

# Spatialisation multi-échelle des émissions de N<sub>2</sub>O par les sols et de leur potentiel d'abattement en Région Bourgogne Franche-Comté :

## Intérêts, limites et pistes de valorisation pour l'aide à la décision dans le cadre de la transition écologique aux échelles loco-régionales

Alkassem M.<sup>(1)</sup>, François S.<sup>(2)</sup>, Thiam S.<sup>(3)</sup>, Saby N.<sup>(4)</sup>, Hénault C.<sup>(1)</sup>, de Sède-Marceau M.H.<sup>(5)</sup>

(1) Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France

(2) Atmo Bourgogne Franche-Comté, Besançon

(3) IAD - Territoire Digital, Besançon

(4) INFOSOL, INRAE, Orléans

(5) Laboratoire ThéMA, CNRS et Université de Bourgogne Franche-Comté, Besançon



# Plan de la présentation



**Problématique et contexte scientifique**



**Objectifs**



**Méthodologies et bases de données**



**Résultats quantitatifs et spatialisés**



**Dissémination des résultats**

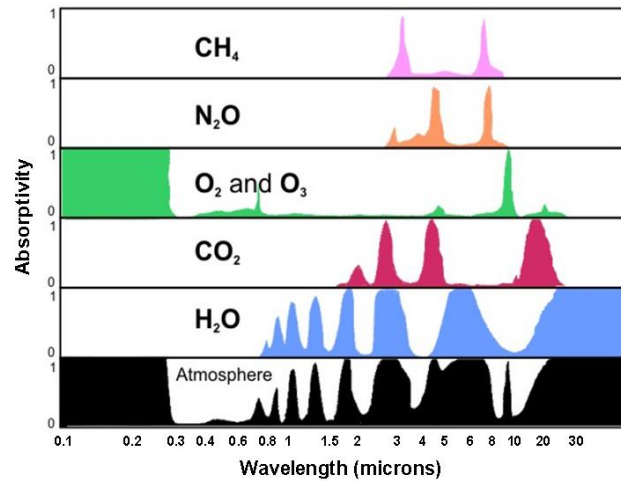


**Discussion, conclusions et perspectives**

# N<sub>2</sub>O : Gaz Hilarant, mais ... pas toujours drôle !

- Ses propriétés radiatives

- Absorption des rayonnements IR :  
→ Gaz à Effet de Serre avec un PRG très élevé



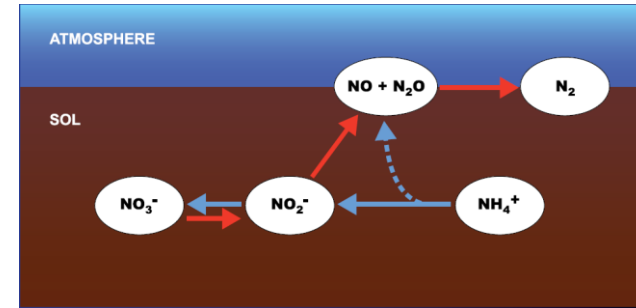
Credit: David Babb

- Ses propriétés réactives

- Avec l'ozone stratosphérique par exemple

- Ses mécanismes de formation et de destruction

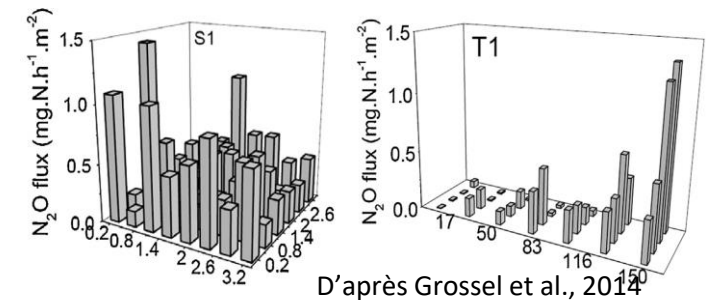
- Mécanismes respiratoires microbiens **alternatifs**



Dénitrification  
Nitrification

D'après Mathieu et al., 2005

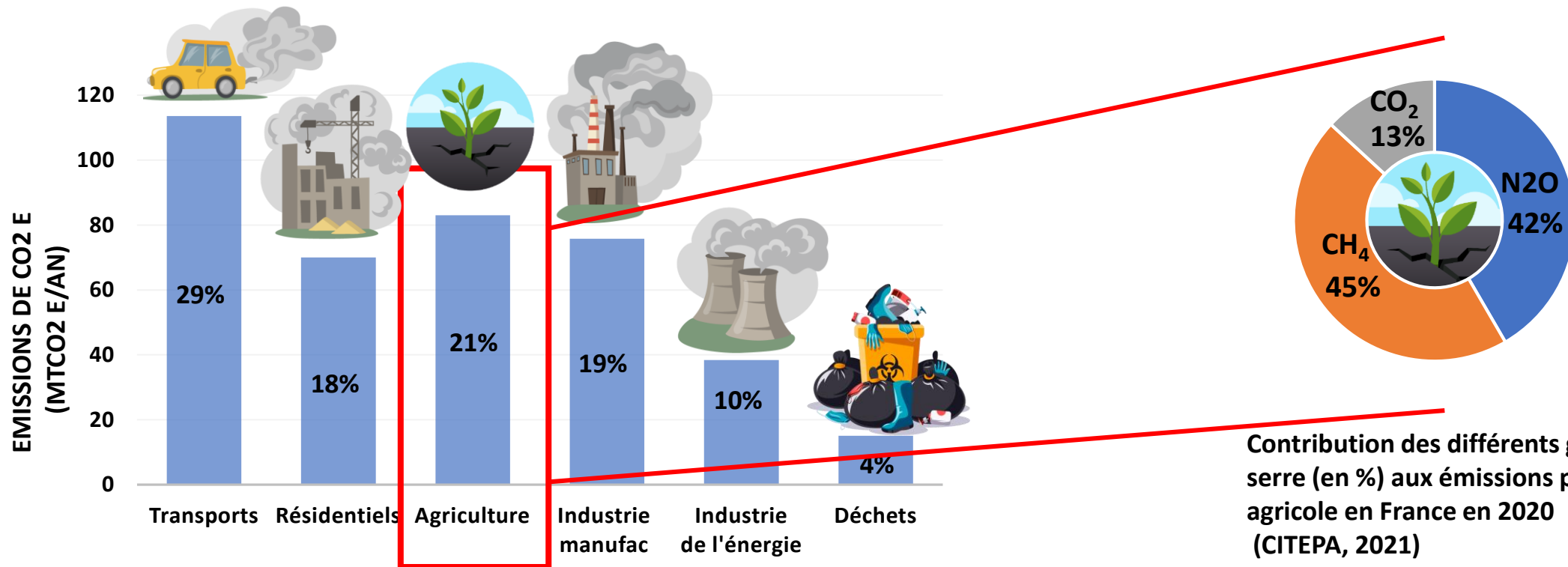
- Qui conduisent à une très grande variabilité spatiale et temporelle de ses émissions



D'après Grossel et al., 2014

- Qui conduisent à de très grosses incertitudes sur les estimations d'émissions

# N<sub>2</sub>O dans le bilan GES de la France et du secteur agricole



Contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de gaz à effet de serre en France en 2020 (CITEPA, 2021)

Contribution des différents gaz à effet de serre (en %) aux émissions par le secteur agricole en France en 2020 (CITEPA, 2021)

*Calculs réalisés en mobilisant l'approche Tier 1 (IPCC, 2019), c'est-à-dire en appliquant un coefficient d'émission aux quantités d'azote épandu au sol*

# Réduction des émissions de GES :

## Quels objectifs et quels leviers pour le secteur agricole ?

### → SNBC : Agro- Écologie :

- La diminution de l'apport de l'azote
- L'optimisation du cycle de l'azote

### Résultats attendus (SNBC-2020\*, CR-BFC, 2020\*)

National : - **18%** en 2030 - **46%** en 2050

Régional : - **8 %** d'ici 2030 et de - **32%** d'ici 2050, par rapport à 2015

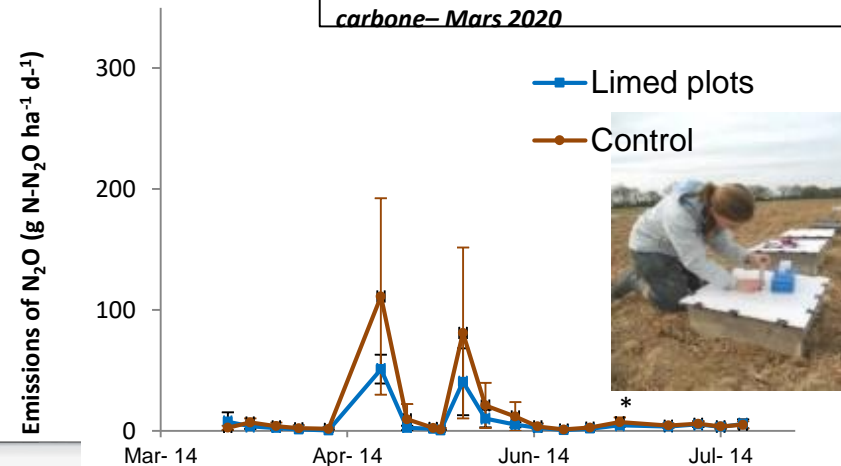
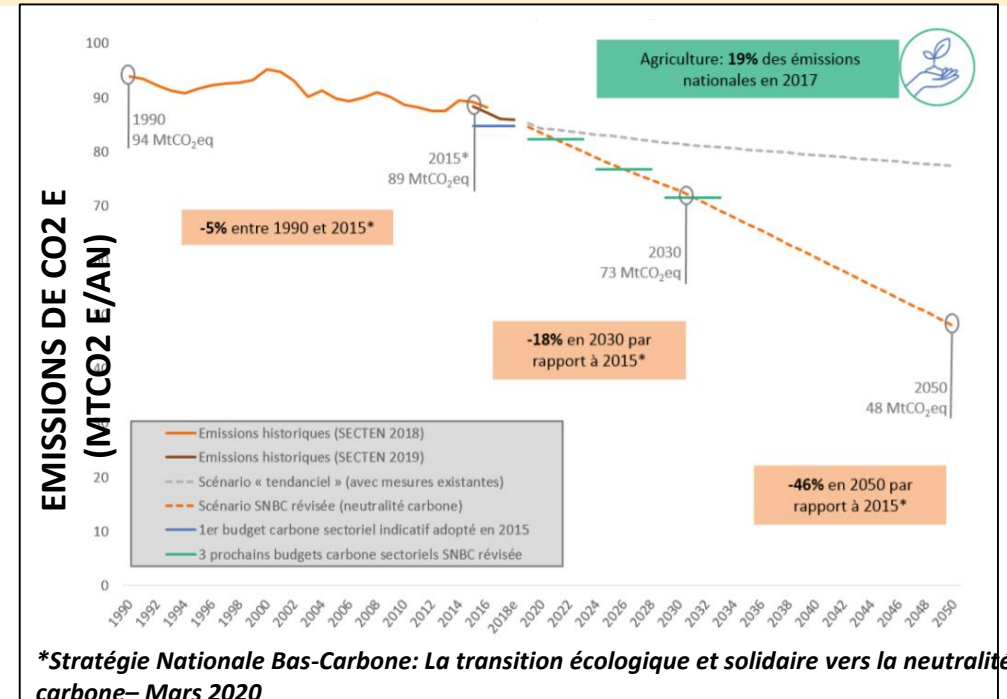
### → LBCGC :

- La diminution de l'apport de l'azote
- .....
- **Le chaulage des sols acides** (Hénault et al., 2019)

### Résultats attendus (cette étude)

\* *Stratégie Nationale Bas-Carbone: La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone, 2020 2/192*

\*\* *CONSEIL REGIONAL DE BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE*

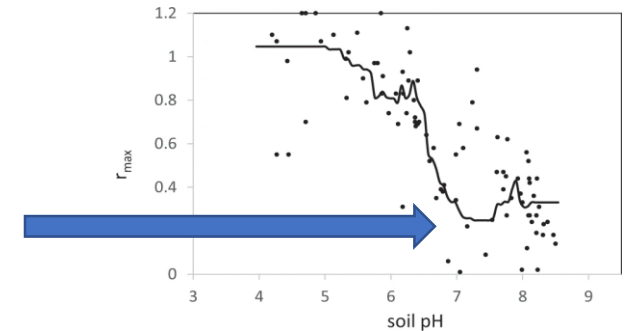


# Objectifs et principes de nos travaux

## - Chiffrage et spatialisation des émissions de N<sub>2</sub>O et de leur abattement potentiel

### - Leviers d'atténuation :

- La diminution de l'apport de l'azote
- L'optimisation du cycle de l'azote
- **La gestion du pH des sols par la pratique de chaulage**

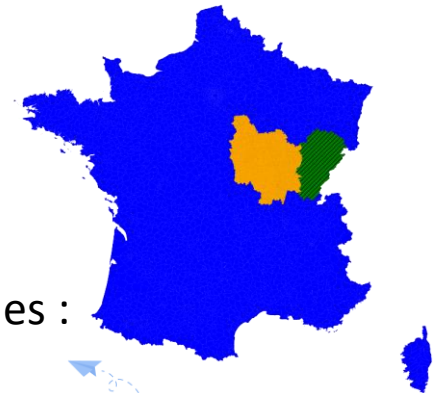


### - Calculs mobilisant l'intégralité des méthodologies d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O proposées par l'IPCC

- **Tier 1**
  - **Tier 2**
  - Tier 3
- À partir d'équations statistiques
- Modélisation mécaniste

### - Périmètre : intra-BFC, le plus grand possible satisfaisant les contraintes méthodologiques :

- **Bourgogne avec une pluviométrie < 950 mm**



### - Dissémination des résultats auprès de différentes cibles académique, profession, **politiques publiques**, ...



Hénault, C., et al. Sci Rep 9, 20182 (2019).

# Modèles (Tier 1 et 2) mobilisés

Tier1

## Tier1

Hergoualch' *et al.*, 2019

EF déterminé à partir de données internationales

$$N_{\text{émission}} = [(N_{\text{min}} \times EF_{\text{min}}) + ((N_{\text{org}} + N_{\text{résidu}} + N_{\text{min}}^{\text{érialisé}}) \times EF_{\text{org}})]$$



Tier2

## LBCGC

B. Soenen *et al.*, 2021

Extension de la méthode Tier1

(Hergoualch' *et al.*, 2019 ; Hénault *et al.*, 2019)

$$N_{\text{émission}} = C_{\text{chaulage}} [(N_{\text{min}} \times EF_{\text{min}}) + ((N_{\text{org}} + N_{\text{résidu}} + N_{\text{min}}^{\text{érialisé}}) \times EF_{\text{org}})]$$

$$C_{\text{chaulage}_{i,k}} = 1 - \left[ \frac{\min(\text{pH}_{\text{final}} - \text{pH}_{\text{initial}}, 0.4)}{0.4} \times (0.5 \times \exp^{-0.33 \times k_{\text{chaulage}}}) \right]$$



## S&B

Stehfest. E, Bouwman. L, 2006

Relation issue d'une méta-analyse à partir de données internationales

$$\log(N_{\text{émission}}) = \alpha + \sum_{i=1}^n E_i$$

- $N_{\text{min}}$
- $N_{\text{org}}$
- $EF_{\text{Culture}}$
- $EF_{\text{Text}}$
- $EF_{\text{pH}}$
- $EF_{\text{Corg}}$



## Le Gall

Le Gall *et al.*, 2016

Relation issue d'une analyse de données françaises

$$\log(N_{\text{émission}}) = \alpha + \beta * N_{\text{org}} + \gamma * N_{\text{min}} - \delta * \text{pH} + \theta * \text{Pluvio}$$

# Bases de données mobilisées

	BDD	Résolution spatiale	Couverture Spatiale	Accessibilité	Restrictions d'usage
Sol	BDAT <sup>(1)</sup>	Communale	BFC/T de Belfort	Conventionnelle	Usage Académique
		Cantonnale			Aucun
	ESDAC <sup>(2)</sup>	Communale	BFC	Ouverte (sur demande)	Aucune
	IGCS <sup>(3)</sup>	UCS	Bourgogne	Conventionnelle	Aucune
Culture	RPG Crop successions <sup>(4)</sup>	Parcellaire	BFC	INRAE	Aucune
	Dreal 2017	Départementale	BFC	/	Aucune
Météo	Dreas 2020 <sup>(5)</sup>	Communale	BFC	Ouverte (sur demande)	Aucune

Périmètre présenté ici : Bourgogne ( pluvio < 950 mm)

(1) Saby,N , et al. 2014. Le programme Base de Données des Analyses de Terre (BDAT) : Bilan de 20 ans de collecte de résultats d'analyses. 21, pp.141-150. fffhal-01209243f

(2) Ballabio C., et al. 2016. Mapping topsoil physical properties at European scale using the LUCAS database (2016) Geoderma, 261 , pp. 110-123.

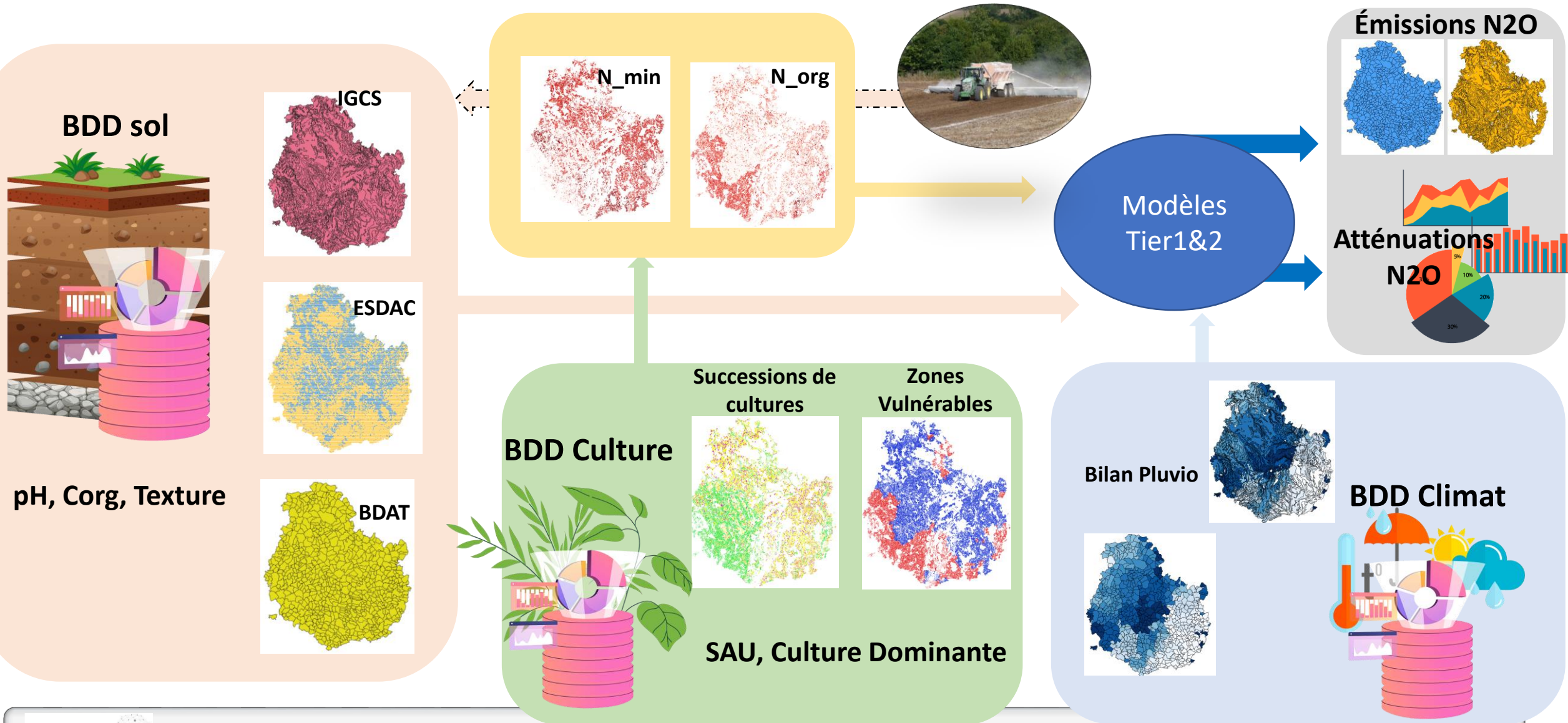
(3) Bertrand, L. et al 2014. Les programmes d'inventaire cartographique : IGCS, BDGSF. Séminaire du Département Environnement et Agronomie "Les Bases de données SOL". 40 p. fffhal-02794522f

(4) Martin, P., Rabenandrasana, N. et al. 2021, RPG Explorer Crop successions France 2007-2014, 2007-2019, 2015-2019, Portail Data INRAE, V2.

(5) Lémond J., 2010. Le projet DRIAS : premières études et documents ; CNRM / GAME, Météo-France, CNRS ; Direction de la Climatologie. Réunion Comité Utilisateurs, le 29 juin 2010.

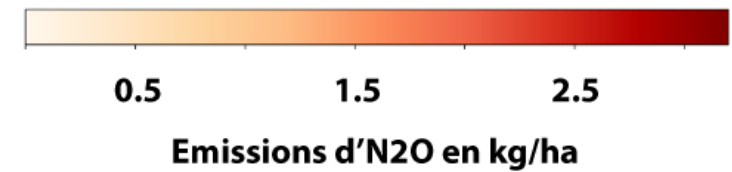
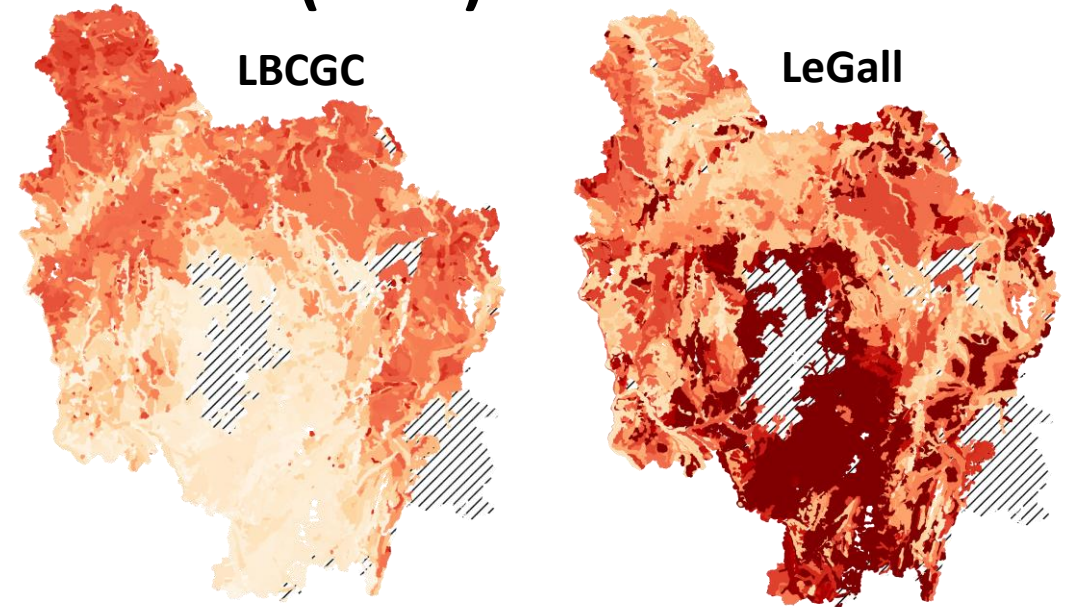
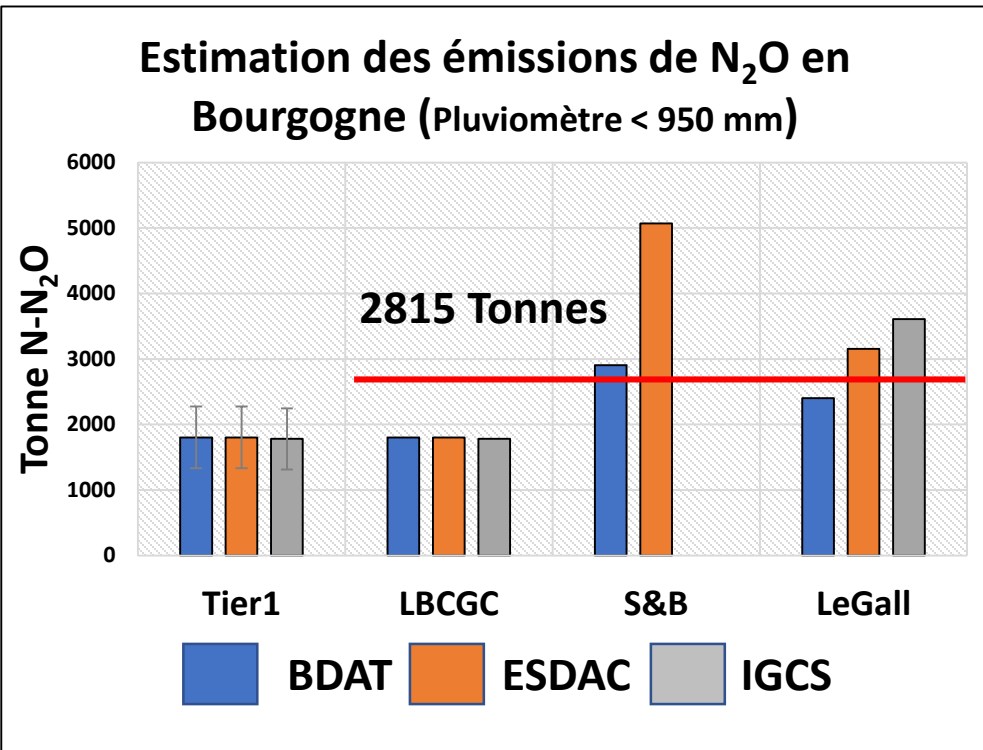


# Démarche méthodologique et Sources de données



# Estimation des émissions de N<sub>2</sub>O par les sols agricoles en 2018

## Émissions N<sub>2</sub>O en Bourgogne (IGCS)



Moyenne des estimations de N<sub>2</sub>O : **2815** tonnes N- N<sub>2</sub>O en 2018.

- Forte variabilité inter-modèles d’estimation
- Forte variabilité inter-BDD sols mobilisées

# Mobilisation du levier Chaulage des sols en Bourgogne (théorique)

## Valeurs initiales

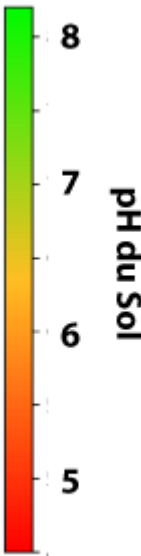
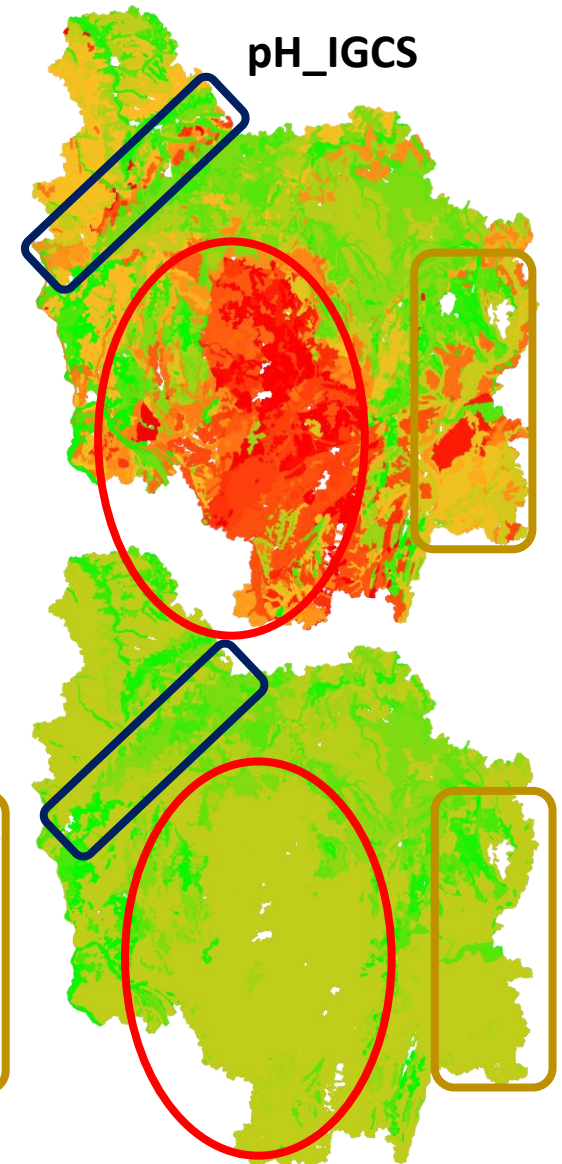
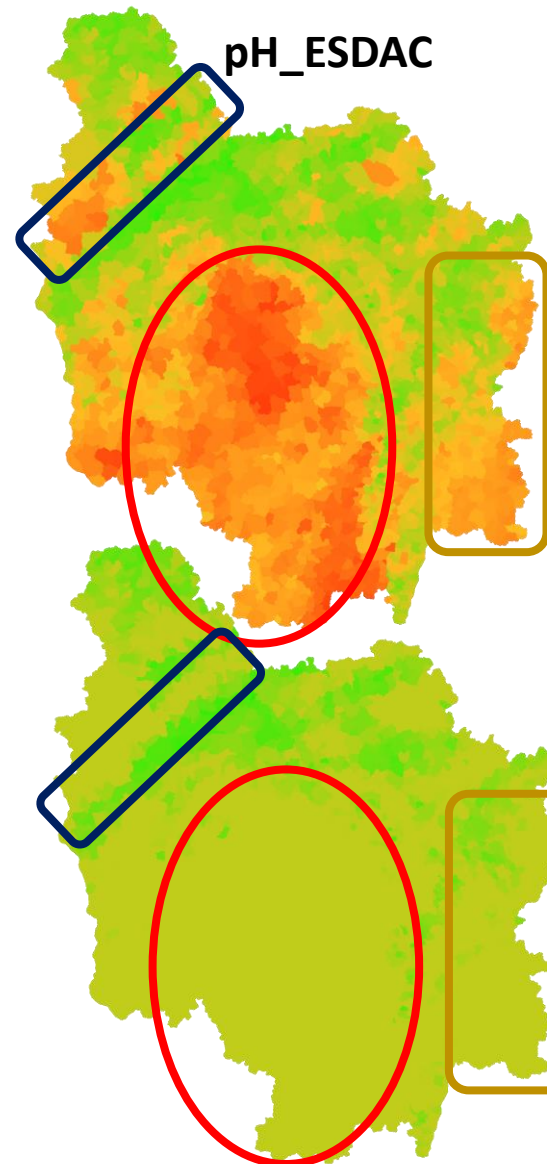
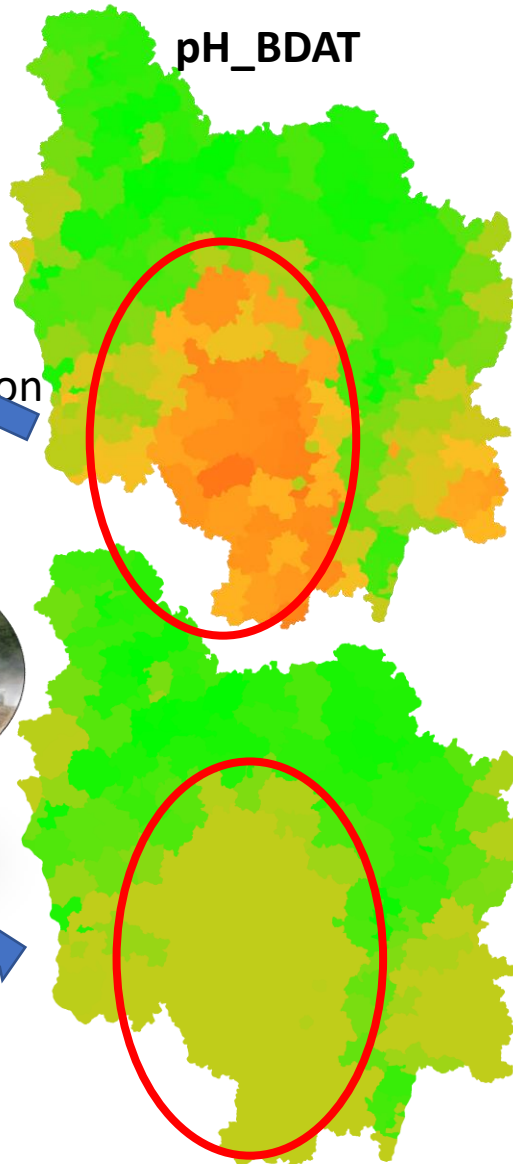
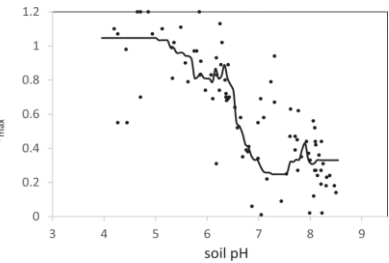
\* Assiette Régionale d'intervention

- Morvan
- Fosse Bressane
- Bande Yonne

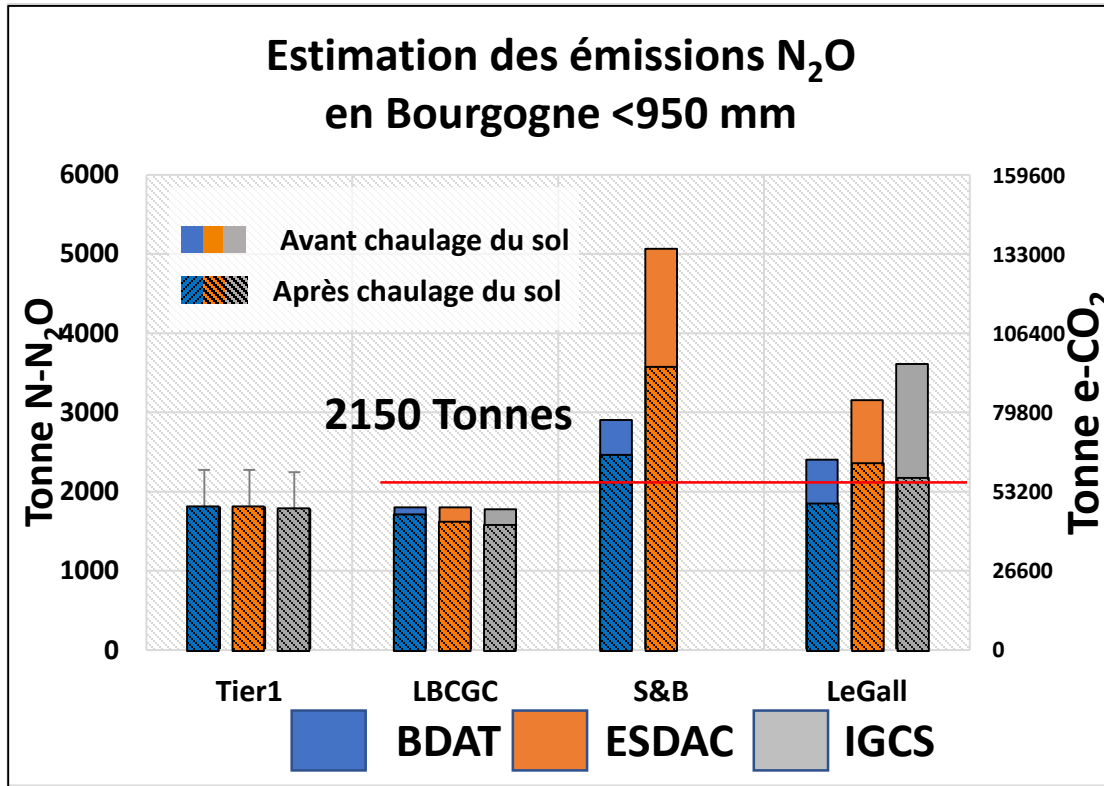


## Post-Chaulage

pH envisagé  
>6.8



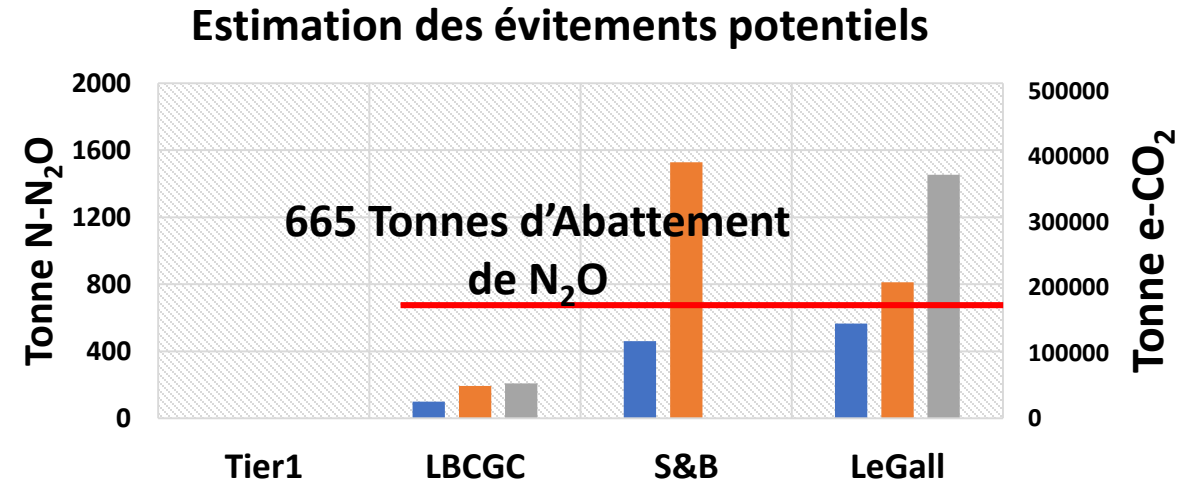
# Estimation des émissions de N<sub>2</sub>O par les sols après mobilisation du levier « Chaulage »



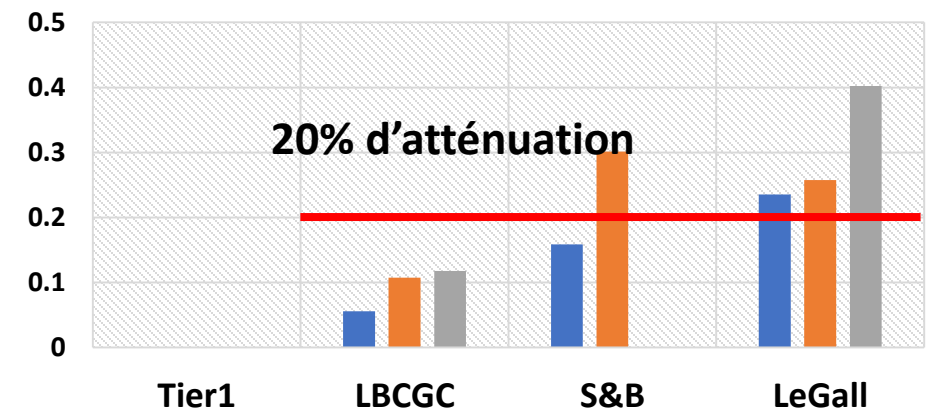
Moyenne des émissions de N<sub>2</sub>O : **2150 tonnes**,  
- Variabilité inter-modèles

Potentiel abattement d’N<sub>2</sub>O:

- \* Répartition hétérogène
- \* Localisation dans les zones des sols Acides (Assiette)

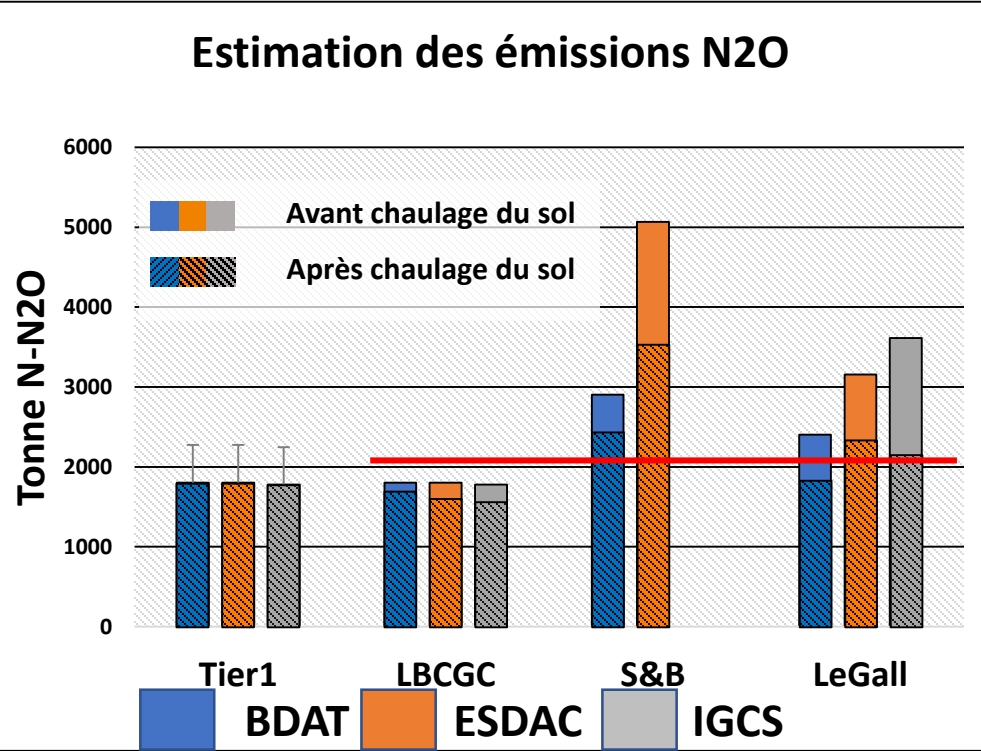
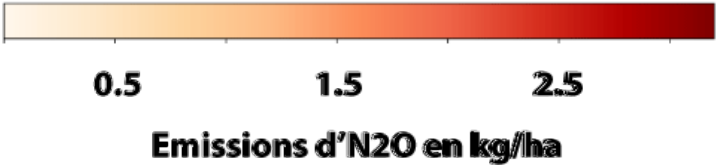
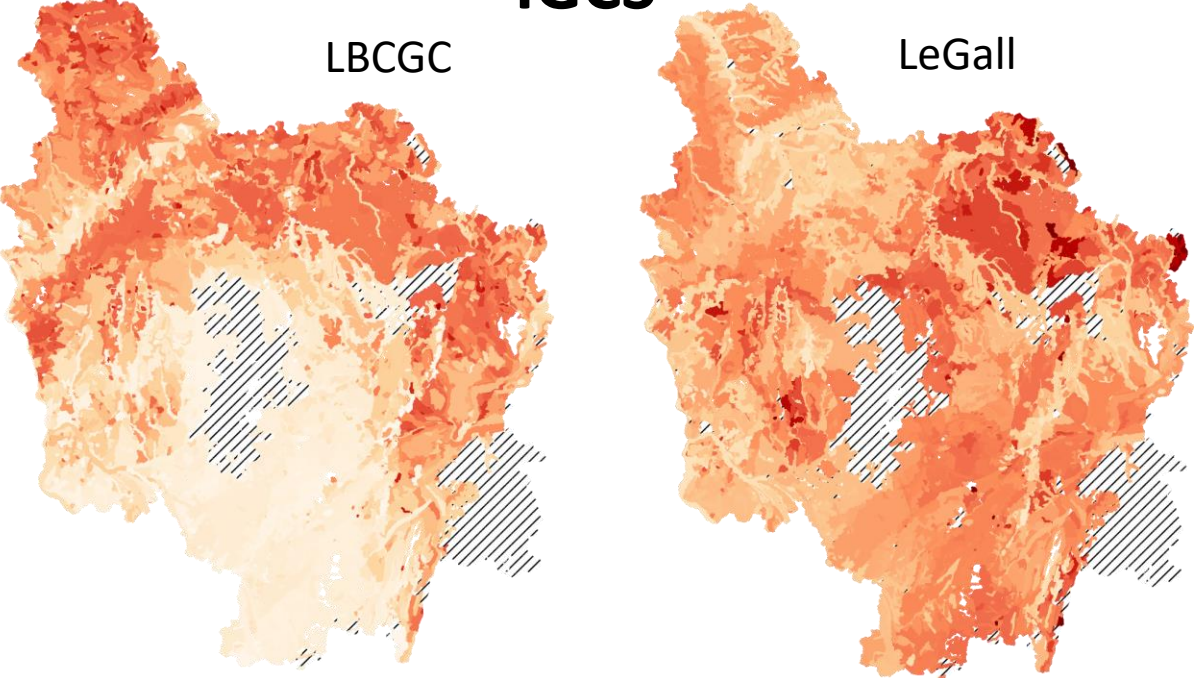


### Estimation des abattements des émissions d’N<sub>2</sub>O après chaulage du sol



# Estimation des émissions de N<sub>2</sub>O par les sols après mobilisation du levier « Chaulage »

## Émissions Post-Chaulage IGCS

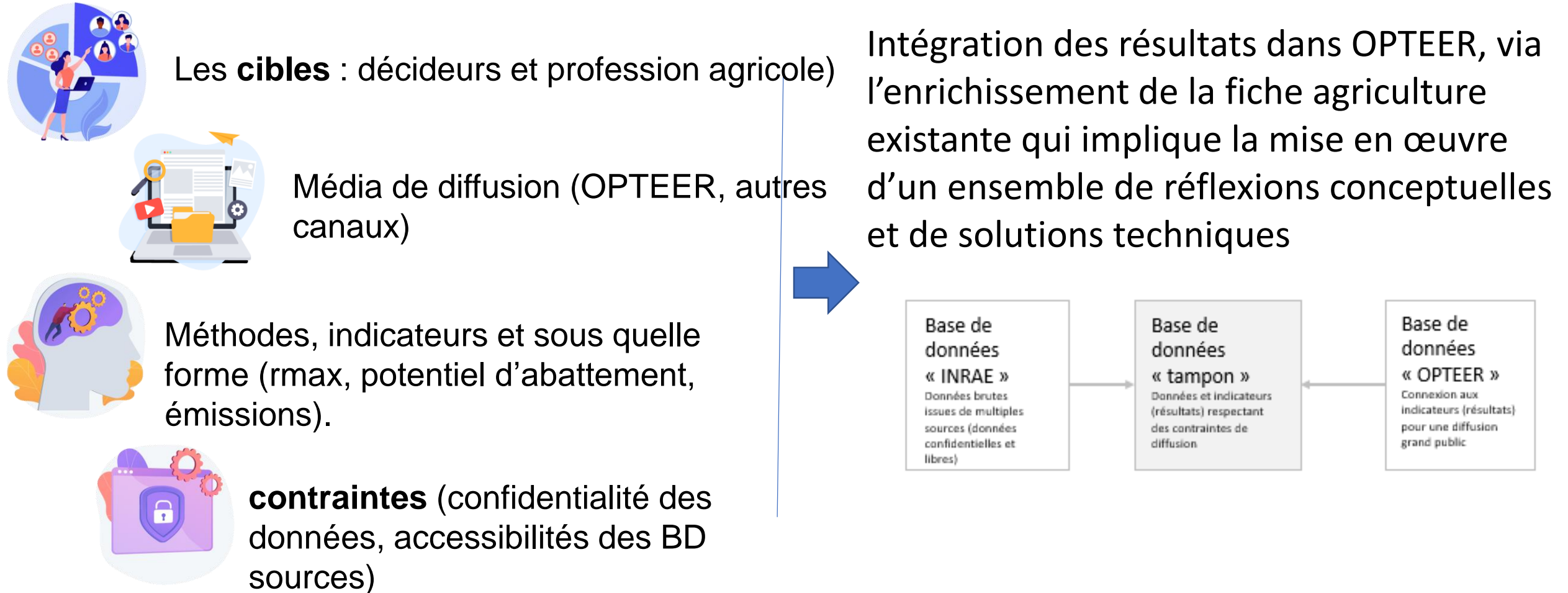


Moyenne des émissions de N<sub>2</sub>O : **2150 tonnes**,  
- Variabilité inter-modèles

- Potentiel abattement d’N<sub>2</sub>O:
- \* Répartition hétérogène
  - \* Localisation dans les zones des sols Acides (Assiette)

# Dissémination des résultats

Dissémination via différents canaux (ex: adossement à la communication sur le label bas carbone en agriculture, ...)

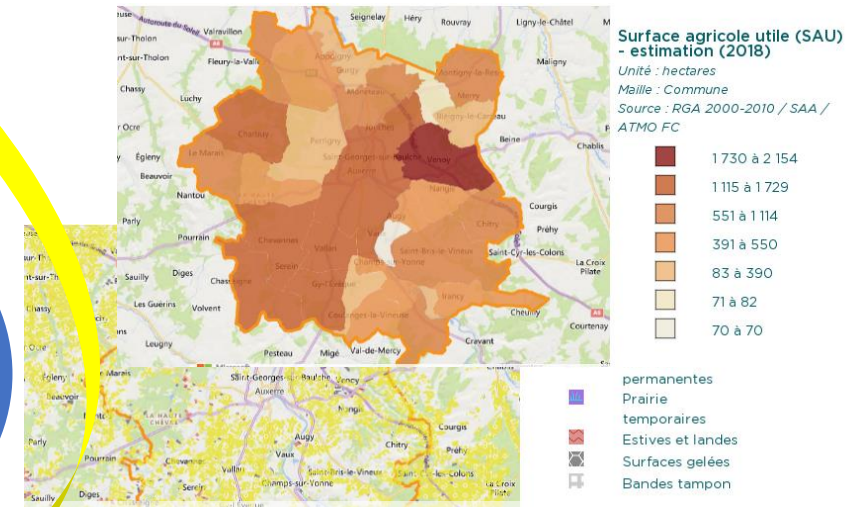
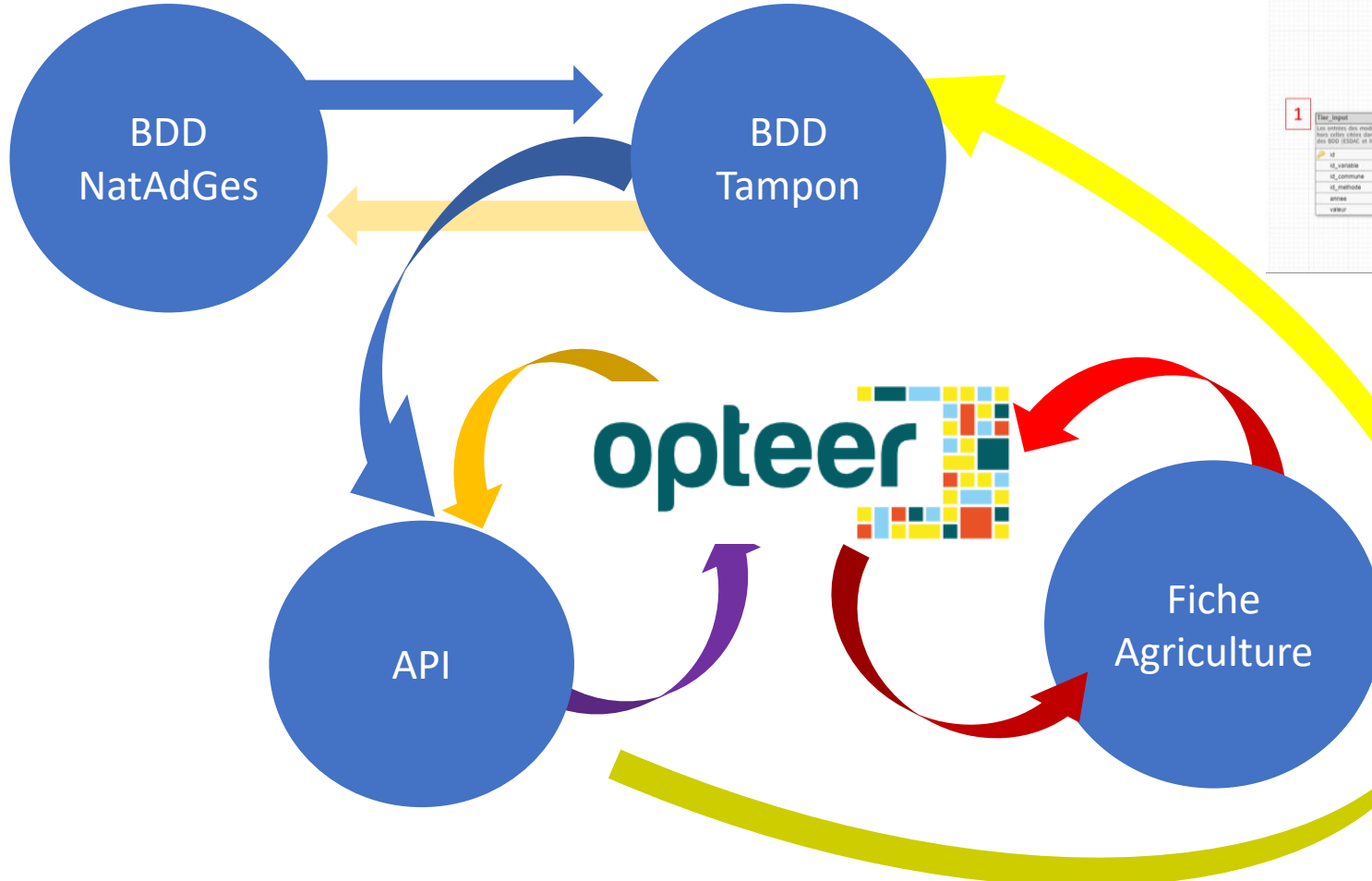
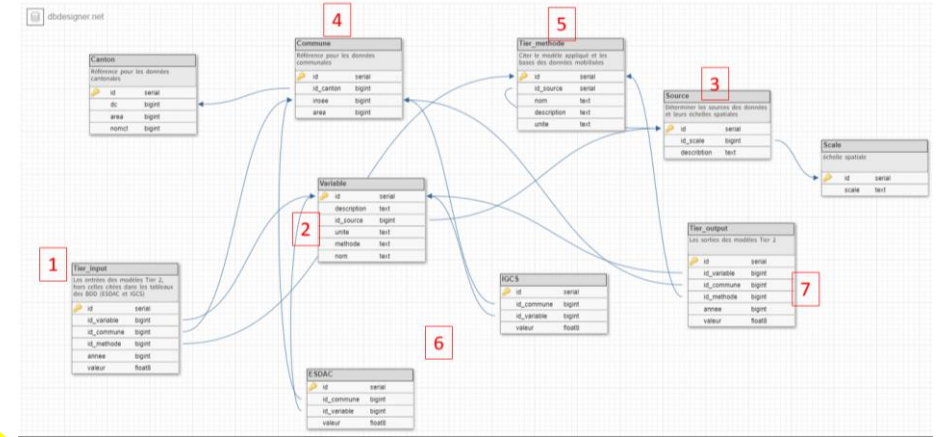


# Dissémination via la plateforme OPTEER: architectures de données et interopérabilité

Métadonnées générales													
Variable	Base de Donnée source	Unité	Date de référence	Thème de référence	Organisme de référence	Localisation/couverture spatiale	Résolution	Format de distribution	Système de référence (projection)	Restrictions d'usage	Ressources en ligne	bref descriptif	Nom standard métadonnées (type ISO)
Métadonnées "qualité"													
Variable	Information sur les mises à jour	Complétude [% de zone géographique non couverte]	Précision thématique (ex: codes hors nomenclature, ...)	Méthode d'obtention	Méthode	Evaluation	Résultats						

## Métadonnées

## Architecture de la BD tampon



Exemple de données fournies actuellement dans la fiche agriculture

# Conclusion et discussion

Points Forts		Points Faibles
<ul style="list-style-type: none"><li>• Approche quantitative avec <b>chiffage</b> des évitements</li><li>• Possibilité de se replacer par rapport aux <b>objectifs</b> de l'SNBC.</li><li>• Approche <b>spatialisée</b> à résolution communale et <b>agrégée</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Approche <b>transférable</b> à d'autres régions</li><li>• Approche pouvant facilement <b>intégrer</b> des évolutions sur les fonctions de calcul</li><li>• Analyse de sensibilité aux méthodes de calcul et aux bases de données (sol)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conditions de définition des fonctions Tier 2</li><li>• Lourdeur de <b>manipulation</b> des BDD sols et contraintes de leurs <b>confidentialité</b>s</li><li>• Temporalité des BDD sols</li><li>• Variabilité des estimations des émissions de N<sub>2</sub>O (inhérente aux process sources)</li><li>• Travail à compléter en prenant en compte les éventuelles émissions de CO<sub>2</sub> liées à la pratique du chaulage</li></ul>
Opportunités		Menaces
<ul style="list-style-type: none"><li>• Méthodologie LBCGC validée (par le ministère)</li><li>• Proximité avec OPTTEER ayant permis une co-construction de la dissémination</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Échéance du soutien financier</li><li>• Investissement des gouvernances.</li></ul> <p>les 2 conditionnant la pérennisation des indicateurs produits</p>	



Merci de votre attention

**Questions?**

