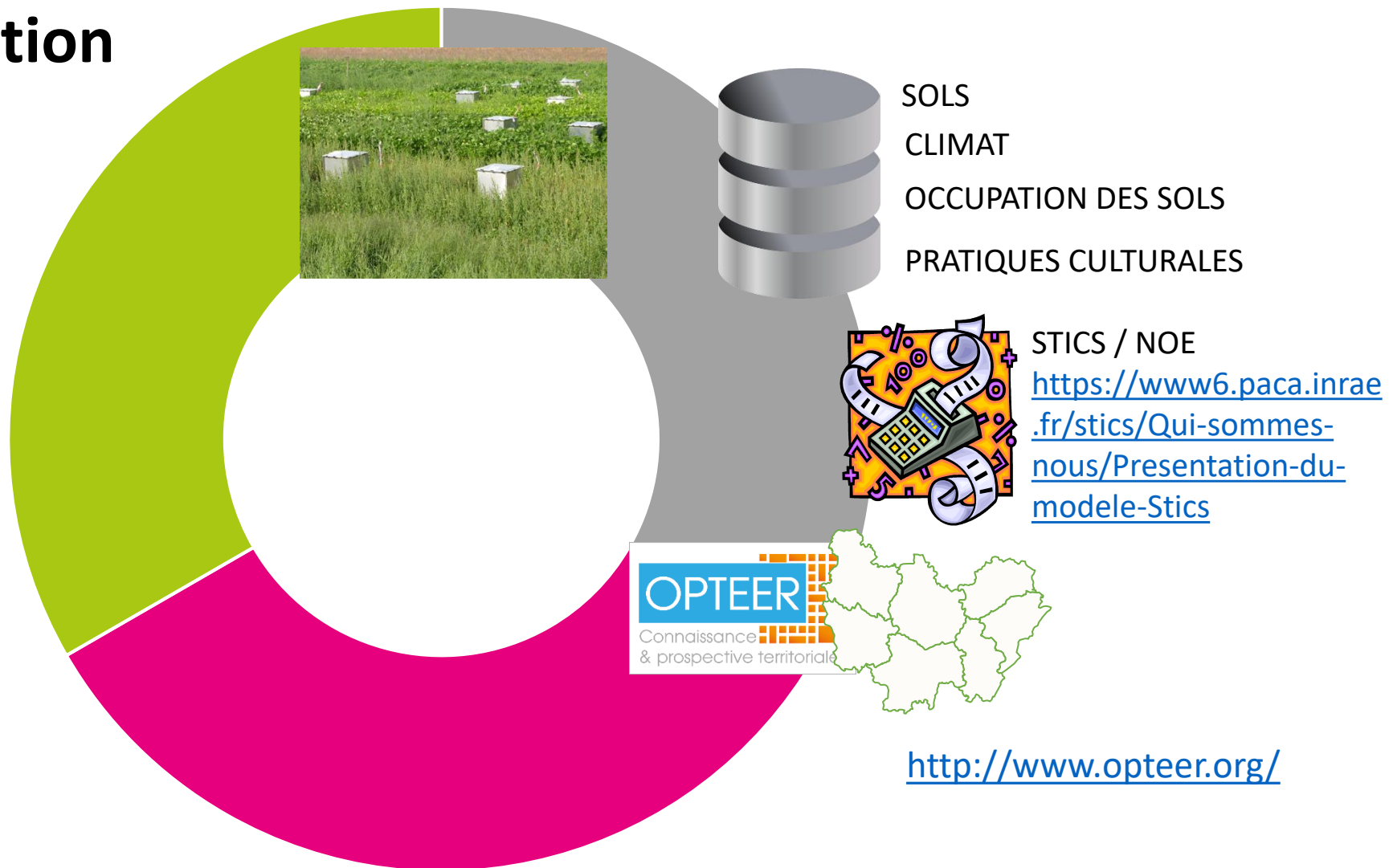


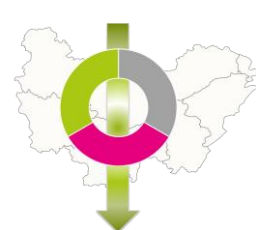
## GT Additifs



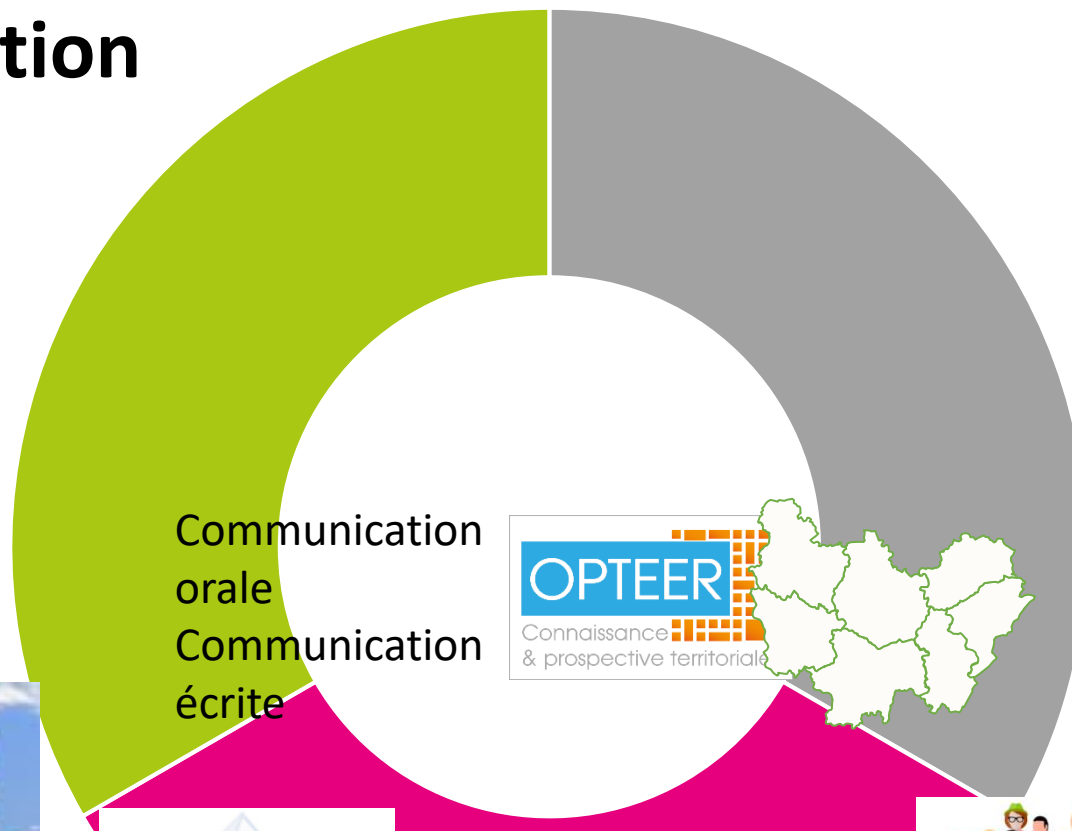
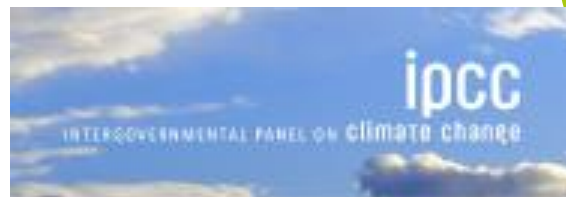


## GT Quantification





## GT Dissemination



## GT Mesures incitatives

Qui paie (idées ressorties lors du colloque 4 pour mille (Paris, 2019) ?

- par le marché du carbone (intégration dans l'inventaire national) ?
- marché des produits alimentaires (consommateur) mobilisant par exemple le label bas carbone / certification ?
- PAC ?
- Proposition qui a émergé pendant le colloque : fiscalité (par exemple sur l'artificialisation des sols) ?





## NatAdGES

- Un projet partenarial pluridisciplinaire
- Développement de solutions naturelles pour réduire les émissions de N<sub>2</sub>O et assurer un suivi spatialisé des évitements d'émission
- Potentiel d'innovation sur les
  - Produits (additifs, micro-organismes développés)
  - Outils numériques
- Mobilisation de concepts de l'agriculture durable et de l'Agroécologie
- Proposition d'une entrée positive de l'agriculture (toute forme d'agriculture) vis-à-vis de la problématique du changement climatique
- Projet débuté en juin 2019, actuellement financé jusque fin 2022

