

## ÉMISSIONS DE COMPOSÉS AZOTÉS (NH<sub>3</sub>)

# AMP'AIR

Amélioration de la représentation  
des émissions agricoles d'ammoniac  
pour une meilleure prévision de la  
qualité de l'air en France



Ce qu'il faut retenir

### À propos du projet Amp'Air

Le projet Amp'Air a exploré deux nouvelles approches élaborées pour affiner la temporalisation et la spatialisation des inventaires d'émissions d'ammoniac vers l'atmosphère : une approche *top-down* (NH3SAT) et une approche *bottom-up* (Cadastre\_NH<sub>3</sub>). Il les a évaluées par confrontation à un réseau de mesures de concentrations mis en place à cette fin.

### Résultats

- La convergence de ces deux inventaires alternatifs, indépendants et complémentaires est un atout pour les plateformes de prévision de la qualité de l'air.
- Des simplifications sont en cours pour assurer la mise en œuvre en routine de tels outils. Leur combinaison permettrait d'en optimiser l'usage opérationnel.

## CONTEXTE & ENJEUX

Depuis le sévère épisode de pollution particulaire de mars 2014, la question de la contribution de l'agriculture à la pollution atmosphérique a émergé dans le débat public. L'ammoniac, gaz émis à 94 % par ce secteur, est impliqué dans la formation des particules de petite taille (PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>). La réduction de ses émissions est un enjeu pour l'amélioration des niveaux de fond de la qualité de l'air en France.

Les modèles de prévision de la qualité de l'air au plan national sont aussi cruciaux pour anticiper et interpréter la formation d'épisodes de pollution et, à terme, proposer des leviers d'action pour en limiter l'ampleur.

Or des derniers peinent à prévoir l'occurrence et l'ampleur des épisodes de pollution particulaire printaniers impliquant une forte participation de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Une des explications est la qualité insuffisante de la représentation des émissions au champ de NH<sub>3</sub> dans inventaires d'émissions qu'ils utilisent.

## OBJECTIFS

Le projet Amp'Air fait l'hypothèse que l'amélioration des inventaires d'émissions agricoles d'ammoniac à l'échelle de la France, en particulier leur représentation spatiale et temporelle, est indispensable à une meilleure représentation des processus de chimie-transport dans l'atmosphère conduisant à la formation des particules affectant la qualité de l'air.

L'objectif est donc de mettre en œuvre, de confronter et de combiner de manière innovante l'ensemble des moyens actuellement disponibles, tant en termes de modélisation que d'observation, pour en permettre une utilisation au quotidien dans les services opérationnels.



## MÉTHODOLOGIE

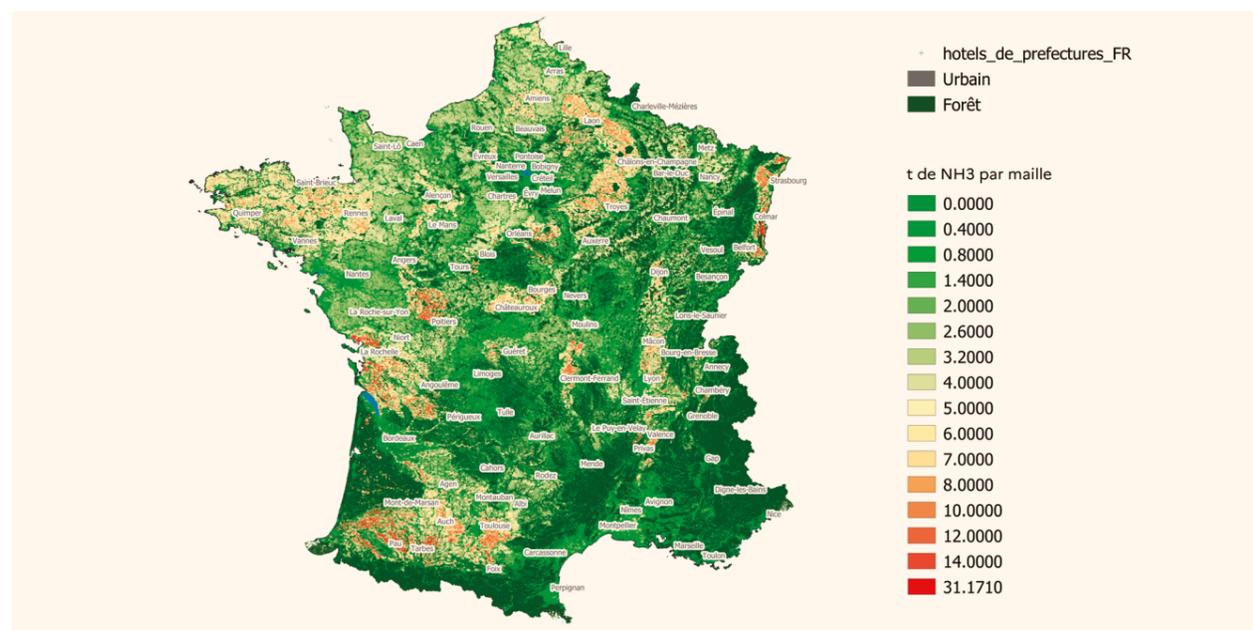
Le projet Amp'Air a exploré deux nouvelles approches :

- Une approche *top-down*, NH3SAT, mettant en synergie les observations satellitaires de colonnes de concentrations d'ammoniac et les modèles de chimie-transport afin de contraindre les émissions issues des inventaires de référence selon une méthode d'inversion d'équilibre des masses ; ces inventaires optimisés sont disponibles en continu depuis 2008 avec les images satellitaires IASI et 2012 avec les images satellitaires CrIS.
- Une approche *bottom-up*, Cadastre\_NH<sub>3</sub>, reposant sur le modèle mécaniste de prévision de la volatilisation au champ Volt'Air et une base de données d'entrée collectées à des échelles spatiales et temporelles fines. La base de données tire son originalité de la description ad'hoc des pratiques de fertilisation pour les années ayant fait l'objet d'enquêtes « pratiques culturales » par le service de la Statistique et de la Prospective (SSP, AGRESTE) du Ministère de l'Agriculture. Cet inventaire est donc disponible pour une année culturale précise environ tous les 5 ans.

Une  
amélioration  
de 10 à 40 %  
des concentrations  
en ammoniac  
simulées

**Le projet Amp'Air fait la démonstration qu'affiner la temporalisation et la spatialisation des émissions est un atout pour les plateformes de prévision de la qualité de l'air.**

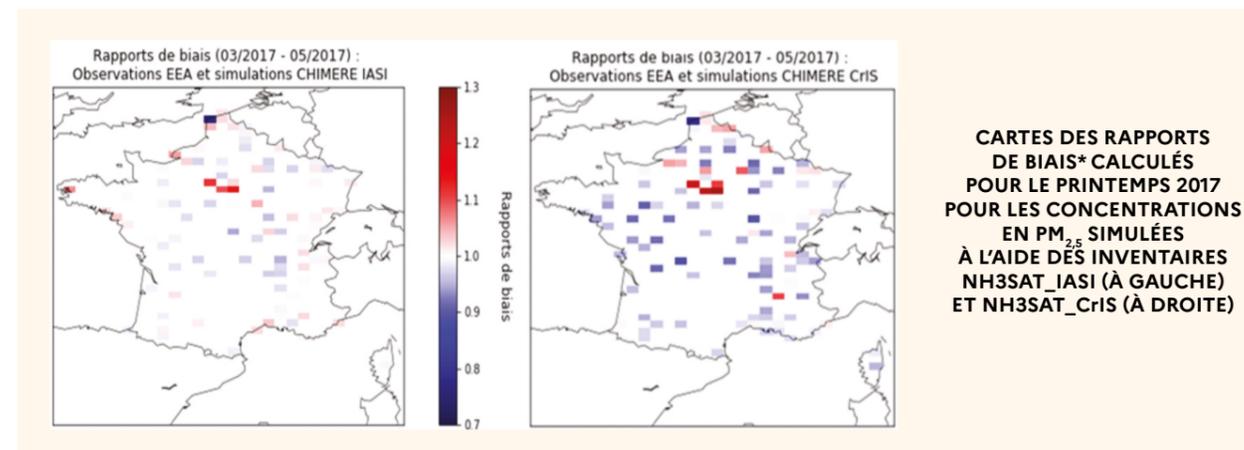
L'apport de ces nouveaux inventaires d'émissions d'ammoniac en entrée des modèles de chimie-transport a été évalué par confrontation des sorties de simulations aux concentrations en NH<sub>3</sub> et en particules observées par satellites et mesurées dans l'air ambiant. De manière générale, la mise en place du réseau de mesures des concentrations en ammoniac, le suivi pendant un an des concentrations, ainsi que les analyses de représentativité spatiales et temporelles des observations font la robustesse de la méthodologie du projet.



Emissions d'ammoniac imputables à la fertilisation azotée des cultures et au recyclage des produits résiduels organiques au champs calculées par l'outil Cadastre\_NH<sub>3</sub> de juillet 2016 à juin 2017 en tonnes de NH<sub>3</sub> par maille des modèles de chimie-transport (0,015625° en latitude et 0,03125° en longitude, représentant 129 993 mailles sur le domaine continental de la France métropolitaine). Le total de ces émissions pour cette année culturale 2016-2017 est de 310 kt NH<sub>3</sub>.

## PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ce projet a montré l'intérêt d'utiliser des approches *top-down* NH3SAT et *bottom-up* Cadastre\_NH<sub>3</sub> en production opérationnelle dans les plateformes de prévision de la qualité de l'air, particulièrement en période d'épandage. Même si l'impact sur les concentrations en particules est plus modeste que sur les concentrations en ammoniac, et surtout bénéfique sur l'épisode imposant de mars 2011, la prise en compte des inventaires dynamiques spatialisés augmente la pertinence des simulations à détecter les dépassements de seuils réglementaires.



- **NH3SAT** : l'applicabilité opérationnelle est plus évidente pour cette méthode top-down qui ne permet néanmoins pas d'individualiser les sources ni d'en identifier les contributions respectives. En outre, les observations satellitaires des instruments IASI et CrIS sont acquises en continu et distribuées rapidement après la mesure, permettant beaucoup de réactivité. Cependant, la caractérisation de la variabilité journalière des émissions de l'inventaire top-down est entachée d'incertitudes induites par la couverture nuageuse. Or, les émissions d'ammoniac à l'échelle quotidienne sont une donnée nécessaire pour la modélisation du transport chimique et de la formation des particules, et donc de la qualité de l'air. Pour répondre à cette limite, la différence d'heures de passage entre IASI et CrIS peut être considérée comme un atout : elle permettra de mieux intégrer la dynamique diurne de la volatilisation d'ammoniac, très en phase avec celle des variables météorologiques et micrométéorologiques de surface.
- **Cadastre\_NH<sub>3</sub>** : la complexité d'élaboration de cet inventaire bottom-up doit néanmoins motiver la déclinaison de ce type d'approche par des solutions flexibles et adaptables par rapport aux conditions météorologiques et aux évolutions des pratiques agricoles. Cadastre\_NH<sub>3</sub> est en effet un outil lourd à mettre en œuvre de par la richesse des données d'entrée. Son grand avantage est qu'il fournit les informations sur les sources des émissions. L'utilisation du modèle Volt'Air sur ces données ultra-résolues permet de disséquer les différents éléments d'un changement de pratiques dans un contexte de changements globaux en soulignant/calculant leurs importances relatives.

\*Le rapport de biais est le rapport entre (i) le biais entre les concentrations simulées avec NH3SAT\_IASI ou NH3SAT\_CrIS et les concentrations observées et (ii) le biais entre les concentrations simulées avec l'inventaire de référence CAMS-REG-AP et les concentrations observées. Quand ce rapport est inférieur à 1, cela signifie que l'inventaire évalué améliore la comparaison aux stations par rapport à l'inventaire de référence.

Outre les résultats à proprement parler, ce projet présente des perspectives méthodologiques intéressantes. Malgré les différences fondamentales de principe entre les deux approches évaluées, ces dernières montrent des cohérences significatives et tout incite à leur utilisation combinée :

- L'approche Cadastre\_NH<sub>3</sub> pourrait être utilisée pour générer un inventaire très détaillé temporellement et spatialement, en lien étroit avec les pratiques agricoles observées en discontinu sur quelques années culturales, ainsi que les conditions environnementales effectivement rencontrées.
- L'inventaire serait ensuite optimisé chaque année selon la démarche d'inversion atmosphérique NH<sub>3</sub>SAT sur les concentrations ambiantes en ammoniac. L'utilisation combinée des observations satellitaires et des mesures in situ garantira encore plus de robustesse et de précision à la méthode. Ces deux sources de mesure de concentrations seront nécessaires car complémentaires pour l'optimisation.

## Freins

Les évaluations d'inventaires réalisées dans le projet Amp'Air montrent que les biais entre les simulations et les observations ne sont pas uniquement imputables à des défauts d'inventaires ou de représentation des émissions agricoles d'ammoniac, mais aussi à des choix de modélisation ou des verrous de représentation des processus de transfert et des réactions des modèles de chimie-transport.

Cependant, la question n'est pas uniquement la qualité de la prévision, mais aussi le potentiel des outils à être mobilisés dans les processus d'aide à la décision en appui aux politiques publiques. Une chaîne de modélisation reposant sur l'outil Cadastre\_NH<sub>3</sub> permettrait de faire entrer dans la temporalisation et la spatialisation des éléments en lien avec les leviers mobilisables, tout en prenant en compte les effets des conditions environnementales locales et instantanées. C'est ainsi que pourront être évaluées les actions les plus coût-efficaces adaptées aux différents contextes agricoles, géographiques et climatiques aussi bien locaux et ponctuels que globaux.

## Pour en savoir plus

Au sujet du projet  
Amp'Air, consultez les  
documents en ligne dans la  
[Librairie de l'ADEME](#)



Au sujet du programme



**Coordinatrice du projet**

**Sophie Générmont**

INRAE

sophie.genermont@inrae.fr

**Partenaires**

