



Quels travaux faut-il engager pour l'avenir ?

Modélisation de l'ammoniac et apport des images satellitaires

Porté par Marion Delidais et Nicolas Moreau, ingénieurs



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



Objectifs de l'action modélisation

Développer des outils numériques pour la récupération et l'exploitation de données de modélisation régionale, notamment des données de concentrations d'ammoniac.



Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Les données de modélisation



Esmeralda Haute Résolution et **Basse Résolution** (3 et 15km de résolution respectivement)



- **Mocage** (produit par Météo-France)
- **Chimere** (produit par l'IPSL)
- **"Ensemble"** (produit par CAMS)



Utilisation uniquement en 2023 (sortie NH₃ fournie en mai 2022)

Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Deux analyses

Analyse sur l'année 2022:

- ✓ Analyse sur l'ensemble du domaine Esmeralda
- ✓ Prend en compte de nombreuses stations de mesure
- ? Différences de méthodologies dans le parc de stations
- ✗ Ne prends pas en compte Prev'air

Analyse sur l'année 2023:

- ✓ Analyse sur un domaine réduit: la Bretagne
- ✗ Moins de stations de mesures utilisées dans l'analyse
- ✓ Méthodologies d'étalonnage similaire pour toute les stations utilisées
- ✓ Prise en compte de Prev'air

Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Les données de mesures en 2022

Stations de fond rurales :

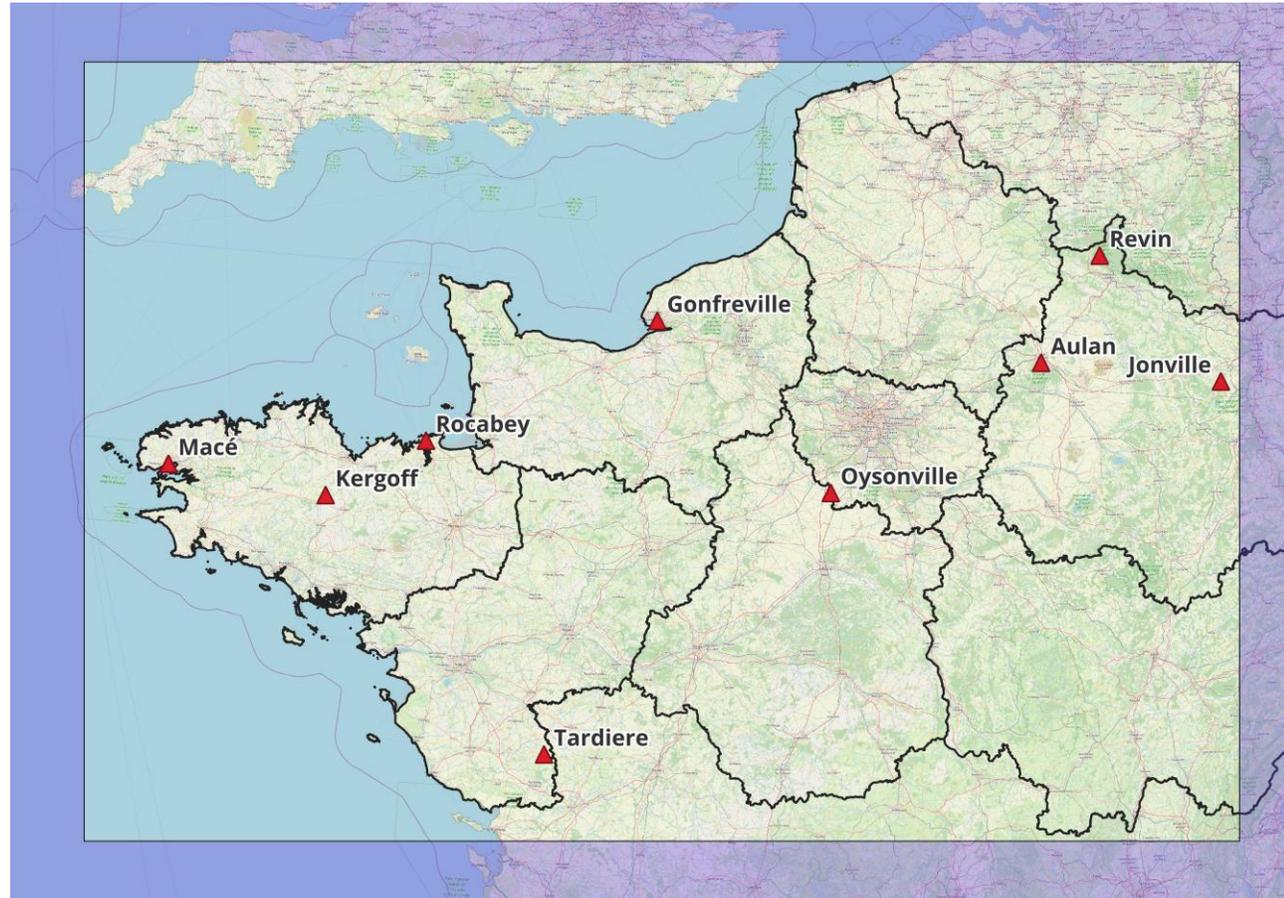
- **Kergoff**
- **La Tardière**
- **Oysonville**
- **Jonville**
- **Revin**

Stations de fond urbaines :

- **Macé**
- **Gonfreville**
- **Aulan (Reims)**

Station périurbaine:

- **Rocabey (Saint Malo)**



Source: Fournies par les AASQA ou téléchargées sur Geod'air.

Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Les données de mesures en 2023

Stations de fond rurales :

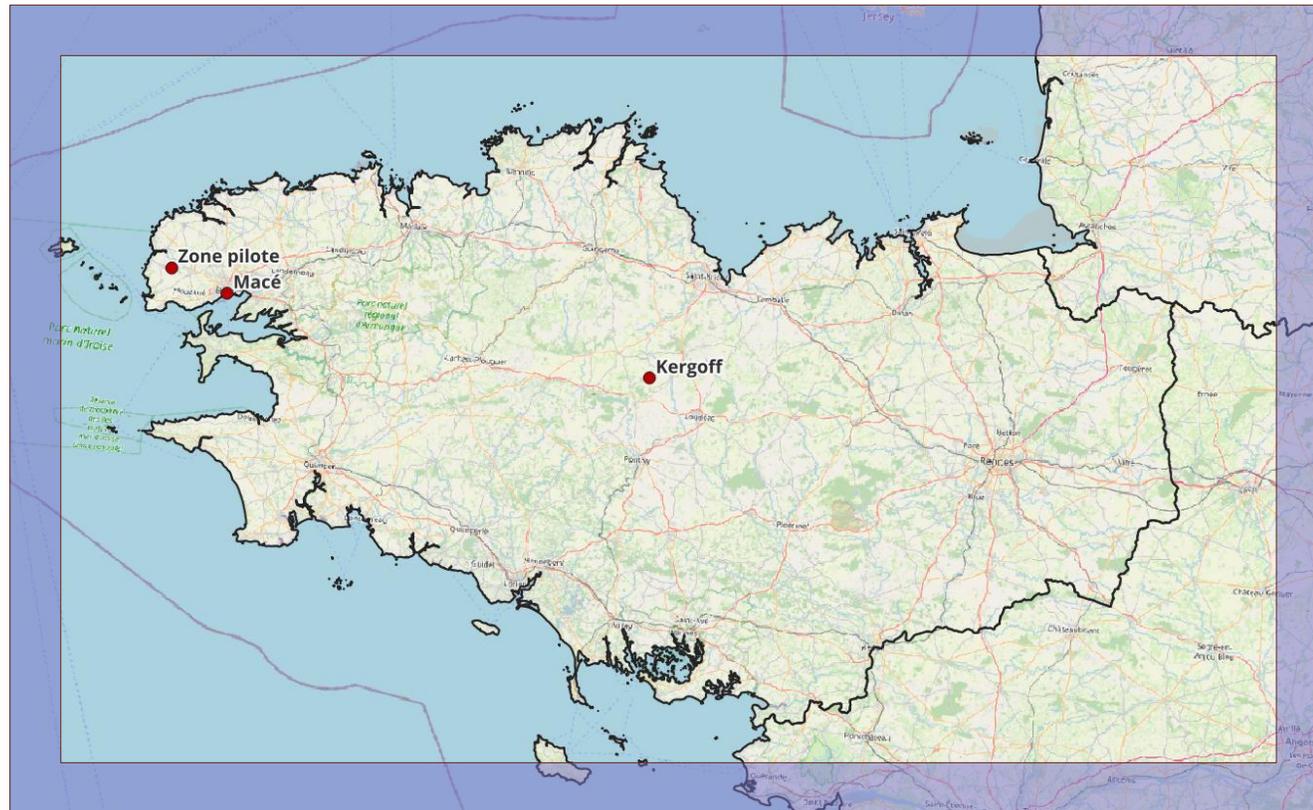
- **Kergoff**

Stations de fond urbaines :

- **Macé**

Zone pilote ABAA:

- **Une station prise en compte**



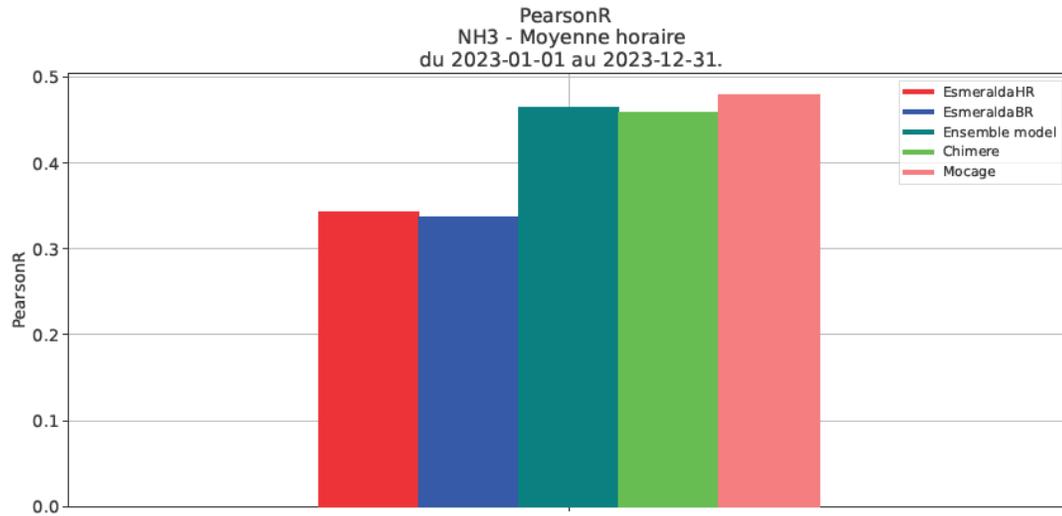
Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Les indicateurs statistiques

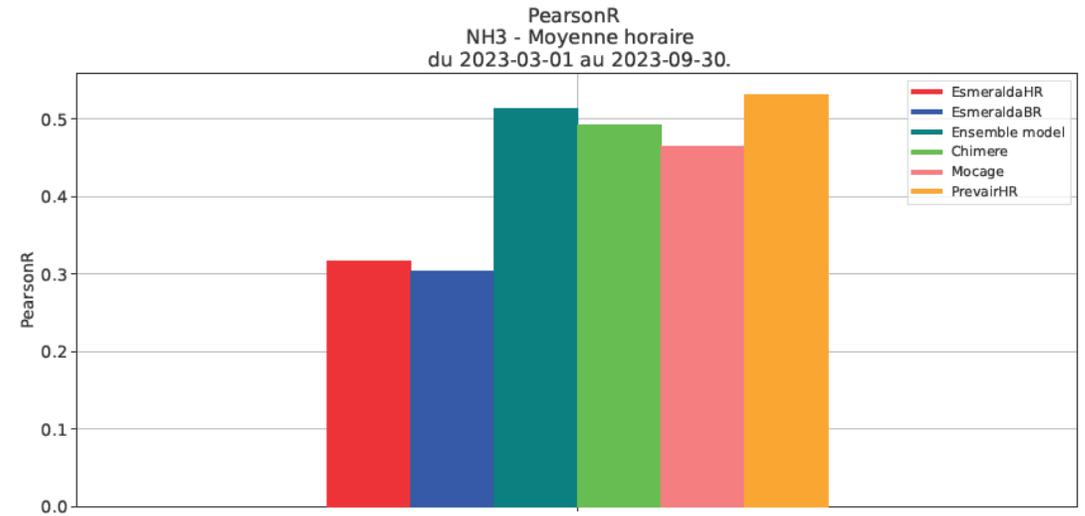
1. **Biais moyen**, plus proche de 0 possible.
2. **Corrélation**, plus proche de 1 possible. Cible (indicatif) : 0.6
3. **Sensibilité aux détections** (bonne, manquées, fausse)

Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Résultats 2022:



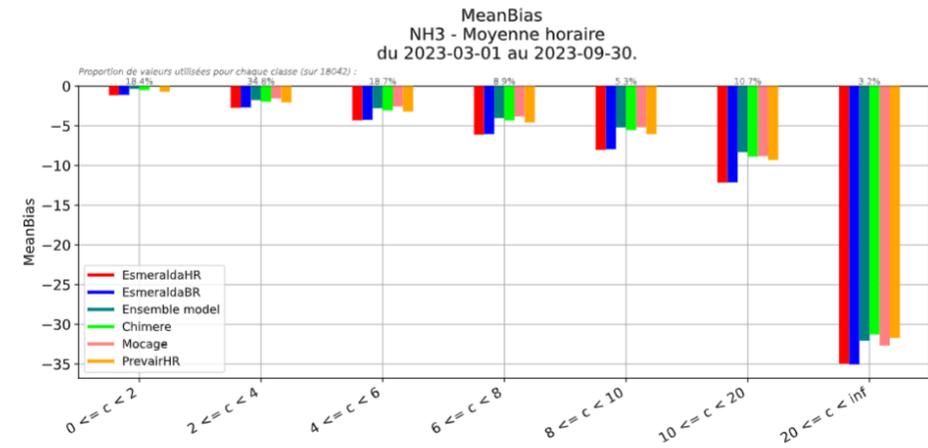
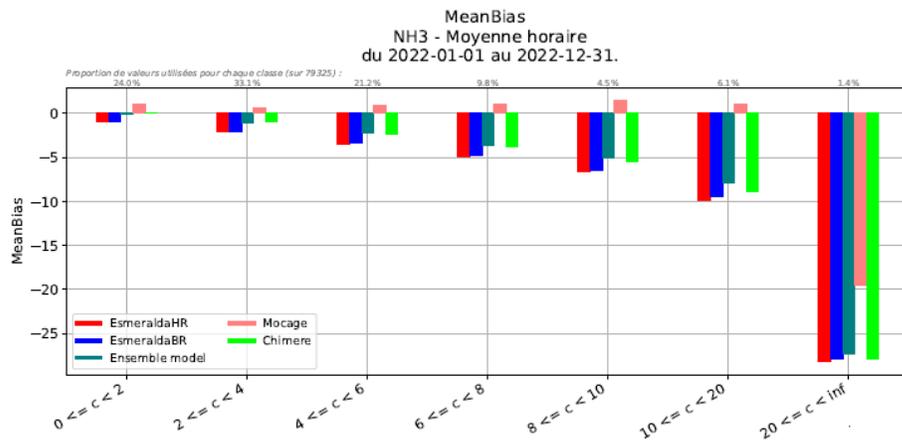
Résultats 2023:



Corrélation en 2022 (à gauche) et en 2023 (à droite)

Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Résultats:



Biais moyen par gammes de concentration en 2022 (à gauche) et en 2023 (à droite)

Action modélisation : Comparaison modèle-mesure

Résultats:

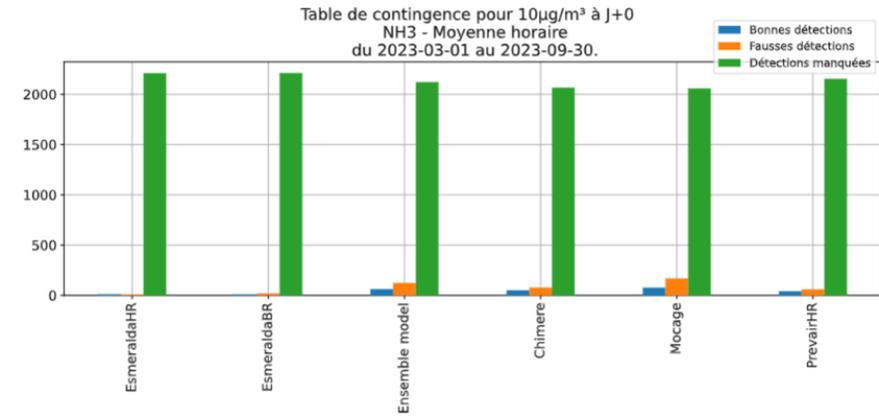
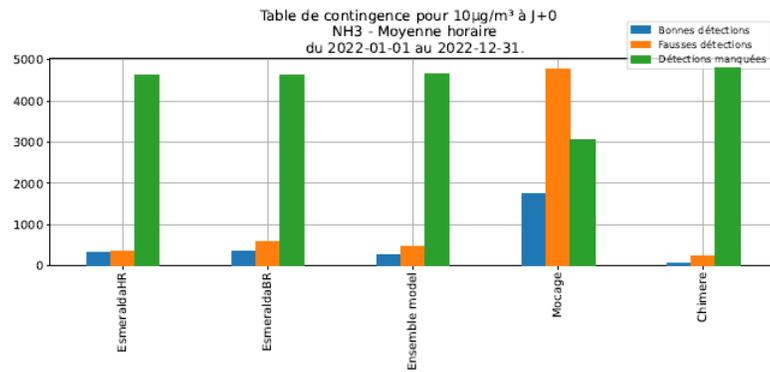


Table de contingence des détections de dépassement de seuil à J0 en 2022 (à gauche) et en 2023 (à droite)

Action modélisation : Assimilation & prévision statistique

Assimilation de donnée

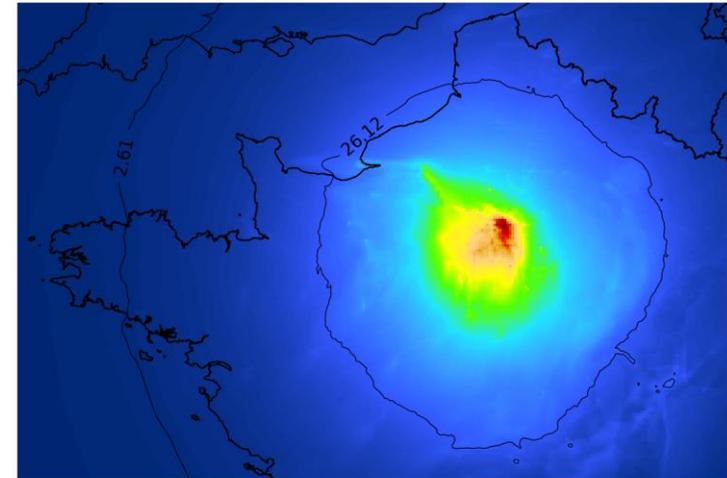
Objectif:

Améliorer les résultats d'une modélisation en intégrant de la mesure.

Etapes:

- Extraction des données de modélisation et de mesure aux coordonnées des stations
- Calcul d'une matrice de covariance
- Calcul de l'erreur mesurée
- Calcul de l'erreur spatialisée
- Calcul du modèle assimilé

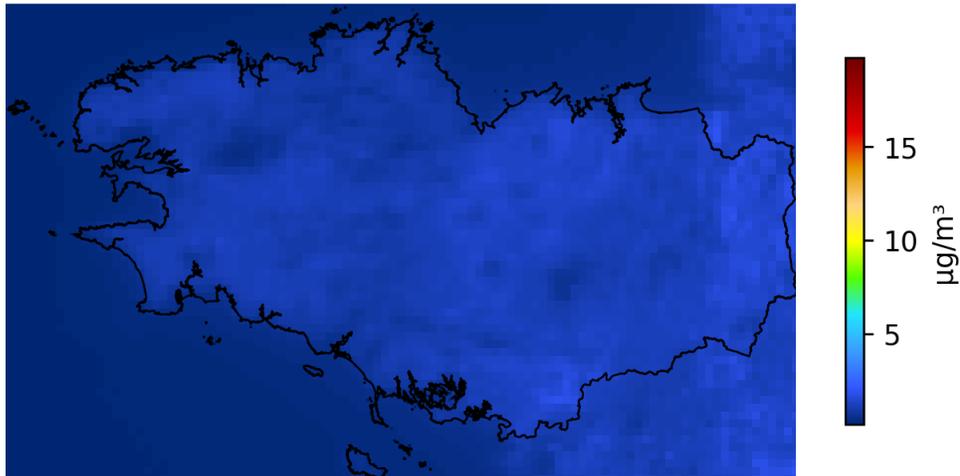
Covariance modélisée entre la maille 25200 et les autres
avec 'scale_xy' = 100000



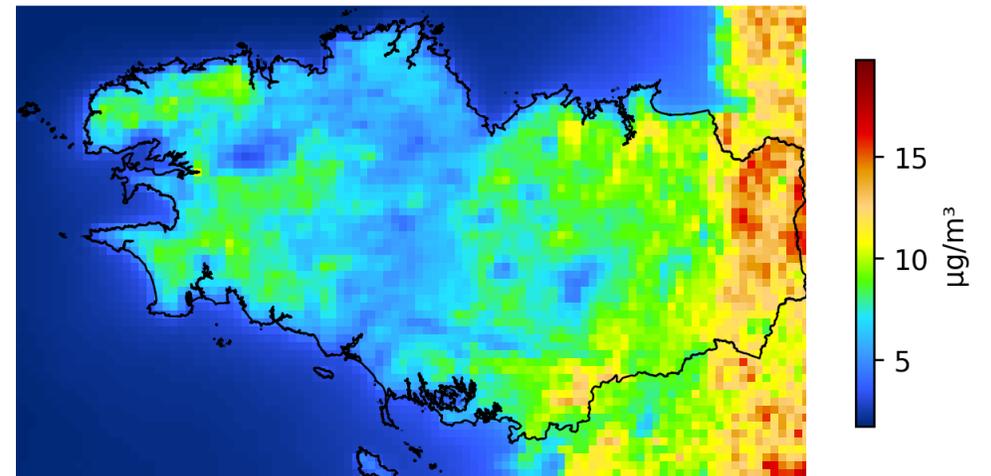
Action modélisation : Assimilation & prévision statistique

Assimilation de donnée

Carte de concentrations de NH_3 pour le modèle **Esmeralda** brut



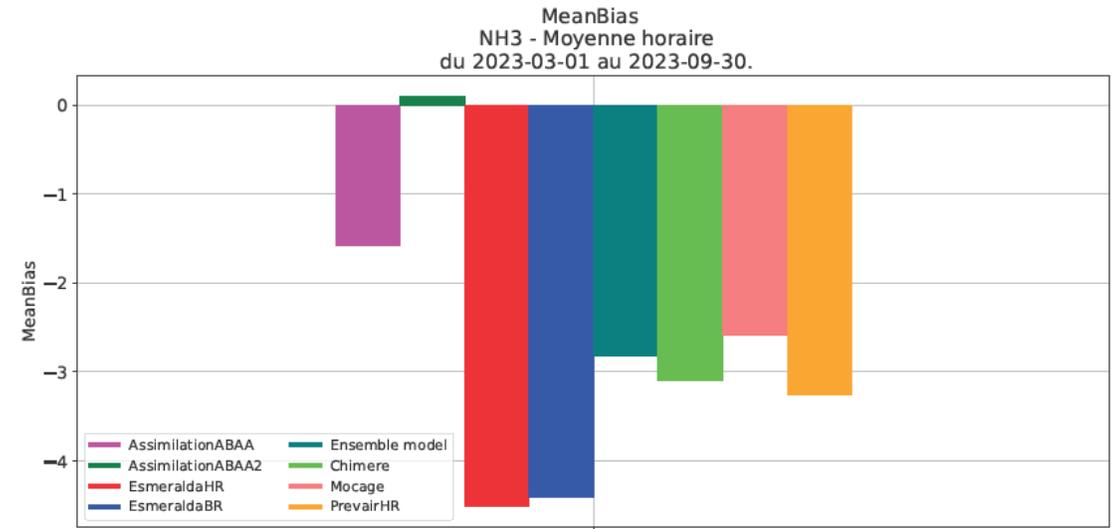
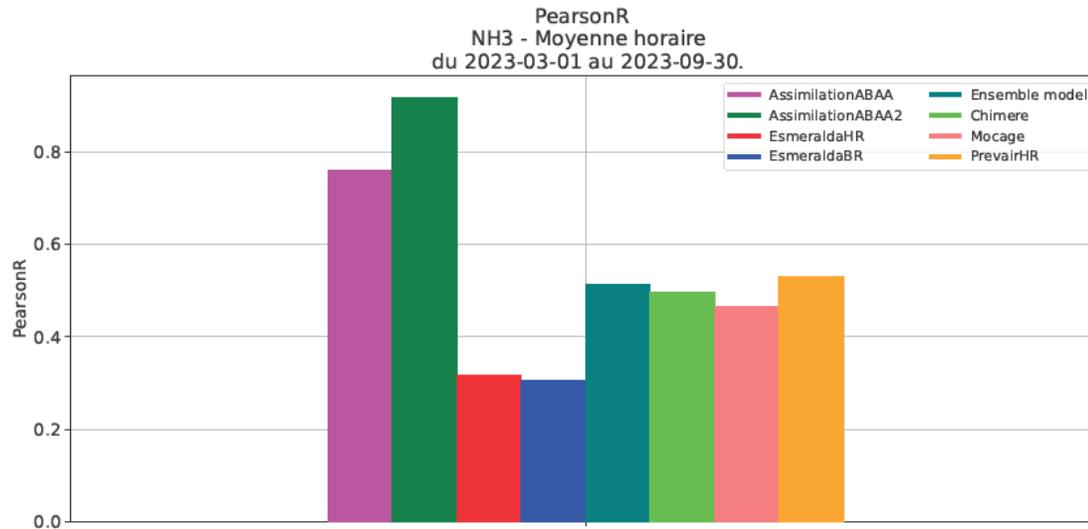
Carte de concentrations de NH_3 pour le modèle **Assimilé**



Exemple de cartes de concentrations d'ammoniac en moyenne annuelle en 2023

Action modélisation : Assimilation & prévision statistique

Assimilation de donnée: Scores



Corrélation (à gauche) et **biais moyen** (à droite) en 2022

Action modélisation : Assimilation & prévision statistique

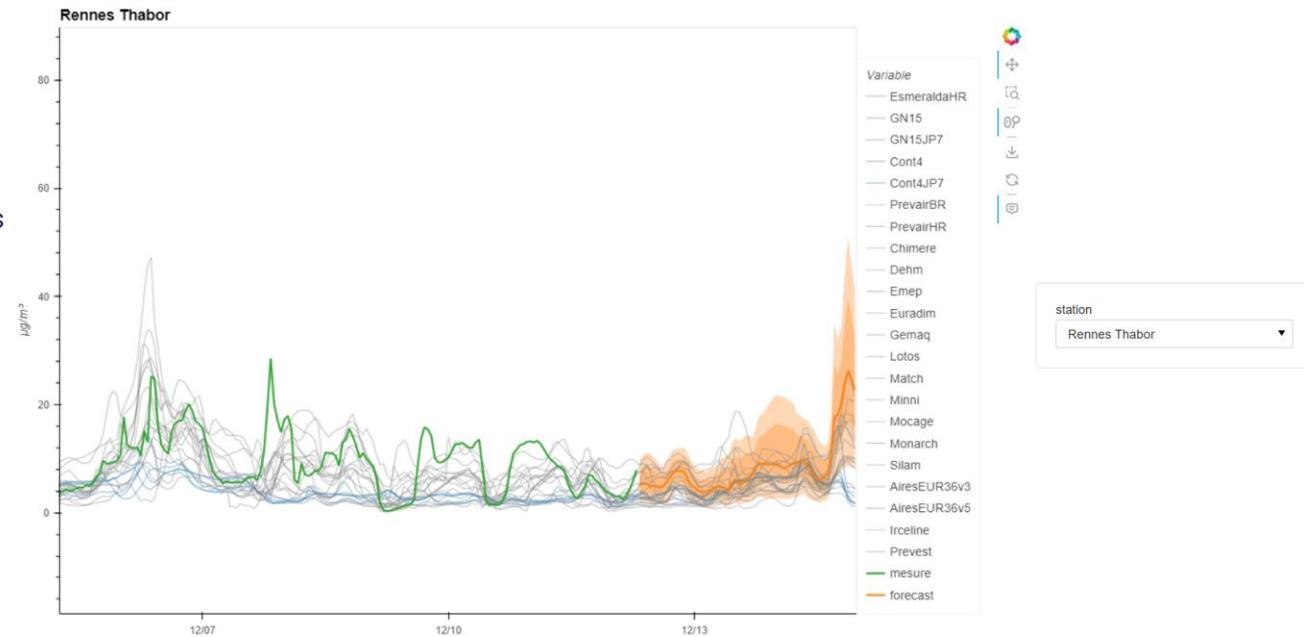
Prévision statistique

Objectif:

Améliorer la qualité d'une prévision en utilisant de la mesure

Etapes:

- Récupération d'un maximum de données de modélisation
- Pour chaque station, récupération des concentrations mesurées au stations
- Régression linéaire
- Calcul d'une "pseudo-mesure"
- Assimilation de cette pseudo-mesure sur un modèle



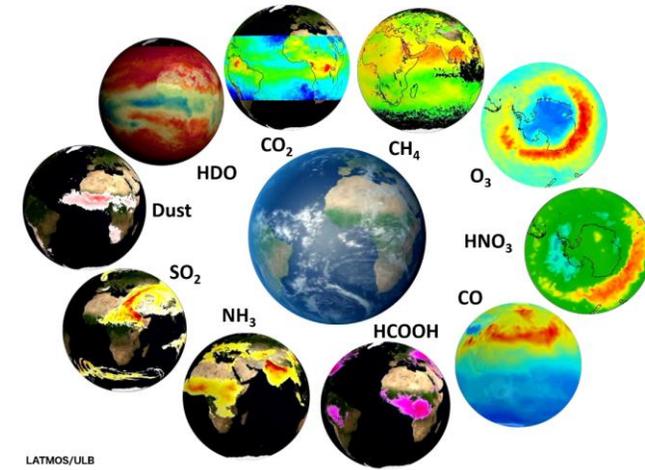
Les satellites

Caractéristiques du satellite IASI

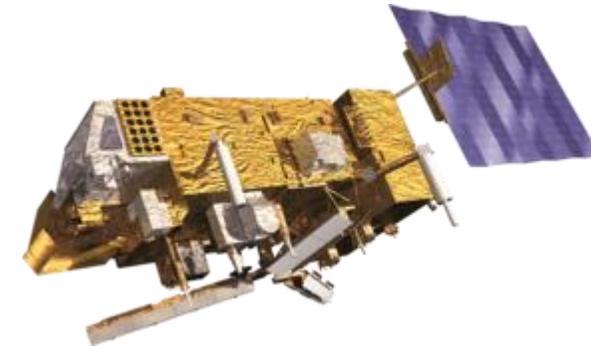
- 3 satellites : **METOP-A, B et C** lancés en 2006, 2012 et 2018
- Situé à 800km d'altitude
- Passage deux fois par jours : matin et soir
- Résolution de 12 km
- Données : colonne totale (mole.cm⁻²)

Enjeux

- Données complémentaires aux mesures aux sols et inventaires
- Mieux connaître les sources d'émissions
- Obtenir des données sur la concentration d'autres polluants
- Améliorer les modélisations
- **Sentinel 6B** – lancement en 2025 – passage tous les 30min



LATMOS/ULB

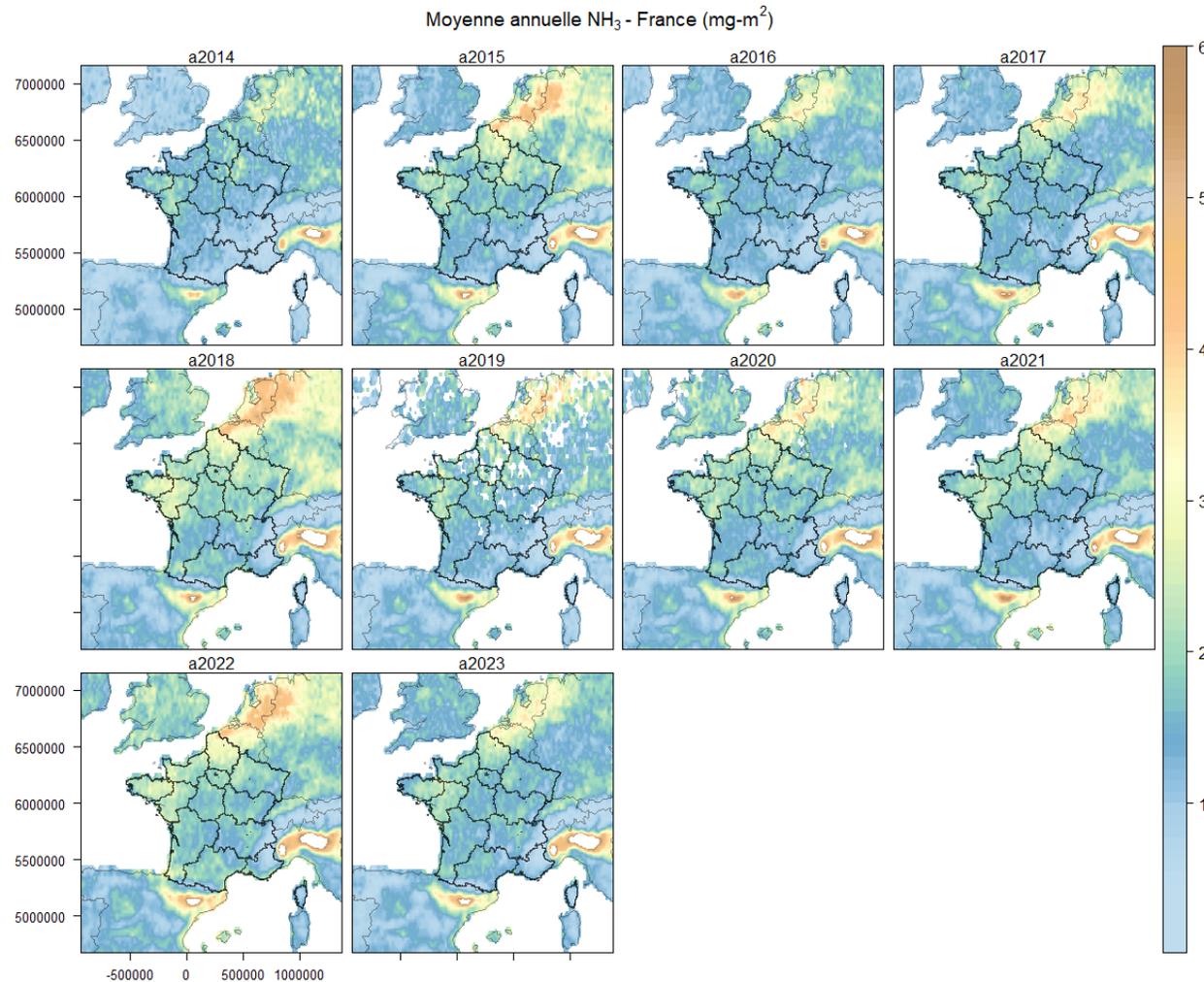


METOP-B



SENTINEL 6

La France vu par l'instrument IASI



Les concentrations moyennes annuelles de 2014 à 2023

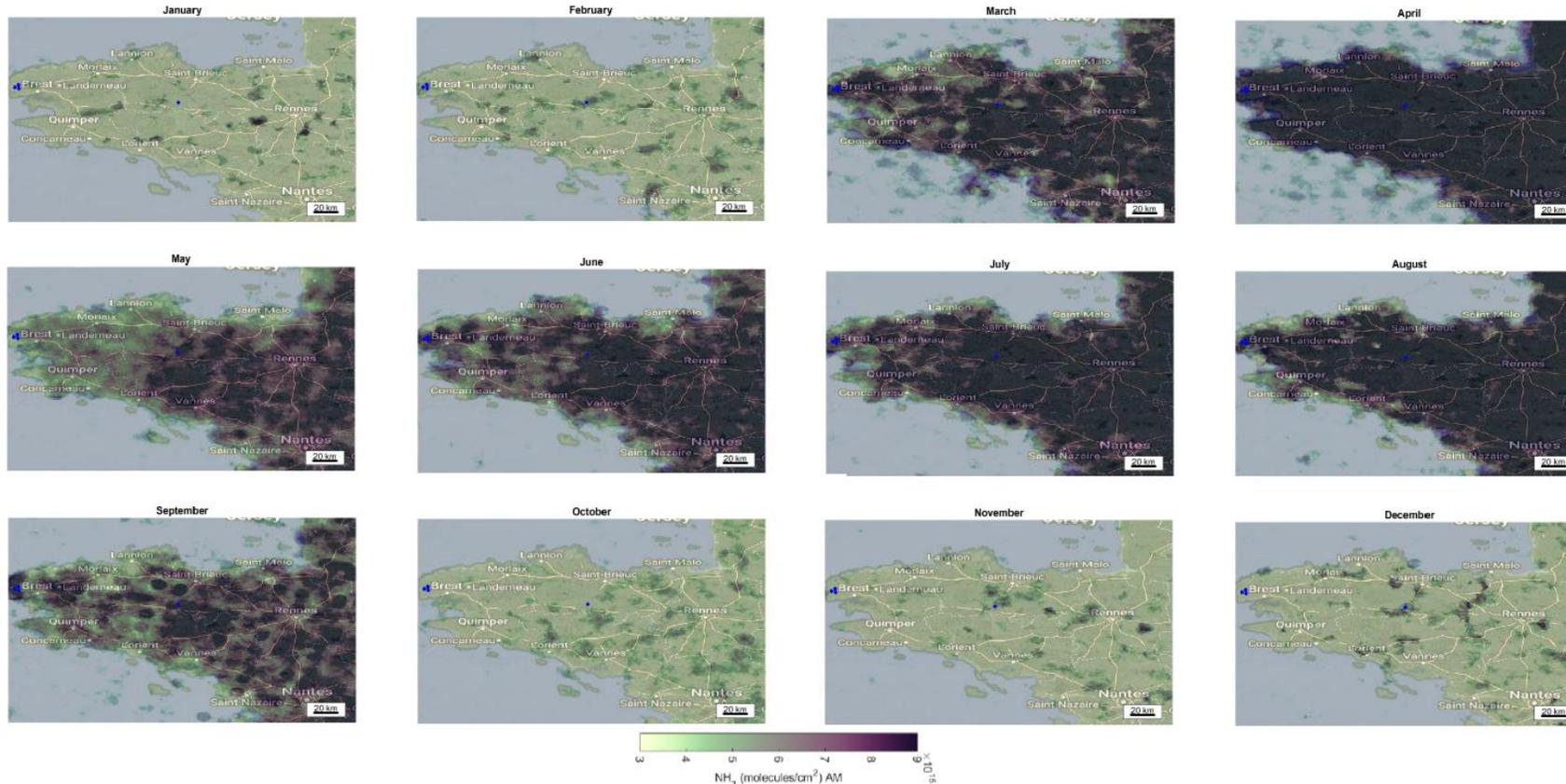
- Division nord-ouest et sud-est
- Fortes concentrations dans le Grand Ouest
- Les régions montagneuses sont être relativement préservées

La Bretagne vu par l'instrument IASI



Bretagne

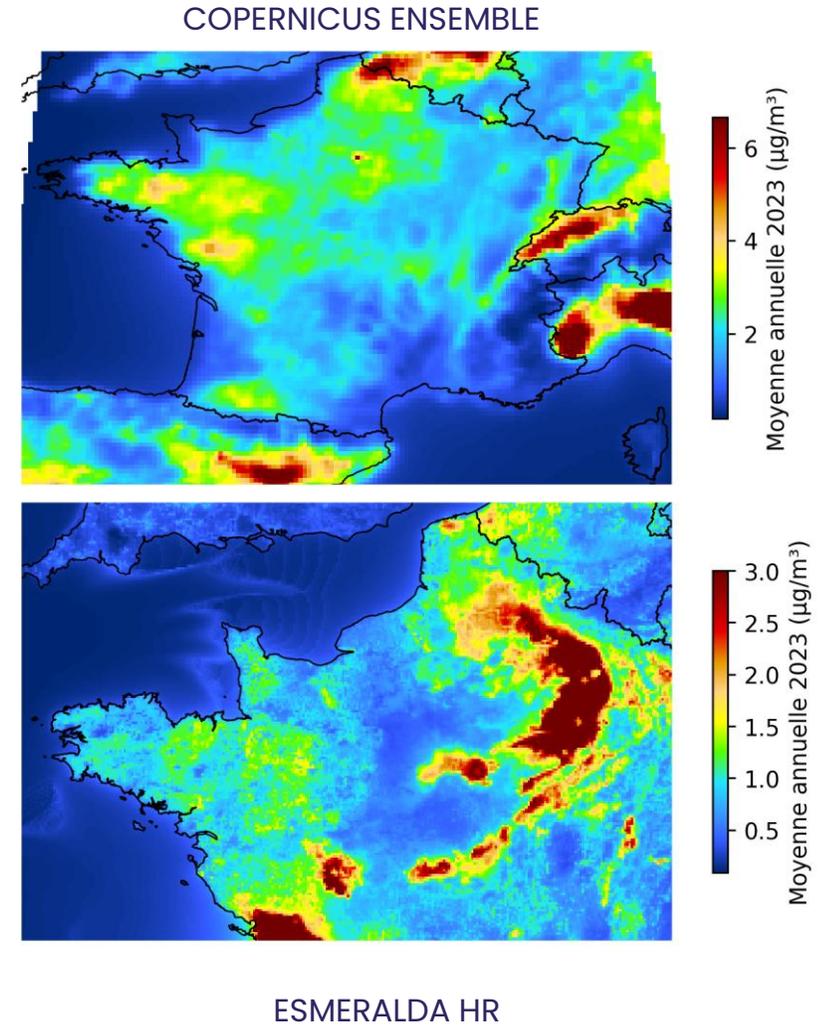
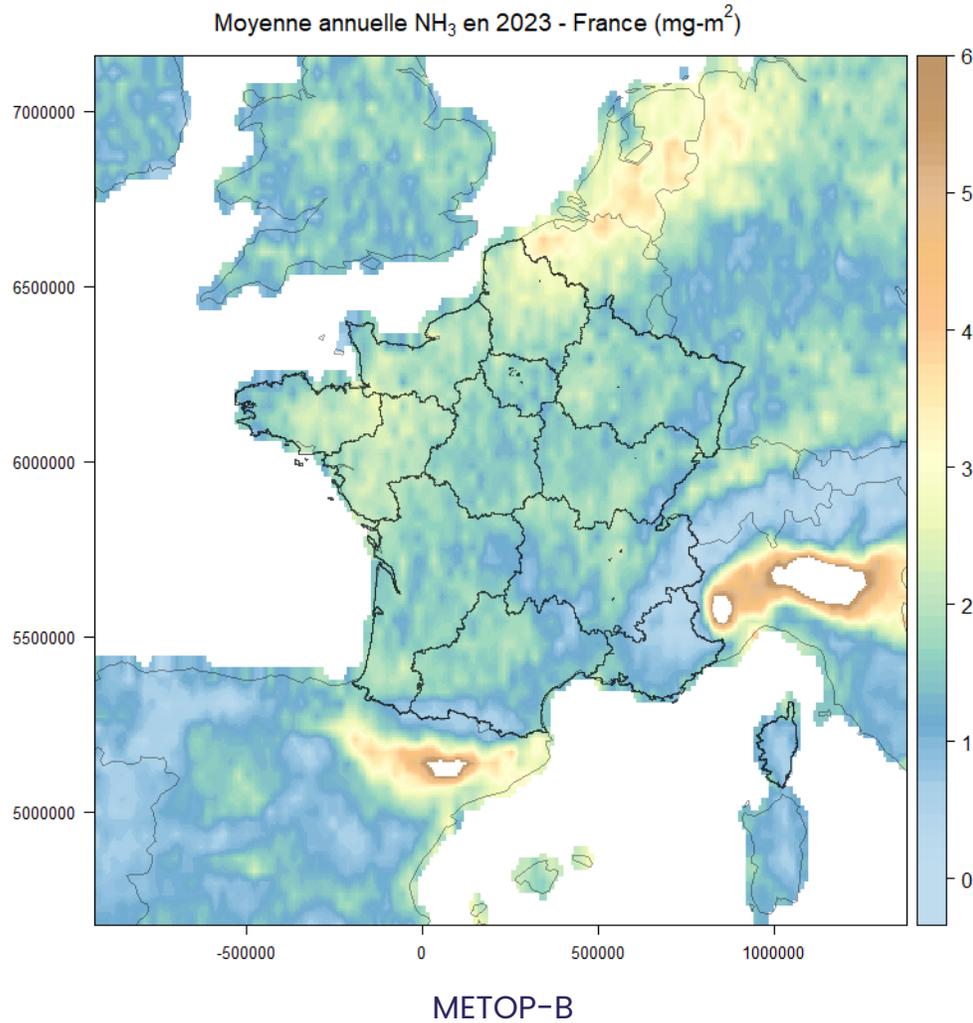
9:30 AM



Des concentrations élevées de mars à septembre

- Localisation des stations ABAA
- Des concentrations élevées 7 mois sur 12

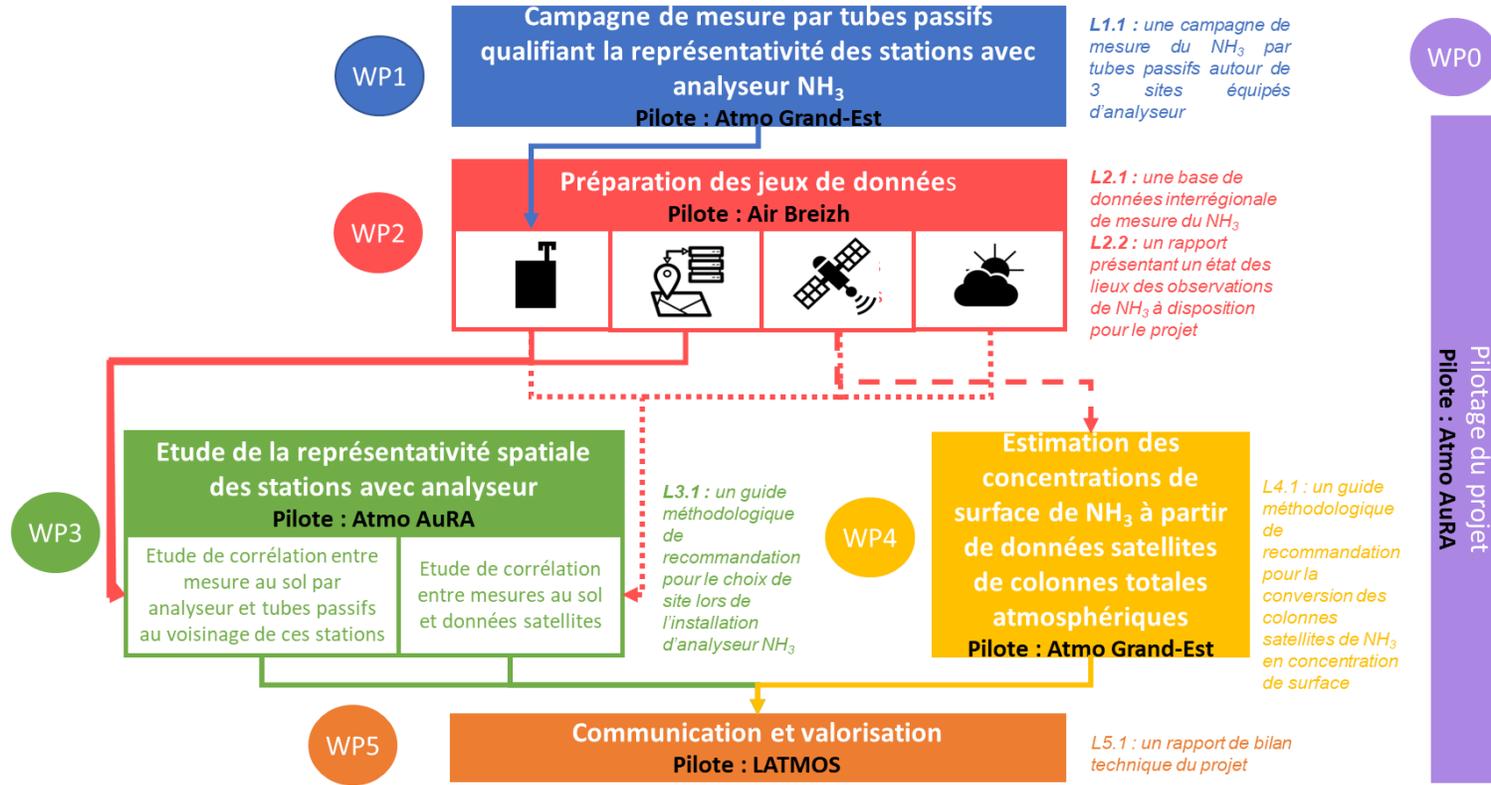
Une concordance : IASI et modèles (2023)



Le projet ROSAS : Représentativité des Observations de Surface d'Ammoniac atmosphérique en appui à l'exploitation des données Satellites (2024 – 2026)

- Faire un bilan des **observations d'ammoniac** existant en France métropolitaine
- **Croisement de données variées** : comparaison avec les mesures aux sols (campagne de mesure d'1 an par tubes passifs), inventaires régionaux et données météorologiques
- **Analyser les liens** entre observations de surface, estimations satellites et données météorologiques
- **Création d'un modèle** permettant d'estimer les concentrations de surfaces de NH_3 (développement d'une méthode de conversion des colonnes satellites de NH_3 en concentration de surface)
- Etablir un **guide méthodologique** permettant d'estimer les concentrations de surfaces avec l'instrument satellite IASI

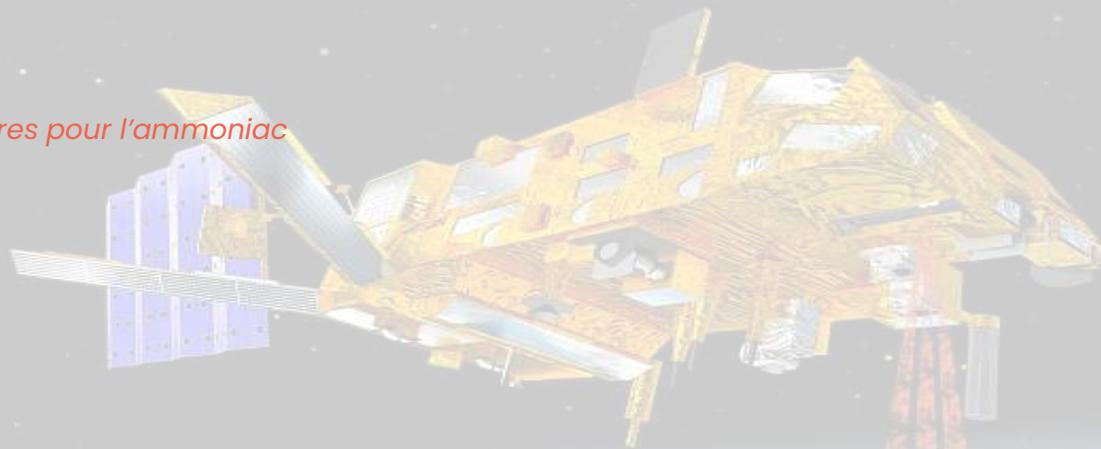
Le projet ROSAS : programme scientifique et technique



Le projet ROSAS : état d'avancement du projet

- **Campagne de tubes passifs d'1 an démarré** de juin 2024 à juin 2025 (protocole commun)
- Création d'une base de données **FTP ROSAS** (mise en commun des jeux de données NH₃)
- Localisation des communes fortement émettrices de NH₃ à partir de cartographies des émissions de NH₃ pour les cultures et cheptels pour les 3 régions (comparaisons iso méthode)
- Création d'un module python **pysat** permettant de télécharger automatiquement les images (en cours)
- Analyse des variables intéressantes (couverture nuageuse, filtre...)
- Utilisation de ces images pour **l'amélioration des modèles de qualité de l'air** (à plus long terme)

```
1 #!/usr/bin/env python
2 # -*- coding:UTF-8 -*-
3
4 *****Image satellite IASI
5
6 Module de connexion à la base IARIS, téléchargements, traitements et lecture d'un
7 fichier .ncf
8 Version 4.0.0M
9
10
11 import os
12 import requests
13 from datetime import datetime, timedelta
14 import xarray as xr
15 import pandas as pd
16 import matplotlib.pyplot as plt
17 import numpy as np
18
19 class IASI():
20     """
21     Téléchargement d'une image IASI, traitements et lecture d'un fichier .ncf
22     """
23     def download_iasi(d_debut, d_fin, polluant, dossier_iasi=None, version=None):
24         """
25         Téléchargement d'images IASI dans un dossier donné.
26
27         Arguments :
28         - d_debut : str, date de début au format 'aaaa-mm-jj'
29         - d_fin : str, date de fin au format 'aaaa-mm-jj'
30         - polluant : str, nom du polluant ('NH3', 'O3', 'CO')
31         - dossier_iasi : str, chemin d'accès pour le dépôt des images
32         - version : str, version du fichier (par exemple, 'V4.0.0')
33         """
34
35         if dossier_iasi is None:
36             dossier_iasi = os.path.join("chemin_vers_dossier", "IASI")
37
```



Merci pour votre attention !



Agir aujourd'hui pour le monde de demain



<https://lifeabaa2021.eu>



lifeabaa2021@airbreizh.asso.fr



<https://twitter.com/lifeabaa2021>

Lauréat du
programme
européen :



Soutien
financier de :



Avec le
soutien de :

