

Quelle pratique de réduction
des émissions d'ammoniac cibler,
où et quand,
pour améliorer la qualité de l'air ?

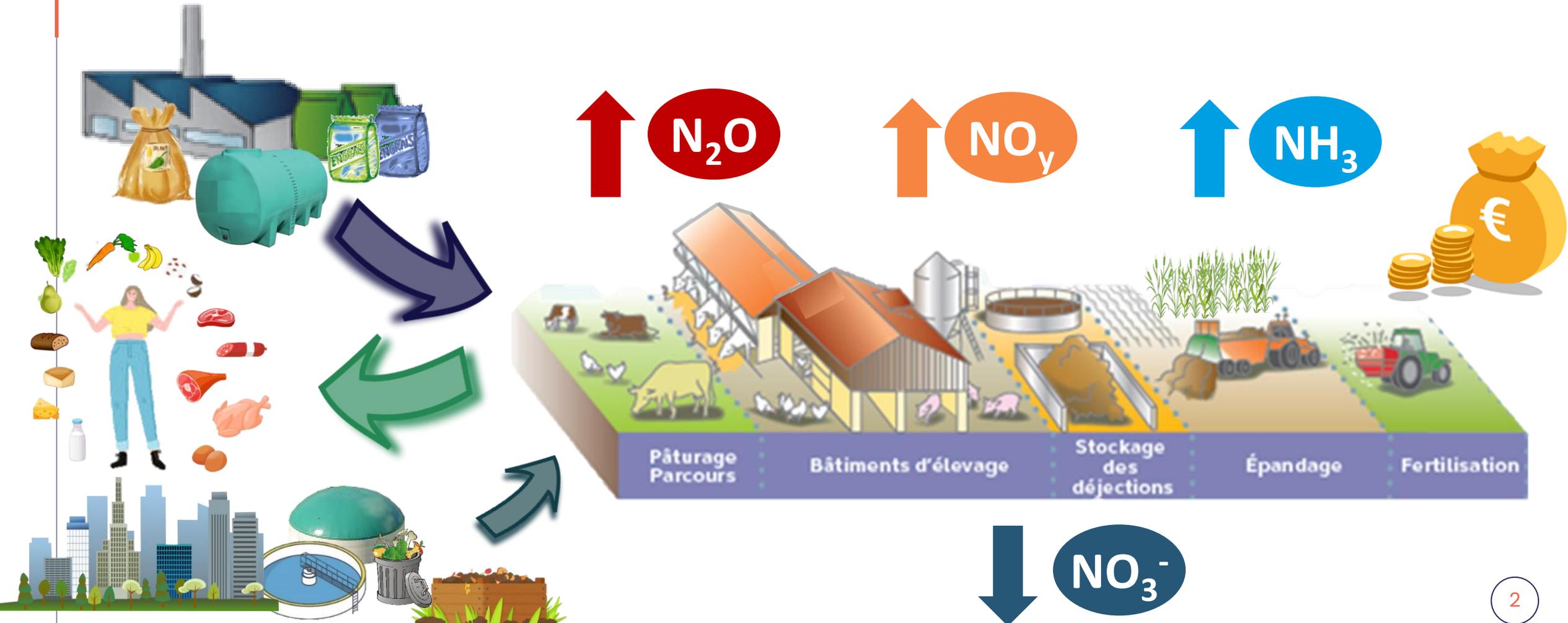
**Vers une évaluation multicritères coûts bénéfices
des pratiques de réduction des émissions d'ammoniac
au champ : les enseignements du projet PolQA**

Porté par : Sophie Générmont (INRAE) et Frédéric Meleux (INERIS)

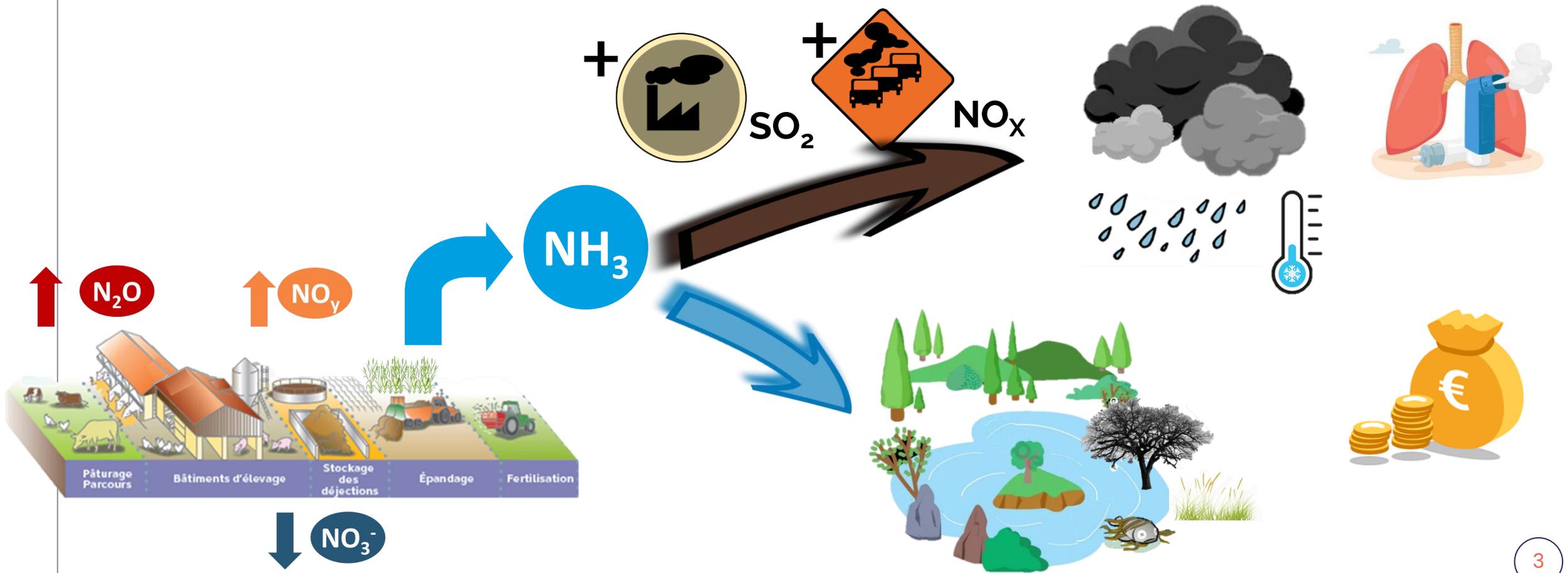
**Rencontres qualité de l'air et agriculture
03/12/2024 - Rennes**



La volatilisation d'ammoniac dans les systèmes agricoles et alimentaires



Réduire la volatilisation de l'ammoniac : un défi à la croisée d'enjeux agronomiques, environnementaux, climatiques, sanitaires et économiques



Le projet PolQA

Besoin : estimer l'efficacité et les impacts
des mesures de réduction des émissions d'ammoniac
dans les conditions de la pratique agricole française



Objectifs :

- proposer un système interdisciplinaire d'aide à la décision par la modélisation numérique
- déployer ce système sur des cas concrets appliqués à la fertilisation azotée
 - 1 - Évitement d'un épisode printanier de pic particulaire par suspension ou report des fertilisations
 - 2 - Réduction durable de la pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation



Analyse coût- bénéfices : démarche du projet PolQA

Pratiques de fertilisation



Émissions de NH₃



[NH₃]



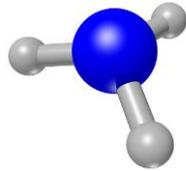
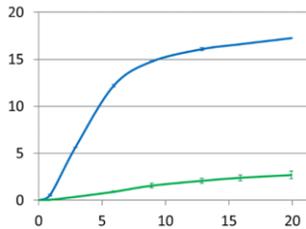
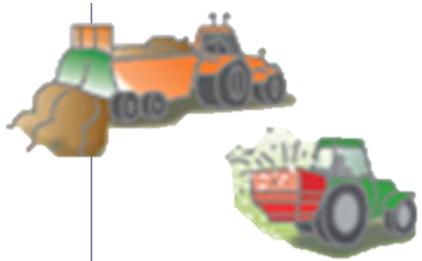
[PM]



Exposition des populations



Effets santé humaine



Coûts additionnels



Gains ou Coûts évités

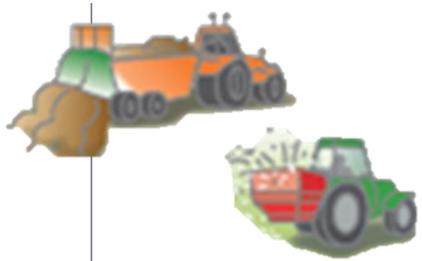


Coûts évités

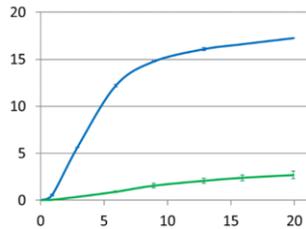


La chaîne d'outils de l'analyse coûts-bénéfices – Les plateformes de modélisation

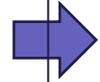
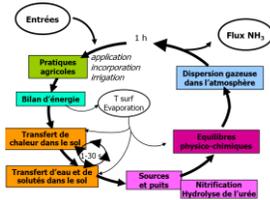
Pratiques de fertilisation



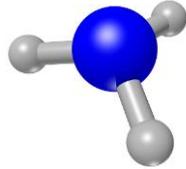
Émissions de NH₃



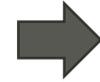
Volt'Air



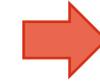
[NH₃]



[PM]



Exposition des populations



Effets santé humaine



(Ramanantenasoa et al., 2018
Génermont et al., 2023)

L'outil Cadastre_NH₃ : les données d'entrée

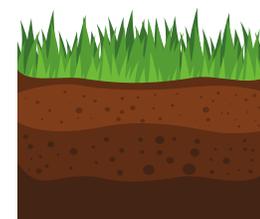
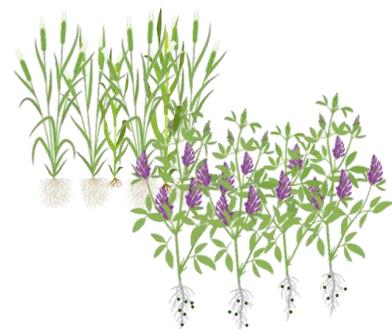
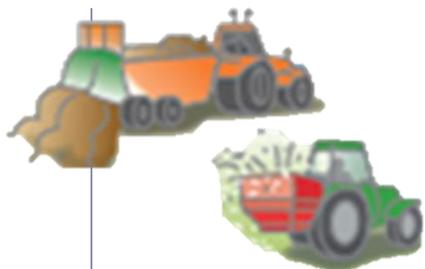
Pratiques de fertilisation

Surfaces et espèces cultivées

Propriétés des engrais

Carte et propriétés des sols

Conditions météorologiques



CASD C

BD TOPO®

IGN

RPG



(Levasseur et al., 2019)

HWSD + ESDB



SAFRAN

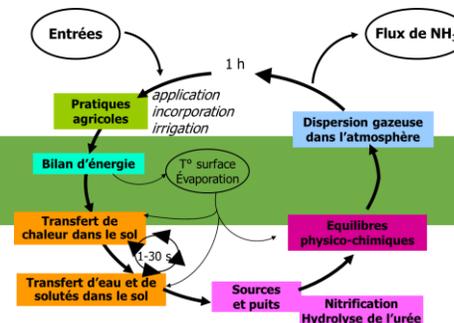


791 ITK ferti N
39 cultures
706 PRA

Données

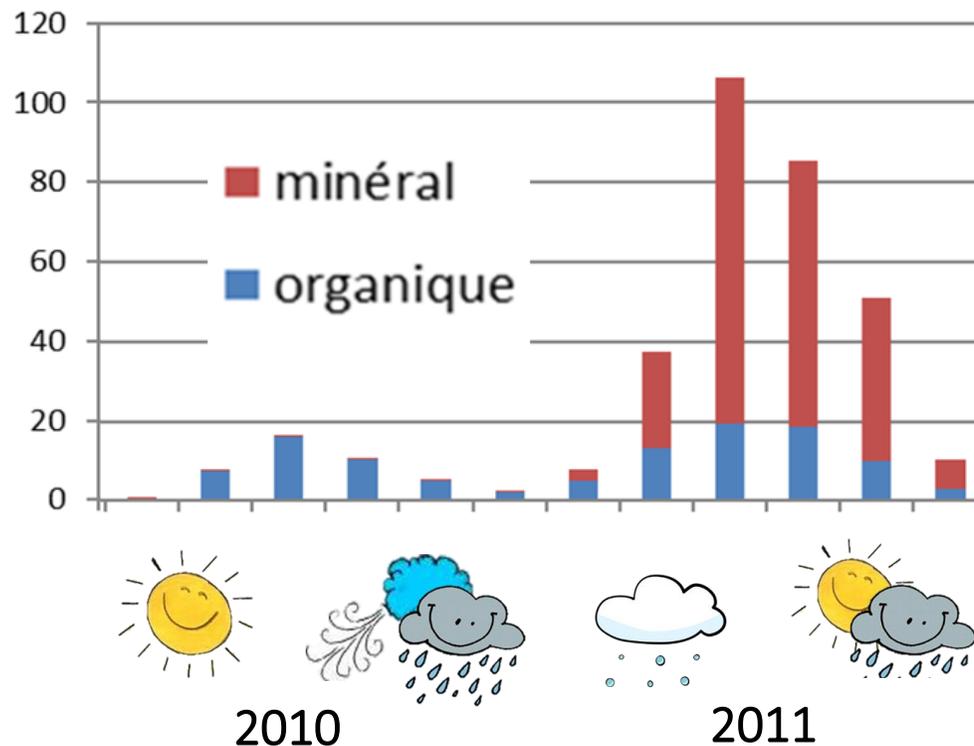
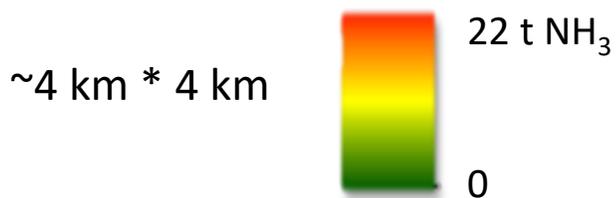
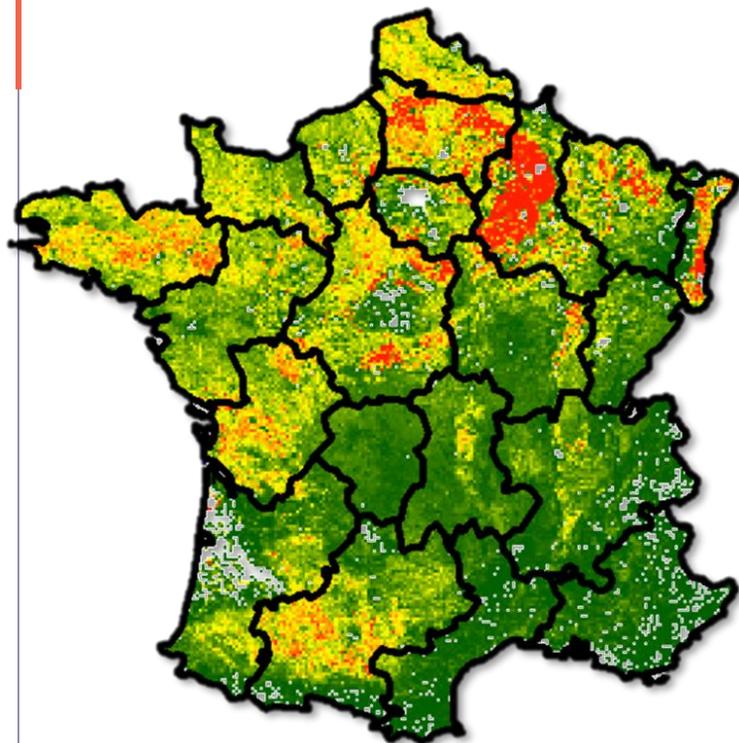
Combinatoire qq 100 mille situations

Volt'Air

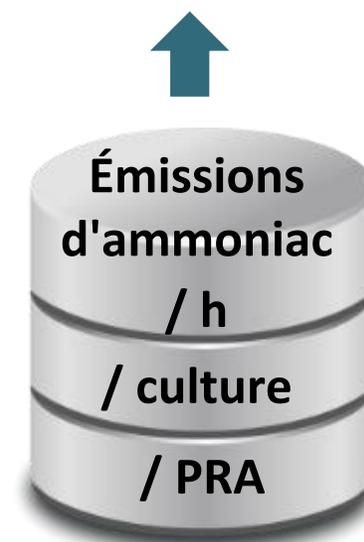


Émissions d'ammoniac / h / culture / PRA

L'outil Cadastre_NH₃ : les émissions d'ammoniac

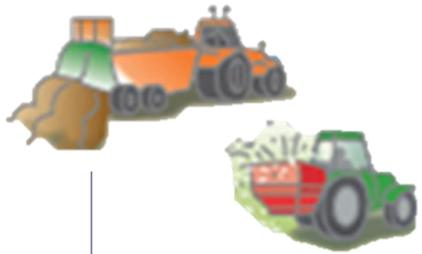


Fertilisation des cultures
310 kt NH₃



La chaîne d'outils de l'analyse coûts-bénéfices – Les plateformes de modélisation

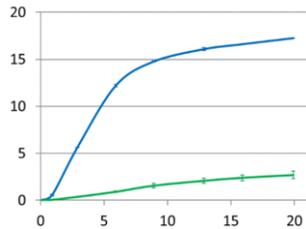
Pratiques de fertilisation



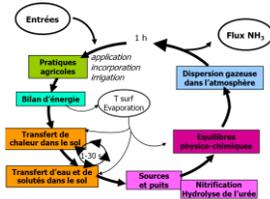
(Ramanantenasoa et al., 2018
Génermont et al., 2023)



Émissions de NH₃



Volt'Air



[NH₃] → [PM]



chimere

PREV-AIR

INERIS

(Rouil et al., 2009)

Exposition des populations



Effets santé humaine



Plateforme de modélisation de la qualité de l'air



Emissions
Atmosphere
Monitoring

Conditions aux
limites

ECMWF

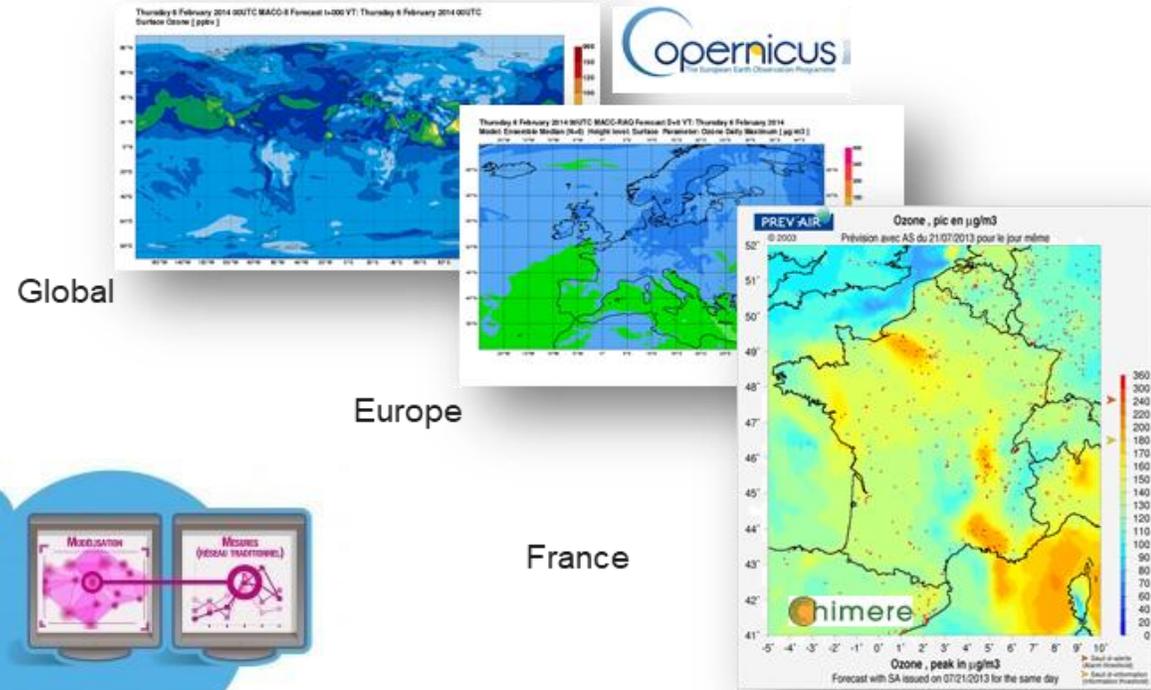
Données
météorologiques



Cadastre NH_3



Données d'observation
AASQA
GEO D'AIR



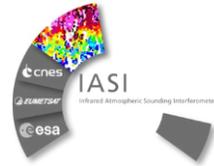
Global

Europe

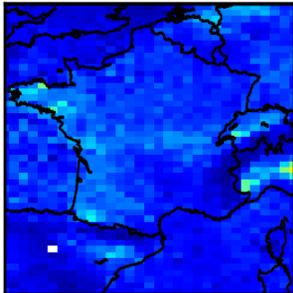
France

Exécution des modèles
de chimie-transport
chimere

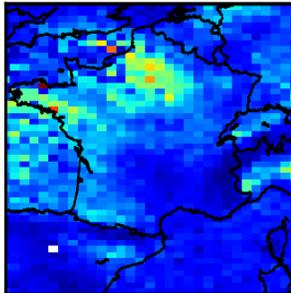
Évaluation par confrontation aux observations [NH₃] : projet Amp'Air



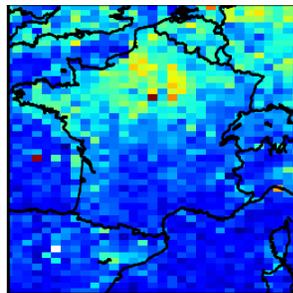
Simulées



Simulées

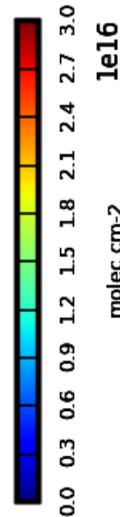
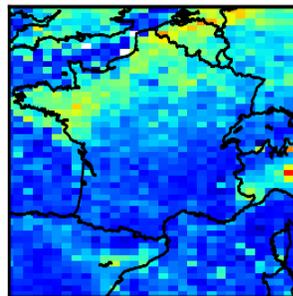
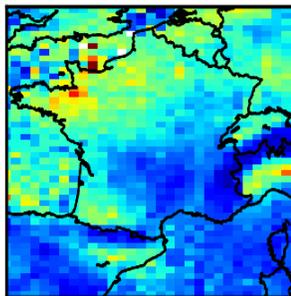
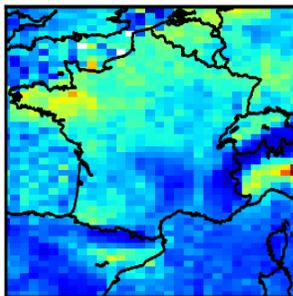


Observations
satellitaires

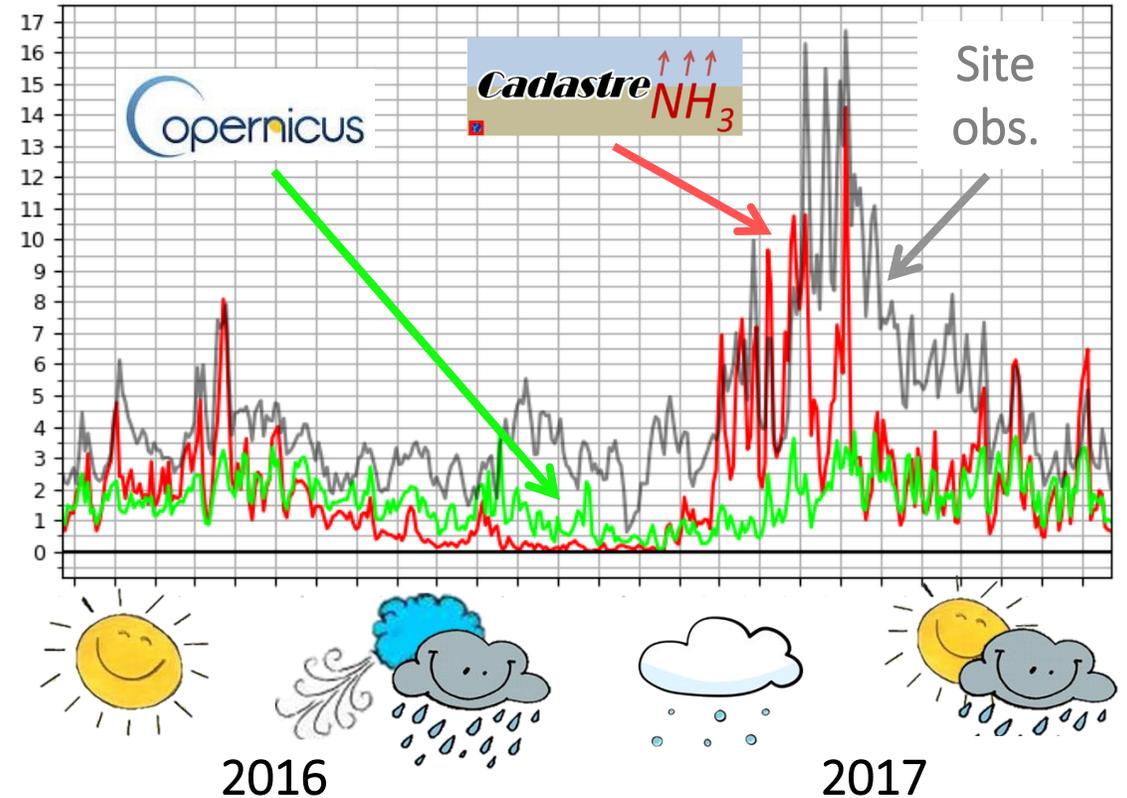


Mars
2011

Avril
2011



[NH₃] (μg·m⁻³)



→ Amélioration de la description spatiale et temporelle

Évitement d'un épisode printanier de pic particulaire par suspension ou report des fertilisations

Durée de la suspension
Position de la suspension / pic

Production agricole



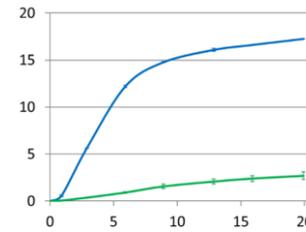
CHN



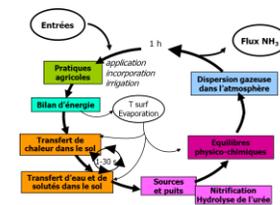
Pratiques de fertilisation



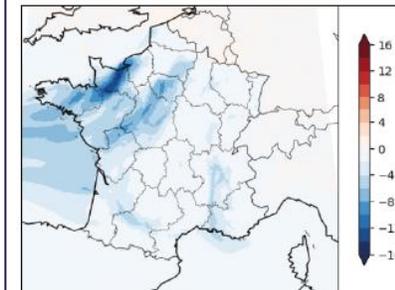
Émissions de NH₃



Volt'Air

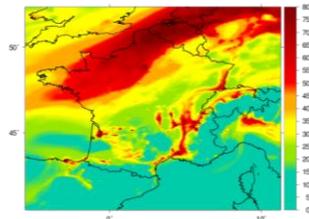


[NH₃] → [PM]



IMPACT D'UNE SUSPENSION D'ÉPANDAGE DE 4 JOURS ENTRE LE 1^{ER} MARS 2011 ET LE 4 MARS 2011 SUR LES CONCENTRATIONS DE PM₁₀ DU 5 MARS 2011

Différences (en µg/m³) des concentrations de PM₁₀ entre le scénario de suspension d'épandage et la simulation de référence.



- Processus d'établissement du rendement affectés
- Impacts attendus sur le rendement préoccupants

- Réduction des émissions instantanées jusqu'à 40%

Printemps 2011

- Effet important au cœur de la zone la plus impactée par l'épisode (-16 µg/m³ en Normandie)

La chaîne d'outils de l'analyse coûts-bénéfices – Les plateformes de modélisation

Pratiques de fertilisation



Émissions de NH₃



[NH₃]



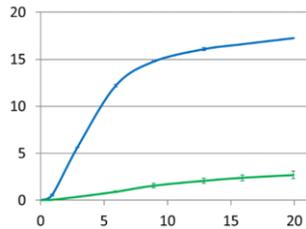
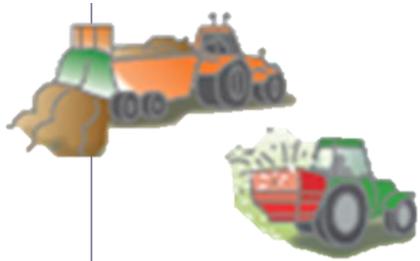
[PM]



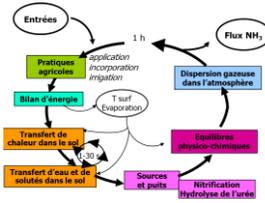
Exposition des populations



Effets santé humaine



Volt'Air



Cadastre NH₃



chimere

PREV-AIR

INERIS

(Rouil et al., 2009)



Alpha-Risk-Poll



INERIS

(Schucht et al., 2015)



INRAE AgroParisTech

effets chroniques et aigus de l'exposition par inhalation en termes de morbidité et de mortalité



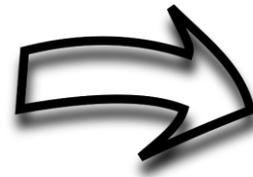
Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation

Scénario de référence

Engrais
à fort potentiel
d'émission



Année 2010-2011



60%
substitution

Scénario d'abattement

Engrais
à faible potentiel
d'émission



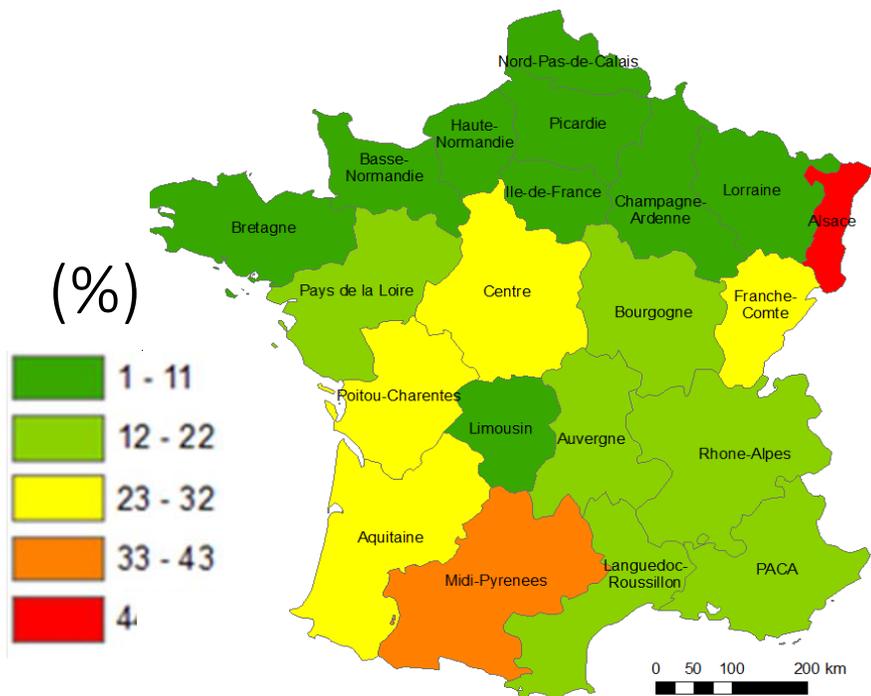
Coûts additionnels : 24 M€



Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation

Effet sur les émissions d'ammoniac

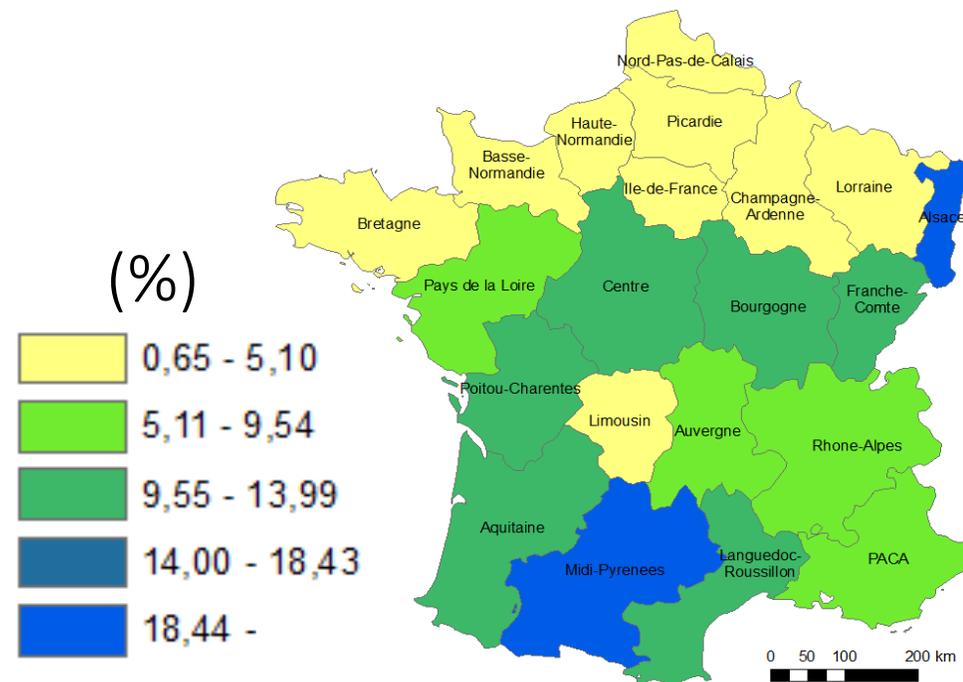
Contribution de l'urée aux émissions



Efficacité d'abattement des émissions



- 7%

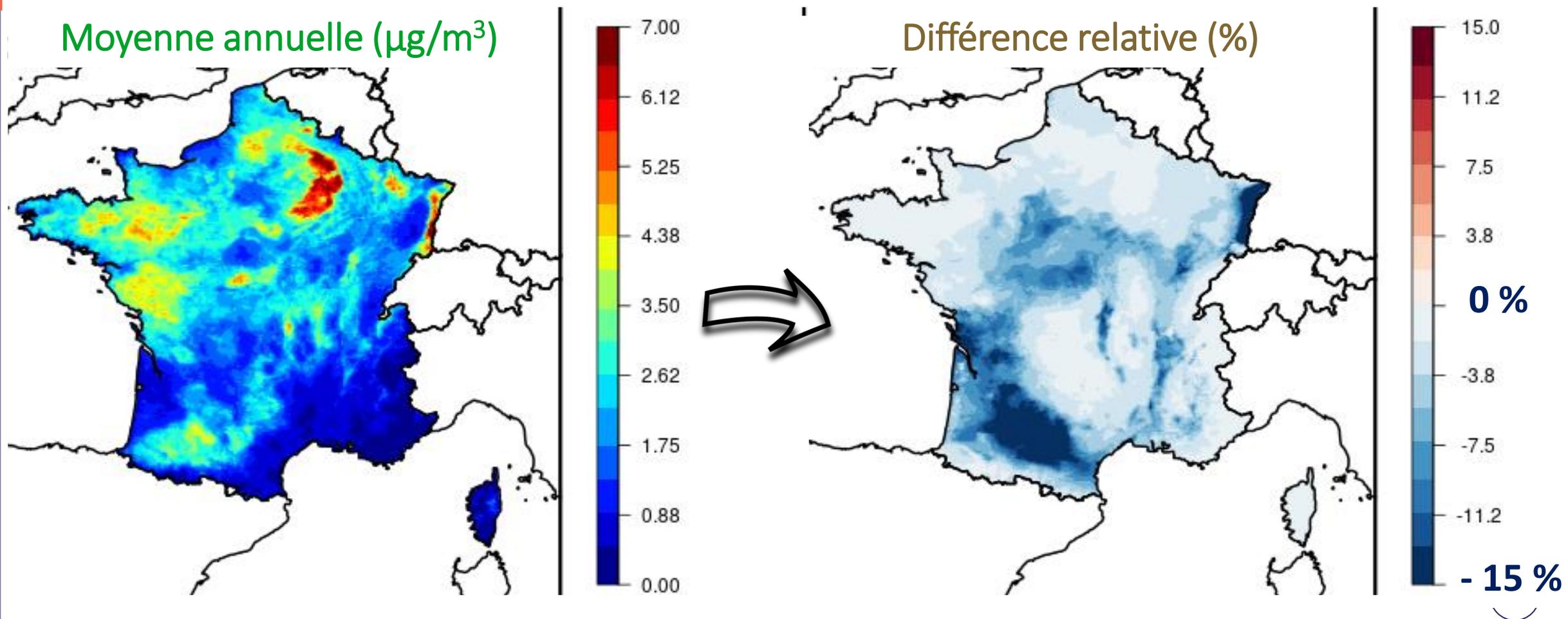


Pertes d'azote évitées : 7%

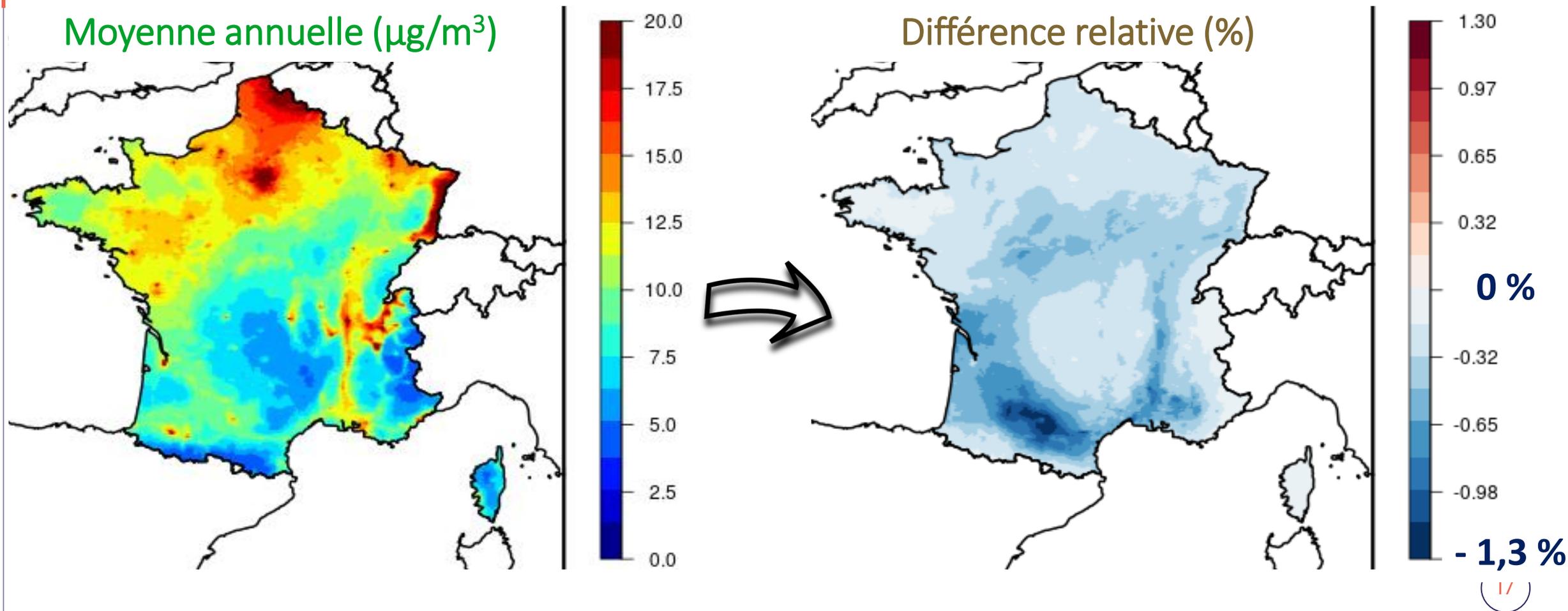
Gains de rendement et de qualité (cas du blé) : 3 M€



Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation Effet sur les concentrations en ammoniac [NH₃]



Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation Effet sur la qualité de l'air [PM₁₀]

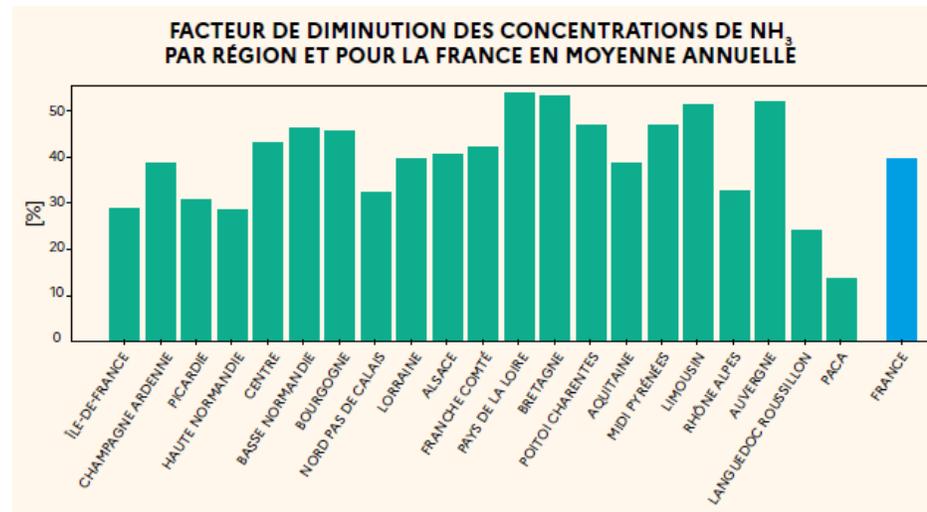


Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation Effet sur la qualité de l'air [PM₁₀]

Faiblesse des concentrations de PM10 à la baisse des concentrations de NH3

La forte saturation de la réponse en ammoniac dans l'air par rapport aux oxydes d'azote limite les effets des mesures sur les concentrations d'ammoniac

Besoin d'être ambitieux pour réduire de 40% au niveau national les concentrations de NH3 dans l'air pour que les mesures deviennent plus performantes



Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation

Bénéfices sanitaires

Impacts sanitaires évités en 2010-2011
par rapport au scénario de référence



Indicateur sanitaire	Unité	Nombre	Bénéfices (M€)
Mortalité chronique (tous les âges) (VOLY)	Années de vie perdues	1 432	145
Mortalité chronique (30 ans +) (VSL)	Morts prématurées	128	500
Mortalité d'enfants (0-1 an)	Morts prématurées	0,1	0,4
Bronchite chronique (27 ans +)	Cas	117	8
Bronchite d'enfants (6 - 12 ans)	Nouveaux cas	528	0,2
Admissions à l'hôpital pour causes respiratoires (tous les âges)	Cas	50	0,3
Admissions à l'hôpital pour causes cardiaques (tous les âges)	Cas	46	0,3
Journées d'activité restreinte (tous les âges)	Journées	175 146	25
Journées aux symptômes d'asthme (enfants 5 - 19 ans)	Journées	6 044	0,3
Journées de travail perdues (15 - 64 ans)	Journées	41 763	7
TOTAL VOLY (Value Of Life Year)			186
TOTAL VSL (Value of Statistical Life)			541

Réduction durable de pollution de fond par un changement de pratique de fertilisation Bilan coûts-bénéfices pour l'année culturale 2010-2011

Pratiques	Coûts additionnels	- 24 M€
Pertes évitées	Valorisation agricole	+ 3 M€
Effets sanitaires évités	Bénéfices sanitaires	VOLY : + 186 M€ VSL : + 541 M€
	Bénéfices nets	<hr/> VOLY : + 165 M€ VSL : + 520 M€



- chaîne d'outils mobilisable dans le processus décisionnel
- évaluation des effets des pratiques isolées ou combinées

Merci de votre attention

Meleux F., Générumont S., Mathias E., Taulemesse F., Gilliot J.M., Messina P., Couvidat F., Schucht S., Agasse S., Colette A., Durand A., Dufossé K., Lagrange H., Leborgne G., Ramanantenaso M.-J., Real E., Trochard R., Bessagnet B., 2022.

Rapport technique final du projet PolQA : Politiques d'amélioration de la qualité de l'air grâce aux pratiques agricoles.

APR PRIMEQUAL Agriculture et Qualité de l'Air 2016,
Convention ADEME n°16-62-C0023. 108 p.



frederik.meleux@ineris.fr
www.ineris.fr

sophie.genermont@inrae.fr
ecosys.versailles-saclay.hub.inrae.fr