

# Particules fines et ammoniac : un lien étroit ?

Porté par : Mélodie CHATAIN ingénieure d'études à ATMO Grand Est



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

## Particules

→ Les particules correspondent à toutes les poussières et gouttelettes en suspension dans l'air = pas directement visibles à l'œil nu mais inhalables

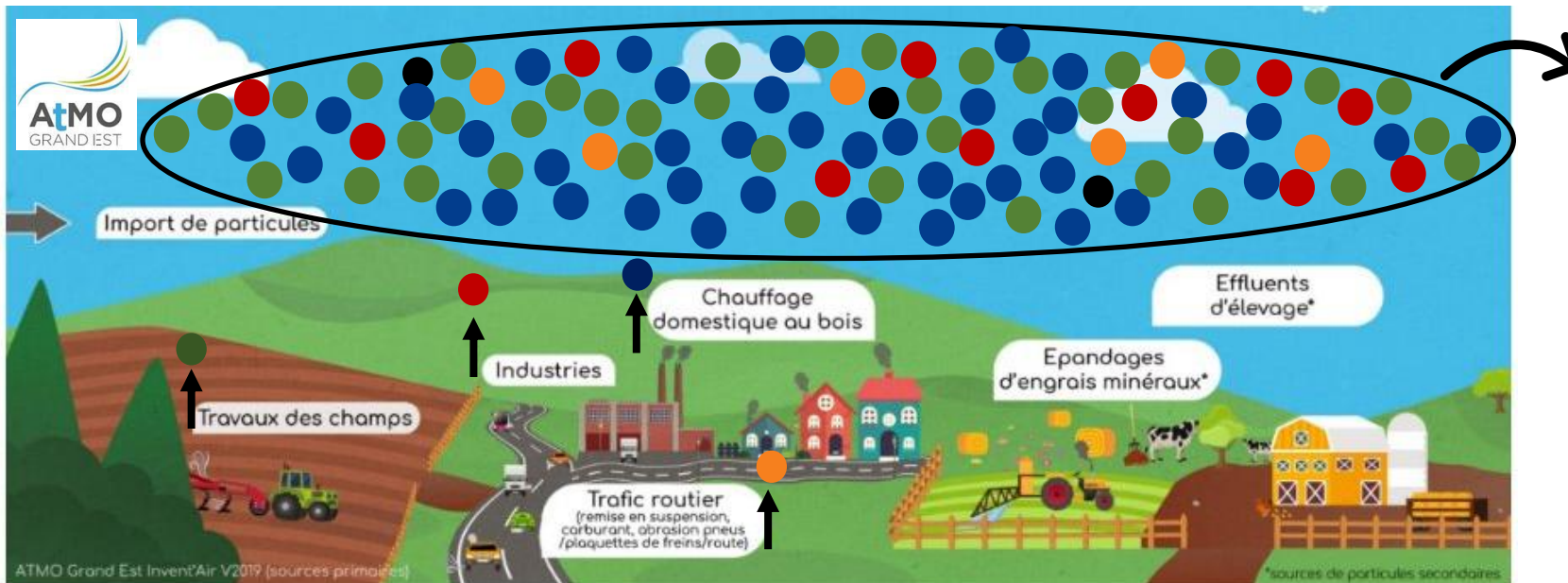
### Sources naturelles

→ érosion des sols, embruns marins, particules désertiques, volcans, feux de forêts...

### Sources anthropiques

→ Trafic routier, chauffage au bois, agriculture, industrie, travaux...

Sources principales de particules émises directement par les activités humaines :



Pour l'année 2022 :

- 6% émis par le trafic routier
- 11% émis par le secteur industriel
- 39% émis par l'agriculture
- 42% émis par le secteur résidentiel et tertiaire (chauffage au bois)

## Particules agricoles

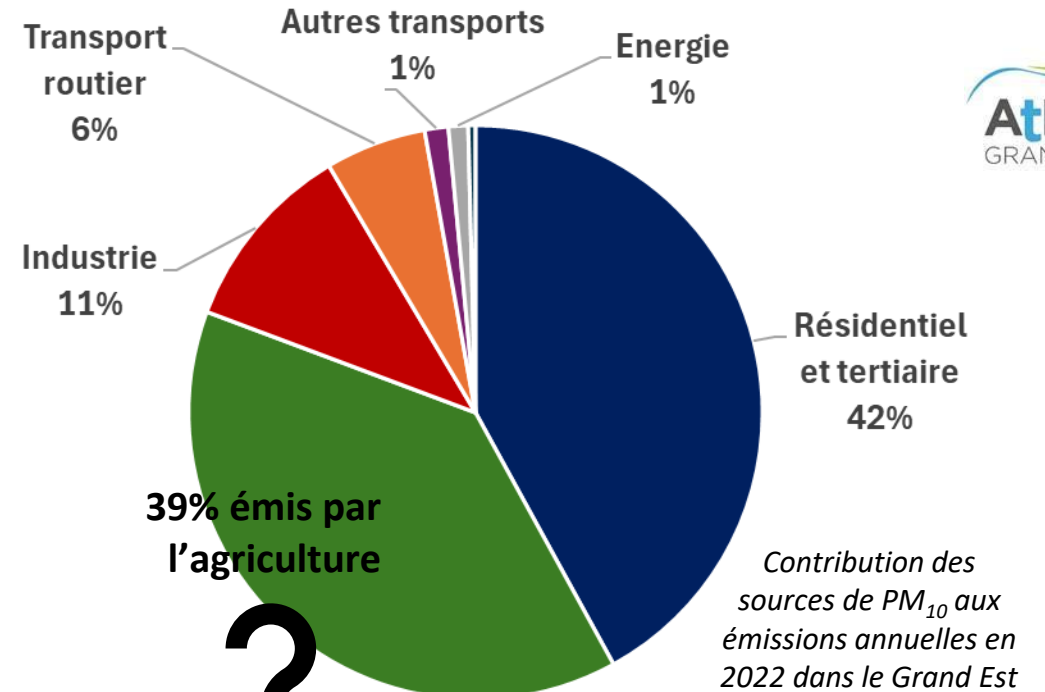
→ Chiffres des émissions : uniquement les particules primaires

### Particules primaires

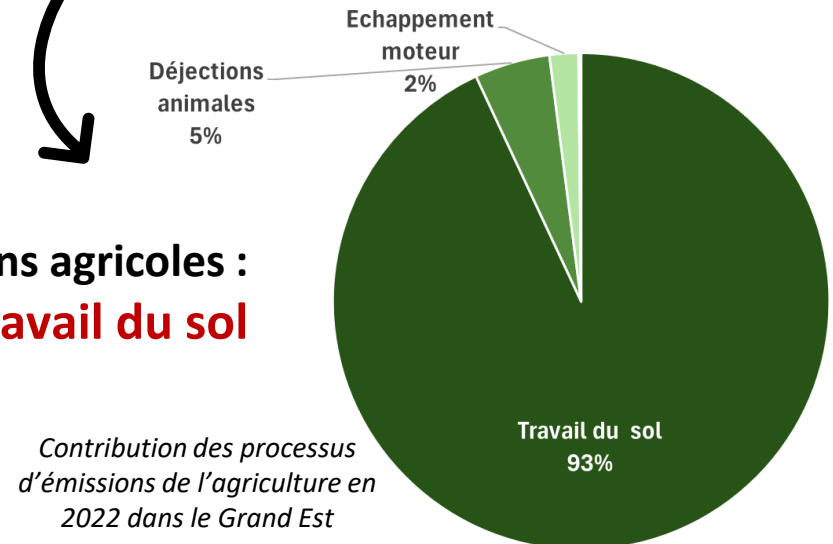
C'est-à-dire les particules directement émises dans l'air sous forme de particules

PM primaires

Emissions

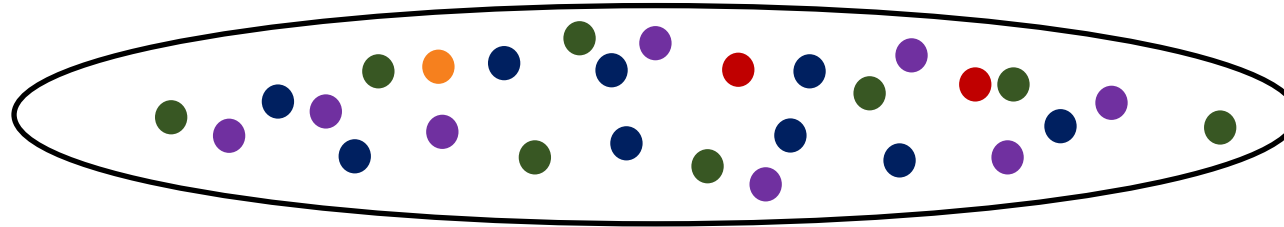


Emissions agricoles : **93% liées au travail du sol**



## Particules agricoles

→ A ces particules primaires, s'ajoutent des particules **secondaires**



### Particules primaires

C'est-à-dire les particules directement émises dans l'air sous forme de particules

### PM secondaires

### Particules secondaires

Particules formées dans l'atmosphère à partir de gaz émis par différentes sources

PM primaires

Gaz

Réactions dans l'atmosphère

Emissions

Emissions



L'ammoniac  
(NH<sub>3</sub>)

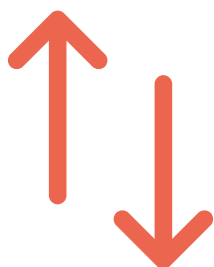
## Particules secondaires et ammoniac



→ L'ammoniac (un gaz) réagit avec d'autres gaz (notamment les oxydes d'azote) pour former des particules secondaires de nitrate d'ammonium

L'ammoniac  
(NH<sub>3</sub>)

Oxydes d'azote



Si soleil et pas de pluie, pas trop chaud



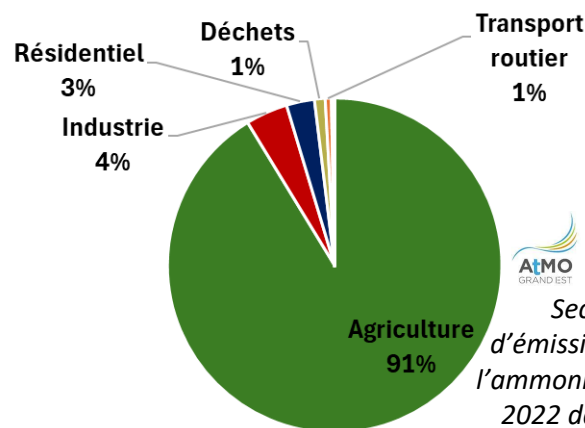
Nitrate d'ammonium

Quels sont les secteurs qui émettent l'ammoniac et les oxydes d'azote

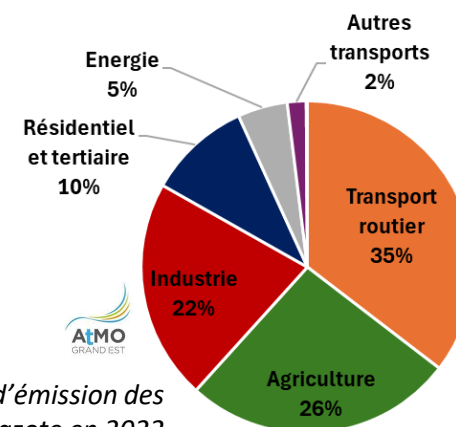


Ammoniac = agriculture

Oxydes d'azote = Multisources, notamment transport routier



Secteurs d'émission de l'ammoniac en 2022 dans le Grand Est



Secteurs d'émission des oxydes d'azote en 2022 dans le Grand Est

## L'ammoniac : qu'est-ce que c'est?

### CE QUE L'ON SAIT DÉJÀ :

Ammoniac = gaz dans l'air ambiant majoritairement émis par l'agriculture  
Forme des particules fines par réactions avec des gaz  
Effets sanitaires des particules fines sur la population

### CE QUE L'ON VA SAVOIR :



#### Effets sanitaires et environnementaux directs

Atteintes sanitaires si forte concentration. Atteinte végétaux et déséquilibre des milieux naturels

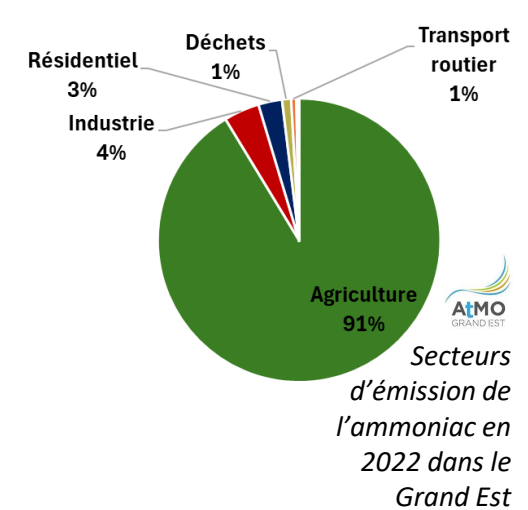
#### Réglementations des émissions

Intégré au PREPA\* avec un objectif national de réduction de 13% des émissions en 2030 par rapport à 2005

#### Réglementations des concentrations

Non réglementé mais sa mesure est intégrée à la nouvelle directive européenne adoptée en 2024

\*PREPA : Plan de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques



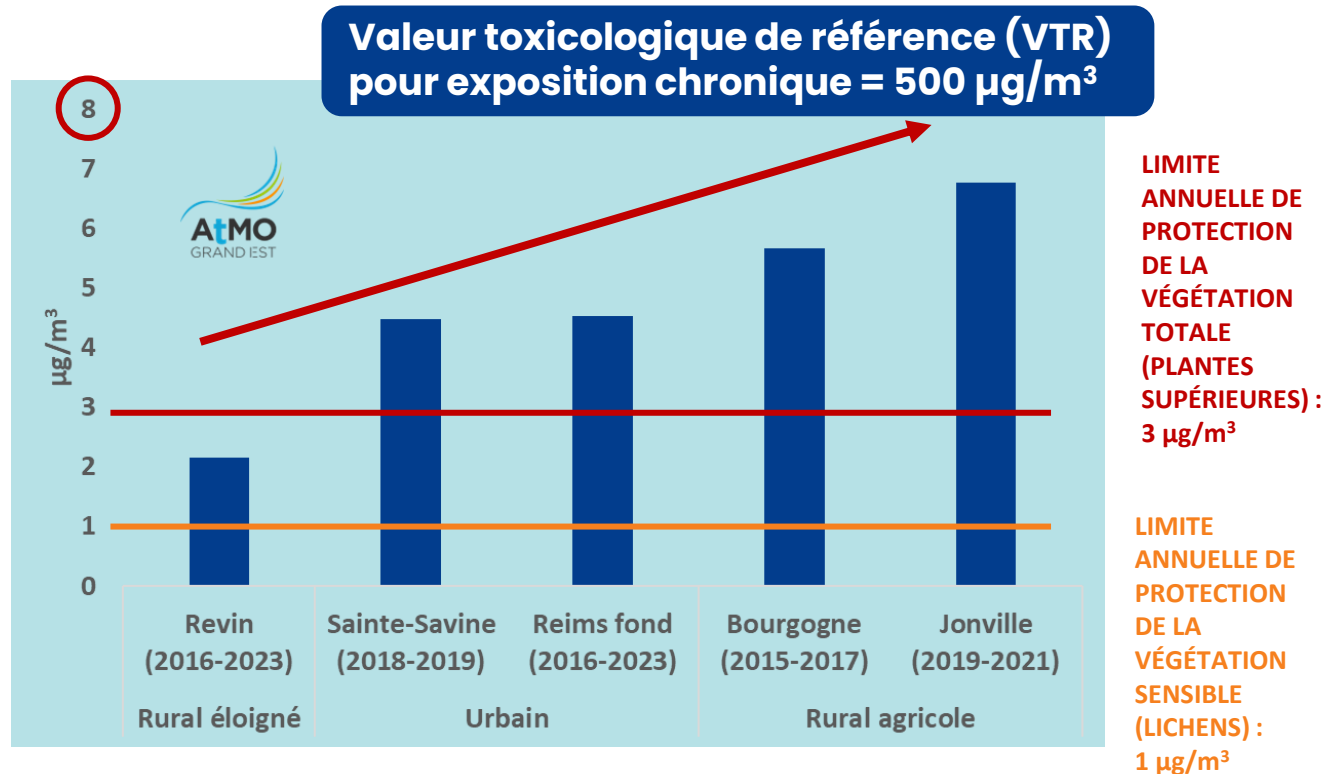


**Réglementations des concentrations**  
Non réglementé mais sa mesure est intégrée à la nouvelle directive européenne adoptée en 2024



## Variabilité spatiale des mesures

- Mesures de la concentration de l'ammoniac = quantité (en  $\mu\text{g}$ ) d'ammoniac dans 1 mètre cube d'air
- Comparaison de différents sites du Grand Est selon leur environnement : rural éloigné (non influencé par l'activité humaine), urbain et rural à proximité d'activités agricoles



**1ère observation**  
Gradient de concentration dans l'ordre : **Rural éloigné < urbain < rural agricole**

**2ème observation**  
**Tous les sites > limite annuelle pour la végétation sensible**  
Seul le **site rural éloigné** < limite annuelle pour la végétation totale

Moyenne des mesures annuelles en ammoniac par site dans le Grand Est sur la période 2015-2023

## Historique des mesures

→ Exemple de 2 sites de mesure de la région Grand Est :

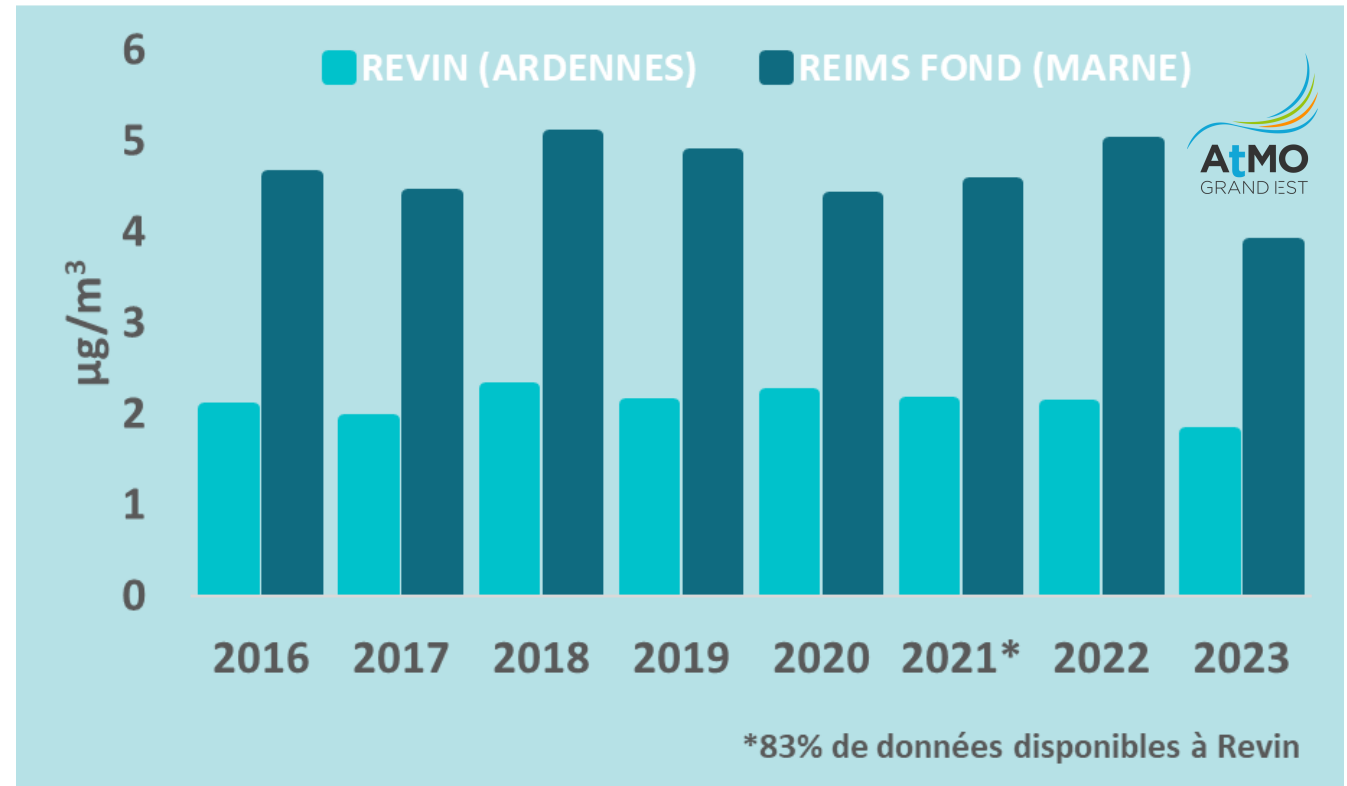
- Revin : site peu influencé par l'activité humaine
- Reims : site urbain en agglomération

### 1<sup>ère</sup> observation

Concentrations **site urbain** >> **site non influencé**  
Environ 2 fois plus d'ammoniac sur le site urbain

### 2<sup>ème</sup> observation

**Pas de tendance nette à l'augmentation ou à la diminution** des concentrations pour les 2 sites

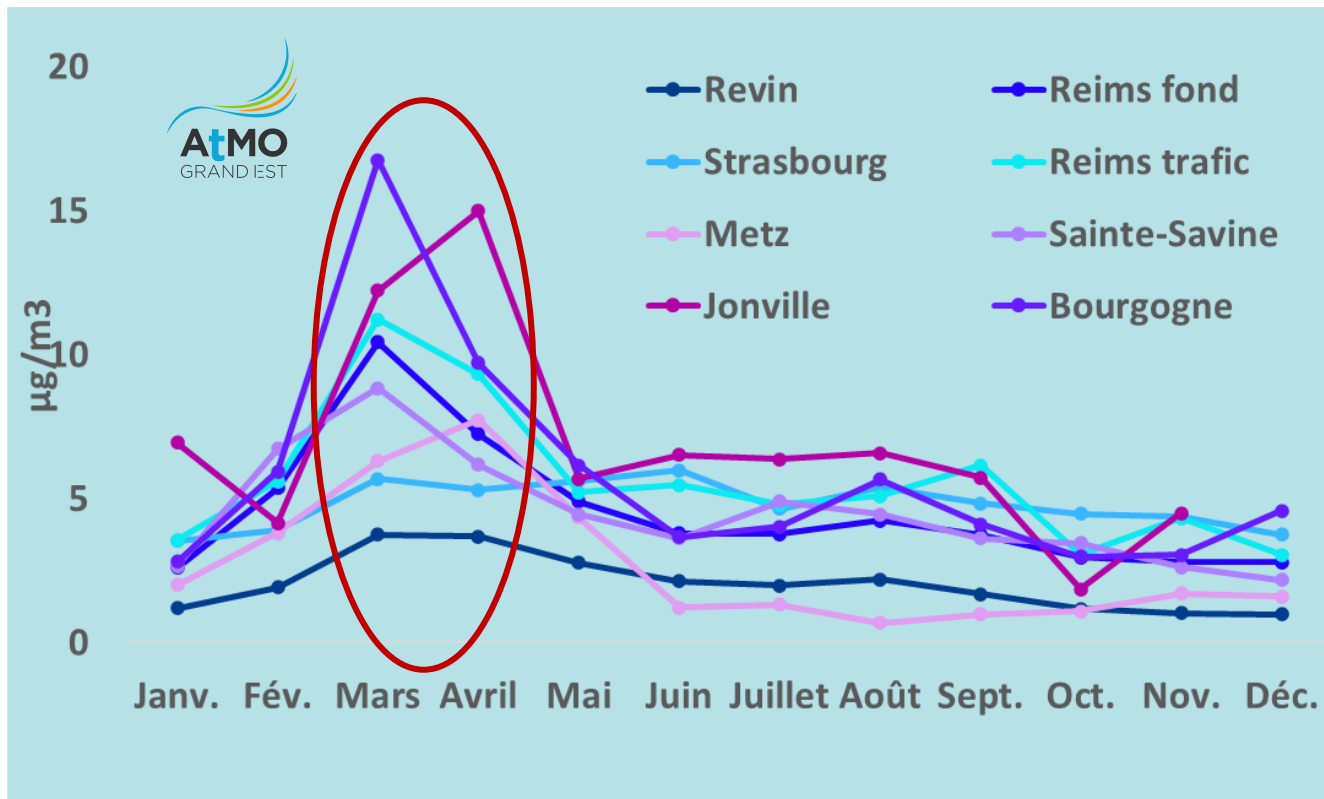


Historique des moyennes annuelles en ammoniac sur 2 sites du Grand Est sur la période 2016-2023



## Variabilité mensuelle

→ Exemple des moyennes mensuelles sur différents sites du Grand Est



Comparaison des variations mensuelles de l'ammoniac sur les sites du Grand Est sur la période 2016-2023

### 1<sup>ère</sup> observation :

Forte variabilité mensuelle :

**mars/avril >> autres mois**

→ Influence des épandages agricoles mais influence plus ou moins forte

### 2<sup>ème</sup> observation :

Niveaux moyens sur le reste de l'année même lorsque les épandages sont interdits = **influence d'autres sources**

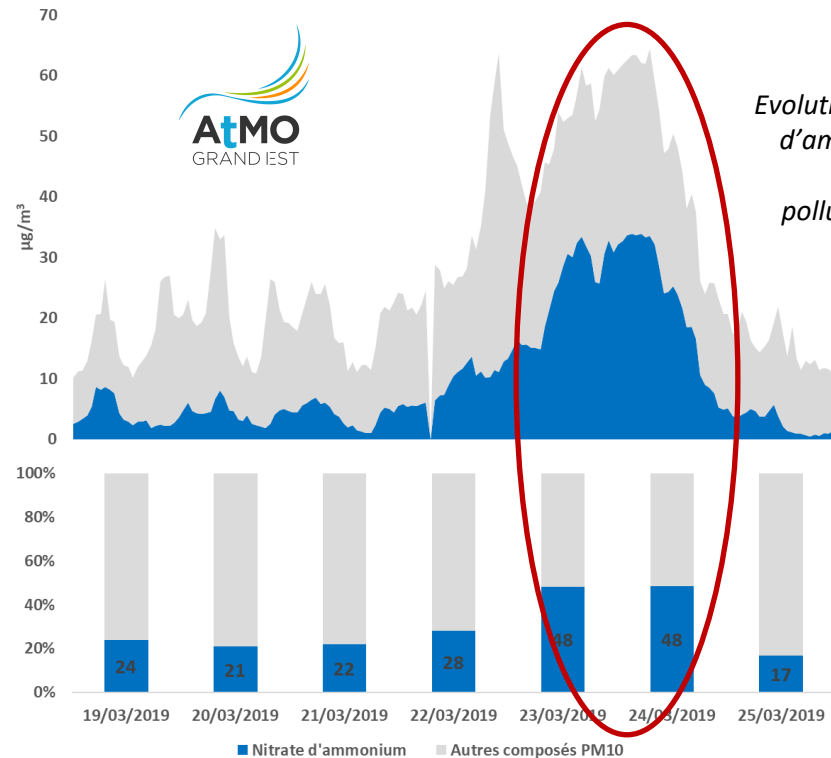
Pour en savoir plus sur l'ammoniac dans le Grand Est :

- [Storymap ammoniac](#)
- [Datavisualisation des données ammoniac](#)

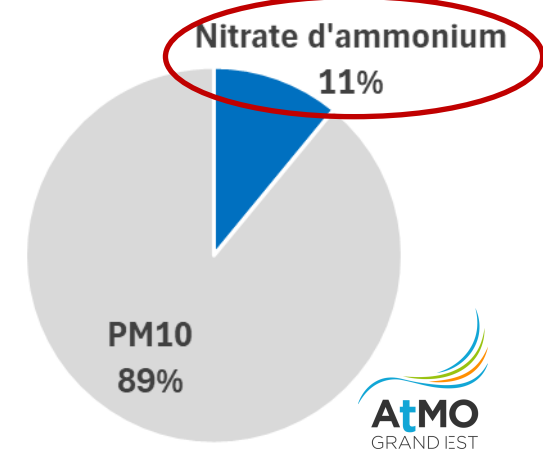
## Contribution aux particules

→ Composition chimique des particules mesurée dans l'air ambiant en temps réel

**1<sup>ère</sup> observation**  
En moyenne : **11% des particules PM<sub>10</sub>** donc composé majoritaire



Moyenne 2020-2023

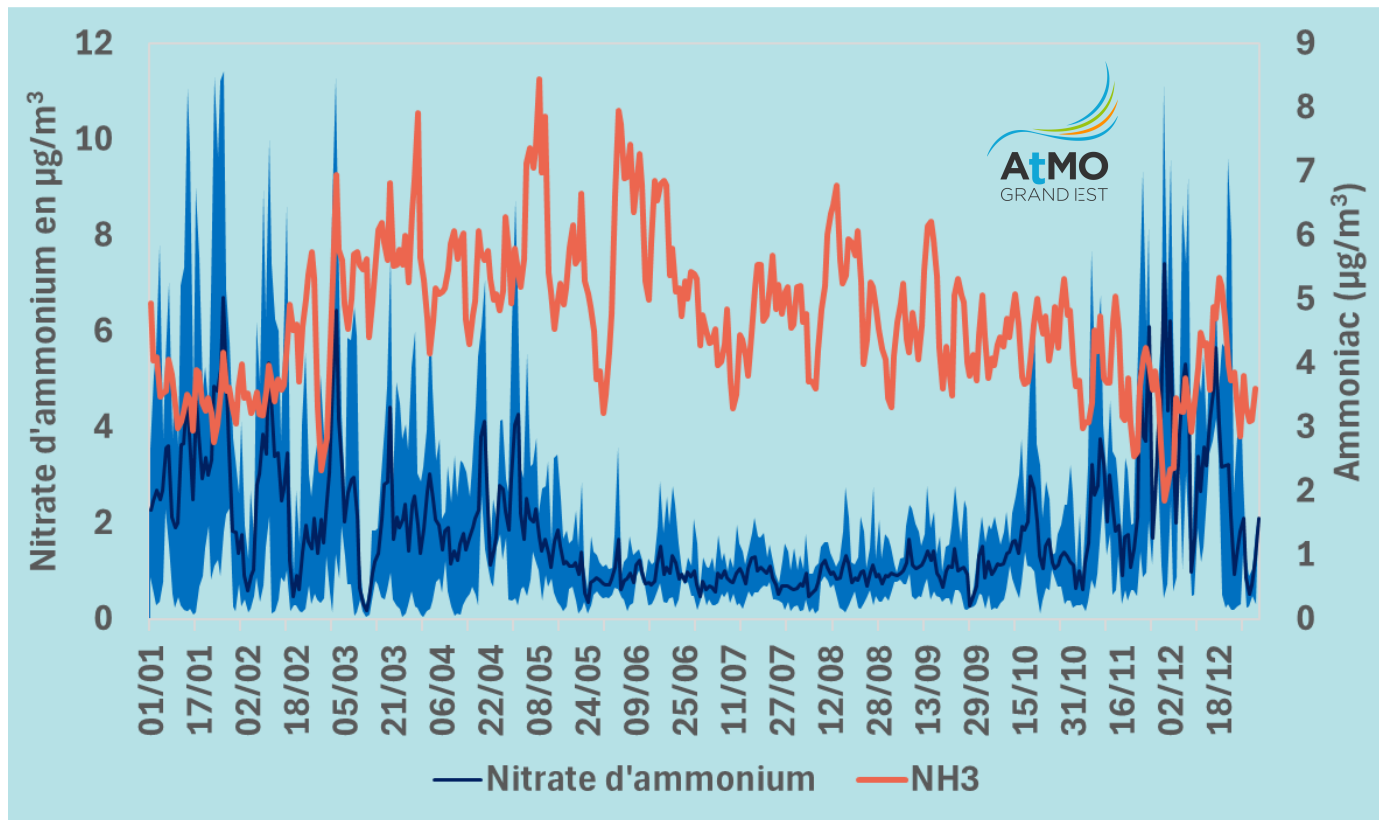


Contribution moyenne du nitrate d'ammonium aux PM<sub>10</sub> à Strasbourg sur la période 2020-2023

**2<sup>ème</sup> observation**  
**Forte variabilité selon les jours**  
Cette contribution peut atteindre **jusqu'à 50% des PM<sub>10</sub>** comme dans cet épisode de pollution aux particules (concentration sur une journée dépassant 50 µg/m<sup>3</sup>) de mars 2019

## Variabilité temporelle

→ Moyenne journalière du nitrate d'ammonium et de l'ammoniac à Strasbourg



Variation journalière moyenne du nitrate d'ammonium et de l'ammoniac à Strasbourg calculée à partir des données 2020-2023

### 1<sup>ère</sup> observation

Nitrate d'ammonium : **saisons froides > saison chaude**

### 2<sup>ème</sup> observation

Nitrate d'ammonium : **pas de corrélation directe avec les concentrations en ammoniac**

## Conditions de formation

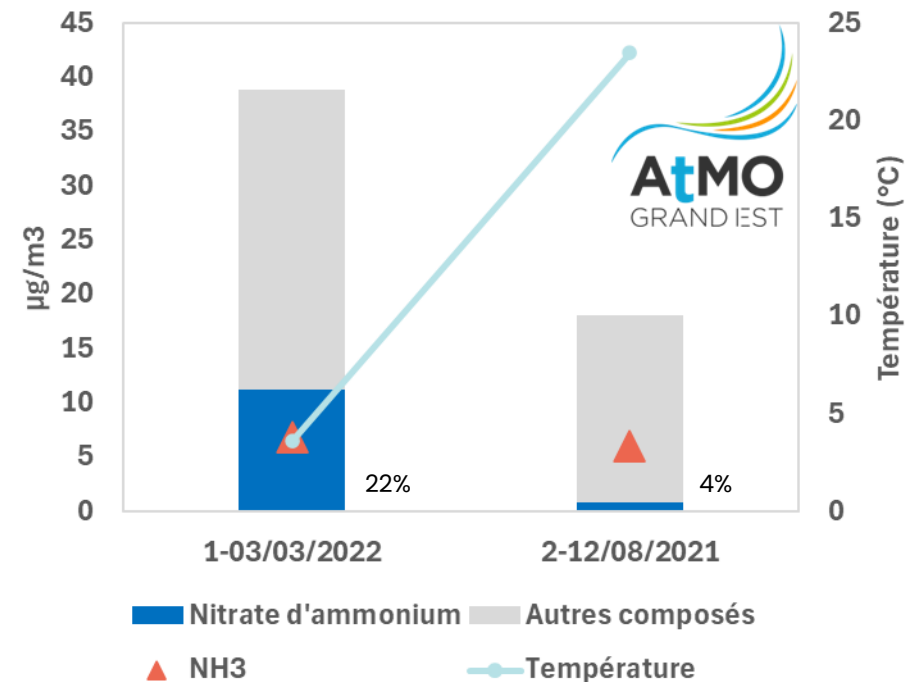
- Comparaison entre les niveaux en ammoniac et en nitrate d'ammonium sur deux journées :
- Journée début printemps (03/03/2022)
  - Journée d'été (12/08/2021)

### 1<sup>ère</sup> observation

Pour des mêmes moyennes en ammoniac ( $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) :  
**niveaux et contributions en nitrate d'ammonium plus de 10 fois plus élevés en mars** (22% vs 4%)

### 2<sup>ème</sup> observation

En **période estivale, températures trop élevées** :  
les gaz restent sous forme gazeuse → pas de formation de nitrate d'ammonium même si ammoniac émis



Comparaison de 2 jours (début printemps vs été) pour les concentrations en nitrate d'ammonium et ammoniac



## Conclusion

→ Activités agricoles = émettrices directement de particules primaires, d'ammoniac et d'oxydes d'azote

### AMMONIAC

- Polluant gazeux
- **Impliqué dans la formation de particules secondaires de nitrate d'ammonium**
- Concentrations en air ambiant dépendent des sites
- Pas de tendance à la baisse ou à la hausse sur les 8 dernières années
- **Forte variabilité mensuelle** = influence des épandages agricoles notamment au printemps

### NITRATE D'AMMONIUM

- Particules secondaires formées à partir d'ammoniac et d'oxydes d'azote
- Contributeur important des particules : 11% en moyenne et jusqu'à 50% certains jours
- Formation du nitrate d'ammonium fortement dépendante de la température : même si concentrations en ammoniac similaires → **pas de PM si température trop élevée**

# Merci pour votre attention !



<https://www.atmo-grandest.eu/>



[melodie.chatain@atmo-grandest.eu](mailto:melodie.chatain@atmo-grandest.eu)

[Mélodie Chatain](#)  
[ATMO Grand Est](#)