

# SURVEILLANCE ET PRÉVISION DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN 3D ET HAUTE RÉSOLUTION À NICOSIE - CAPACITÉS DES NOUVELLES TECHNOLOGIES ET ASPECTS RÉGIONAUX DE LA QUALITÉ DE L'AIR À CHYPRE

Elena Garcia Pallas | Solutions urbaines et industrielles | Vaisala





# Eastern Mediterranean and Middle East – Climate and Atmosphere Research (EMME-CARE)

- Le projet EMME-CARE (Eastern Mediterranean and Middle East– Climate and Atmosphere Research) vise à créer un centre d'excellence régional (CARE-C) pour la recherche climatique et atmosphérique dans la région EMME.
- Le “Cyprus Institute” s’est entouré d’instituts de renommée mondiale dans le domaine de la recherche sur le climat et l’environnement agissant en tant que partenaires avancés:
  - [Max Planck Institute for Chemistry \(MPIC\)](#),
  - [Commissariat à l’Energie Atomique et aux énergies alternatives \(CEA\)](#),
  - [Université d’Helsinki \(UHEL\)](#)
- CARE-C capitalise sur la situation géopolitique stratégique de Chypre pour créer un lien entre l’Europe et le Moyen-Orient, opérant comme un centre de connaissances pour la recherche sur l’environnement et le changement climatique et favorisant la création de solutions innovantes et durables.



Références: [Home - EMME-CARE \(cyi.ac.cy\)](http://cyi.ac.cy)

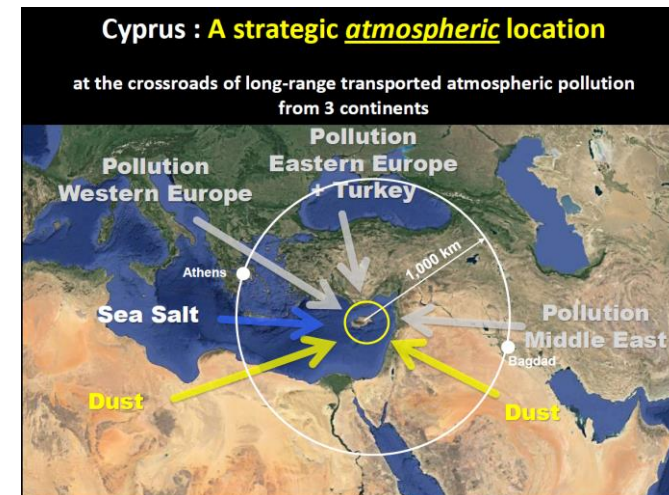
# Le défi environnemental dans la région EMME

- Chypre est stratégiquement située dans la région EMME entre l'Asie, l'Afrique et l'Europe
- La région EMME est confrontée à des défis tels qu'une croissance démographique rapide et une population de 400 millions d'habitants, des instabilités politiques et socio-économiques
- Elle est fortement touchée par des conditions météorologiques extrêmes et une pollution atmosphérique sans précédent
  - Tempêtes de poussière
  - Sécheresse
  - Chaleur accablante
- Dans un avenir proche, les conditions environnementales pourraient compromettre l'habitabilité humaine et favoriser la migration
- CARE-C a mis en place plusieurs projets Boost pour faire face aux risques associés à la pollution atmosphérique dans la région.

Références : [Home - EMME-CARE \(cyi.ac.cy\)](http://cyi.ac.cy)



Pays EMME en jaune. Points bleus : partenaires actuels. Points blancs : futurs partenaires. Triangles jaunes : réseau actuel de professeurs. Rectangles verts : réseau de futurs professeurs



# SURVEILLANCE ET PRÉVISION DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN 3D ET EN HAUTE RÉOLUTION À NICOSIE

- Un système idéal de prévision de la qualité de l'air tire parti d'ensembles de données multiplateformes pour mesurer, modéliser et prédire les émissions. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Committee on Environment and Natural Resources: “**la modélisation des émissions et la modélisation météorologique pour décrire les conditions qui influent sur le mouvement des émissions, telles que le vent et la hauteur de la couche limite.** »

- **La concentration des émissions** varie au niveau de la surface
- Les **vents locaux** affectent le transport des polluants, y compris la dispersion horizontale et le mélange vertical dans la couche limite.<sup>2</sup>
- La hauteur de la **couche limite** définit le volume où se mélange les émissions<sup>3</sup>

<sup>3</sup> L'OMM « il est nécessaire de disposer d'observations à plus haute résolution verticale (...) dans la couche limite » complétant les observations de surface.

## Références:

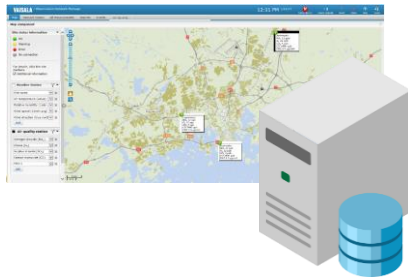
1. Committee on Environment, Natural Resources, and Sustainability - Air Quality Research Subcommittee (CENRS - AQRS)
2. Guidelines for Developing an Air Quality (Ozone and PM2.5) Forecasting Program, EPA-456/R-03-002, June 2003. Section 2.3.
3. WMO Workshop on the Impact of Various Observing Systems on Numerical Weather Prediction, 2016<sup>3</sup>



# Surveillance et prévision en 3D et haute résolution de la qualité de l'air à Nicosie



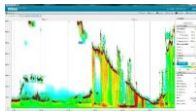
Modèle et prévisions de la qualité de l'air hyper local



Network management pour la collecte de données



WXT536 et AQT530 pour les mesures météorologiques et QA de surface



CL51 pour les mesures de hauteur de la couche limite

2 stations de référence de la qualité de l'air sont complétées par

- 7 x Vaisala AQT530
- 3 x Vaisala WXT536
- 2 x Vaisala CL51

Les données de toutes les observations sont collectées dans la solution de Vaisala Network Manager

Le système de modélisation et de prévision haute résolution de la qualité de l'air est exploité sur le serveur de Vaisala à Helsinki

# Capteurs de qualité de l'air et de météo intégrés aux stations compactes



**WXT530 Capteurs multiparamètres météo** pour les mesures de température, humidité, pression, vent et pluie



**AQT530 Transmetteur de Qualité de l'Air** pour les mesures de NO<sub>2</sub>, NO, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, et PM<sub>10</sub>

- Compact et facile à déployer, permettant une surveillance là ou ce n'était pas réalisable auparavant
- Données disponibles via la passerelle ou une solution complète de bout en bout avec service cloud et interface utilisateur





Agios Dometios Border Crossing

The Cyprus Institute of Neurology and Genetics

Nicosia Central Police Station

Strovolos Police Station

Agios Panteleimonas Church

Strovolos Town Hall

The Cyprus Institute



# Surveillance de la hauteur et de la composition de la couche limite - Télémètre CL61

## Télémètre haut de gamme

## Nouvelles mesures

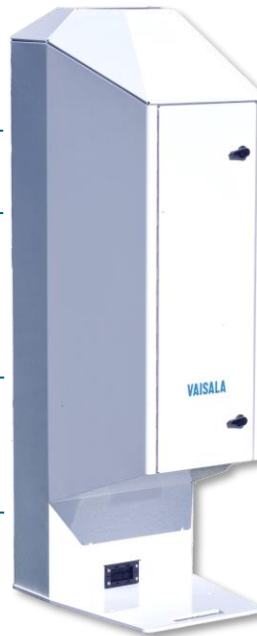


Conçu pour opérer sans surveillance

Technologie brevetée à lentille unique pour des mesures fiables à basse portée

Profils de rétrodiffusion ultrapurs - Rapport signal sur bruit élevé

Conforme aux exigences de l'OACI pour les télémètres



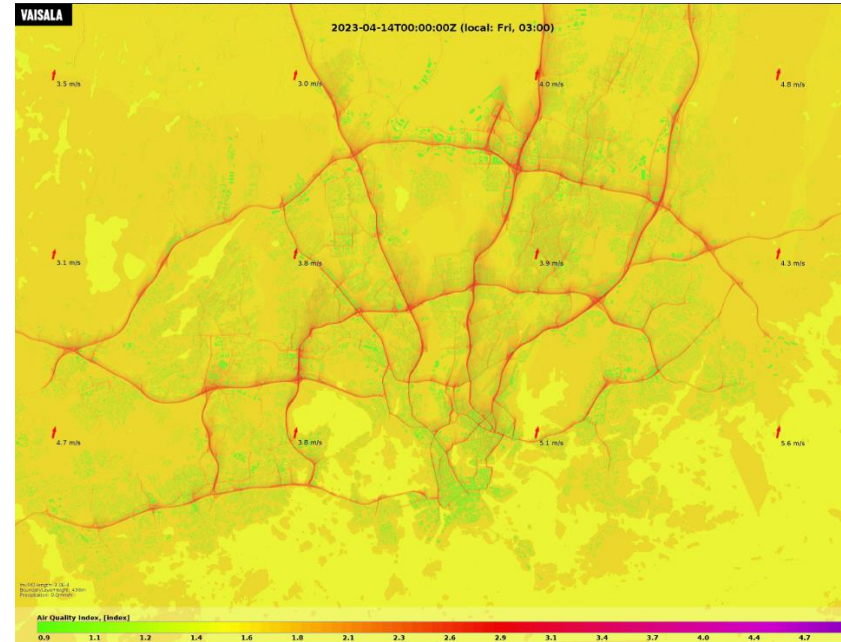
Différencie les particules solides et liquides

Permet le suivi des cendres volcaniques, de la poussière et de la fumée d'incendies



# Modélisation et prévision de la qualité de l'air en haute résolution

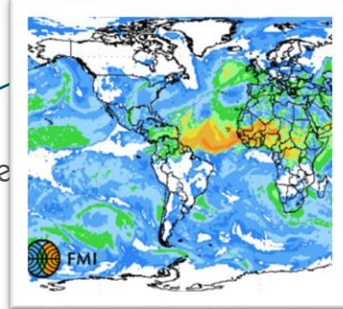
- Combine des données multiplateformes et des technologies modernes de fusion de données
- Apprend à partir des mesure réelles, se calibre par des méthodes d'apprentissage automatique
- Prend en compte les « street canyons » lors de la définition des conditions atmosphériques
- Résolution jusqu'à 15 m, prévisions jusqu'à 72 heures pour les principaux paramètres  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  et  $\text{PM}_{10}$



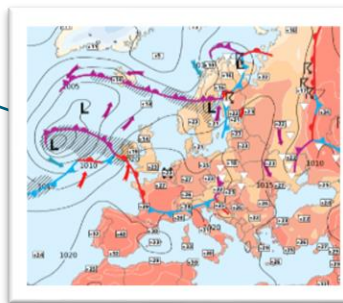
Observations



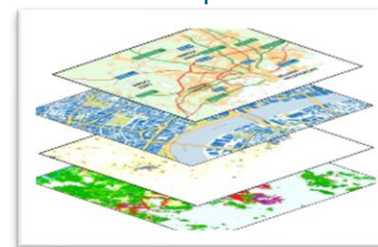
Modèle météorologique



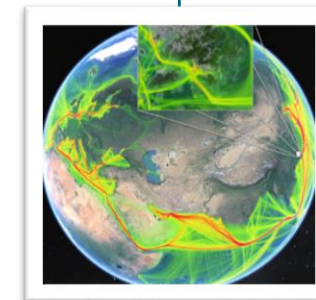
Modèle de dispersion QA



SIG



Inventaires d'émissions



Restricted



# Conception et optimisation d'un modèle en haute résolution de la qualité de l'air à Nicosie

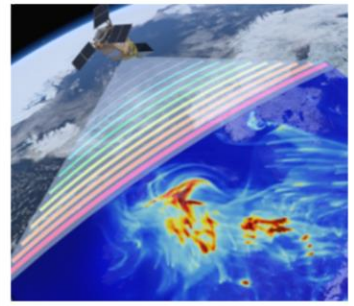




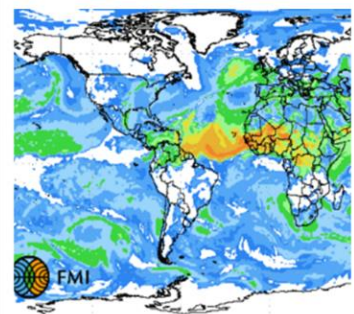
# Sélection des sources de données les plus représentatives



Le *World Air Quality Index* project AQICN 2  
2 x stations de référence de Nicosie



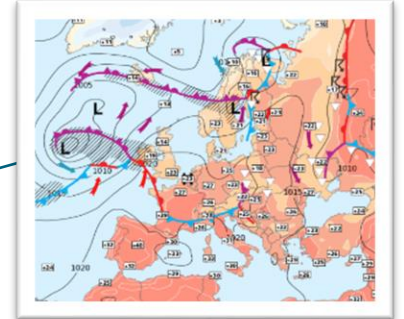
*Satellite Sentinel 2*



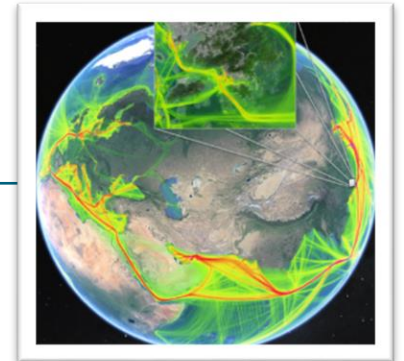
Modèle de prévision météorologique:  
*Global Forecast System*



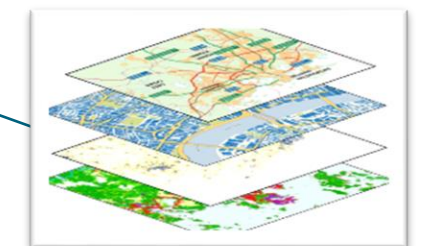
Modèle régional de dispersion  
de la qualité de l'air : *SILAM*



Inventaires  
d'émissions

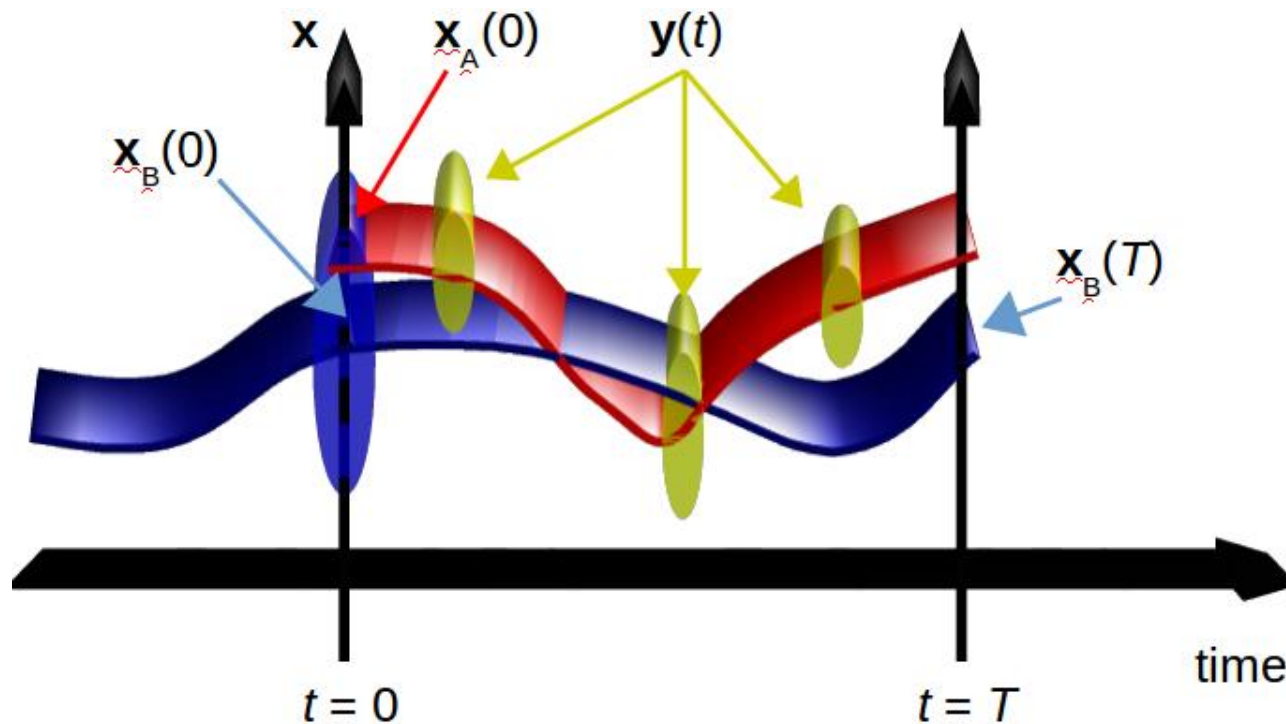


Système d'information géographique:  
OpenStreetMap, données  
démographiques, etc.



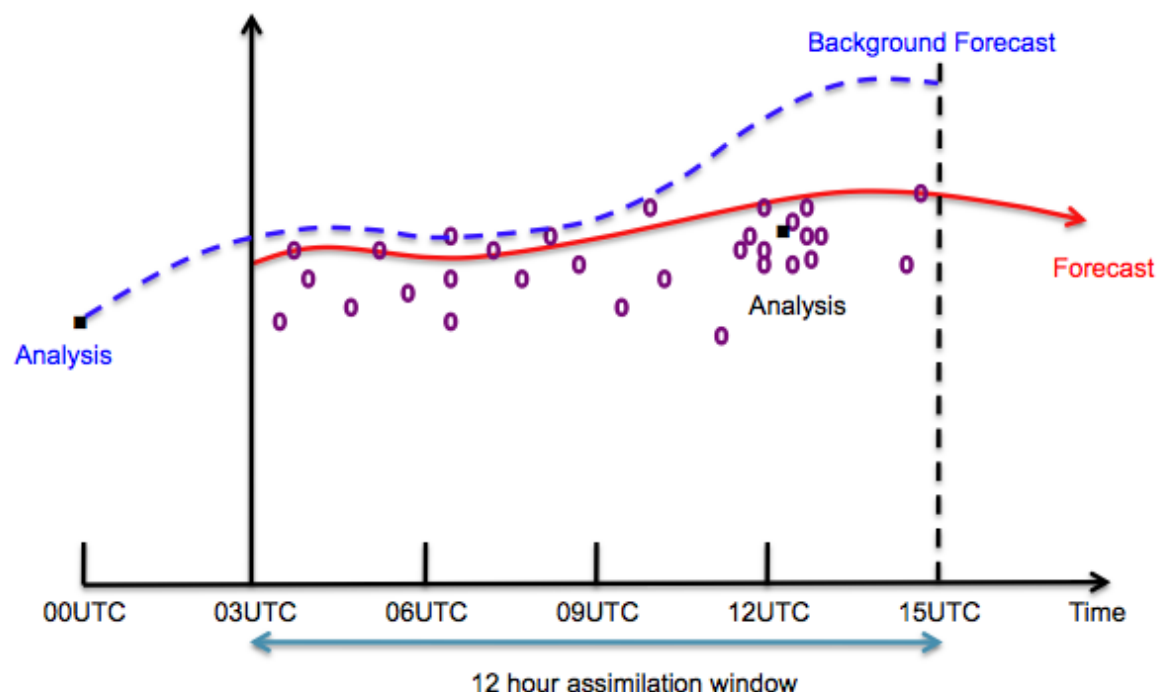


# Optimisation du modèle pour la ville de Nicosie



- Au début, les résultats du modèle ne correspondent pas aux valeurs observées.
- Les erreurs peuvent être causées par des inexactitudes
  - Modélisation
  - Configurations
  - Observations
  - Données d'entrée
- Toutes les sources d'erreur doivent être prises en compte tout au long du processus de modélisation et d'analyse des résultats.

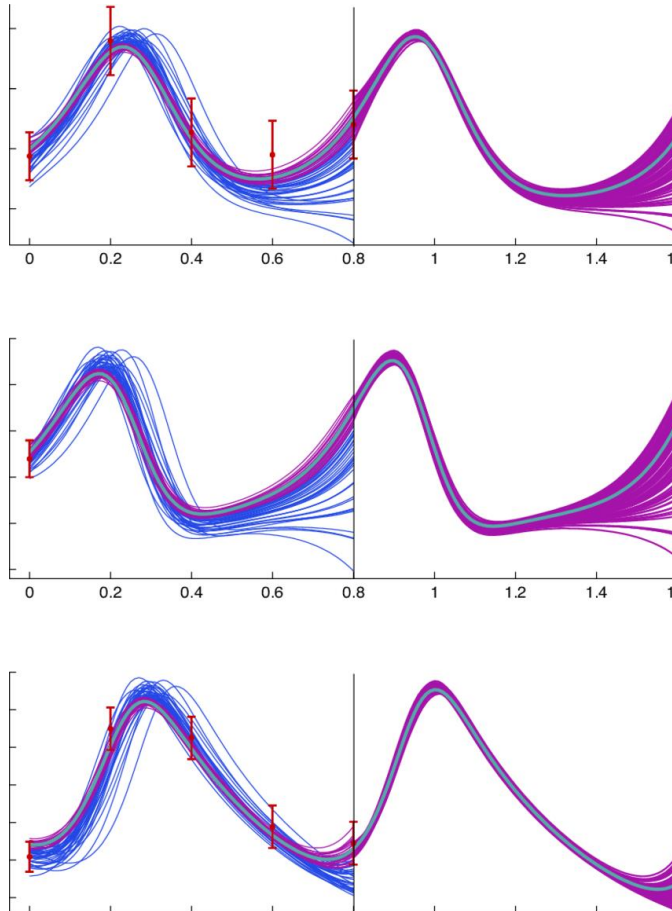
# Phase d'assimilation



- Dans la phase d'assimilation, le modèle tente de s'ajuster aux valeurs observées
- Il s'agit d'une tâche d'optimisation pour faire correspondre les prévisions et les observations de manière à ce que la physique ait un équilibre atmosphérique.
- Lors de l'itération du processus d'assimilation, le modèle apprend des émissions et des conditions locales.
- Par itération, les erreurs deviennent plus petites.

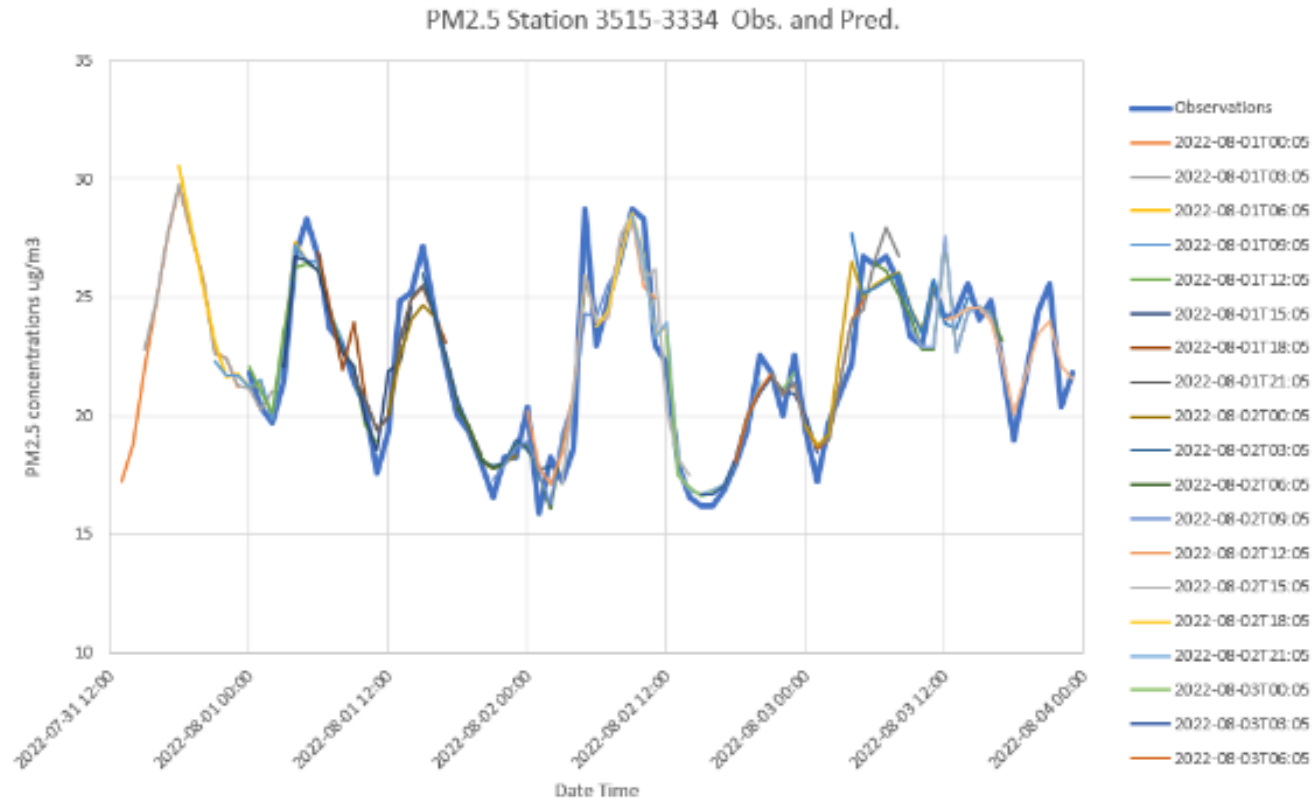


# De l'assimilation à la prévision



Plus les résultats de la période d'assimilation sont bons, plus l'état atmosphérique a été bien défini – meilleurs sont les résultats de la période de prévision.

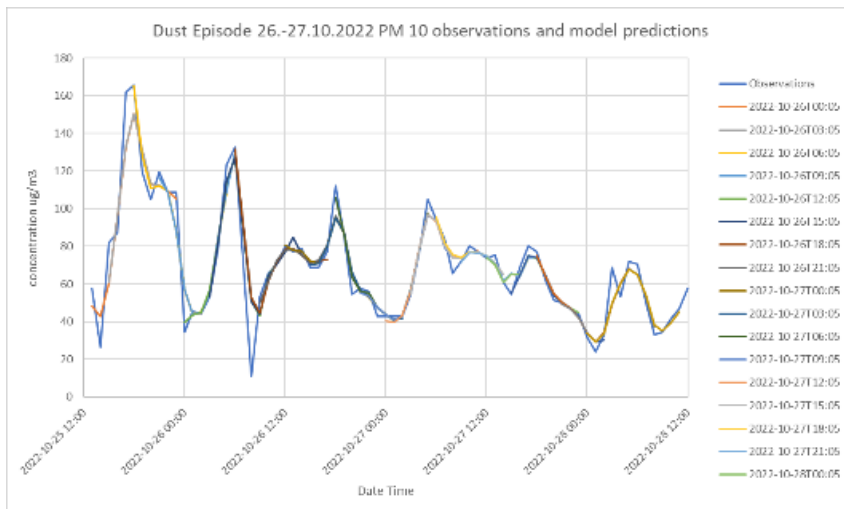
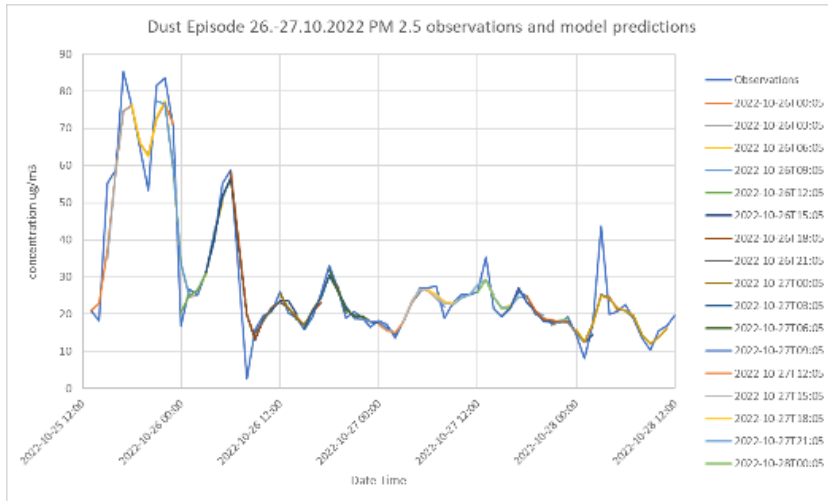
# Résultats de la phase d'assimilation



- Les résultats de la phase d'assimilation sont représentés pour les PM<sub>2.5</sub>
- Chaque itération assimile les observations des 12h précédentes
- Pour chaque itération, le modèle produit une prévision des 12h précédentes et des 24h suivantes
- Une bonne corrélation est obtenue entre les observations et la prévision des 12h précédentes

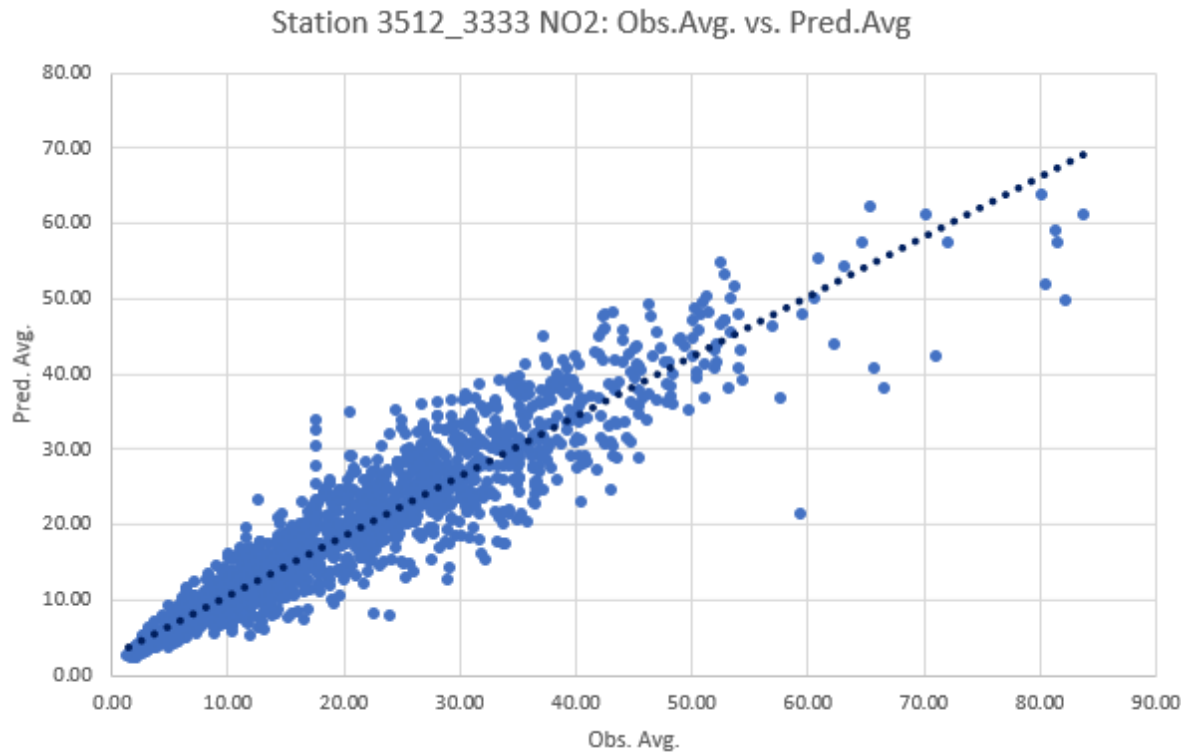


# Résultats de la phase d'assimilation lors d'épisodes de poussière



- Plusieurs épisodes de poussière ont touché Nicosie fin octobre 2022 et fin février jusqu'à début mars 2023.
- Les observations et la modélisation ont capturé les événements.
- Les mesures de concentration de PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> ont été étudiées par rapport aux prévisions pendant la période d'assimilation.
- Les graphiques montrent une bonne corrélation pour les PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub>

# Vérification du modèle par rapport aux stations de référence de Nicosie



- Une erreur quadratique moyenne est utilisée pour la vérification du modèle
- Le graphique montre la distribution des observations moyennées et des prévisions moyennées sur une année pour le NO<sub>2</sub>
- Une bonne corrélation est obtenue



# Conclusion et perspectives

- Le réseau de surveillance en 3D et haute résolution de la qualité de l'air à Nicosie a permis de comprendre la variabilité spatiale des polluants autour de Nicosie
- Aujourd'hui, le modèle couvre une superficie d'environ 10 à 15 kms autour de la ville avec une résolution d'environ 15 m.
- Le modèle produit des prévisions de concentration pour :
  - $O_3$
  - $NO_2$
  - $PM_{2.5}$
  - $PM_{10}$
- Les données sont fournies sous forme de fichiers NetCDF qui permettent une visualisation sur des cartes
- La prochaine amélioration comprend l'intégration de CAMS (Global atmospheric composition forecast), qui comprend SILAM et d'autres modèles



# VAISALA

**Elena Garcia Pallas**  
**Strategy and market development**  
**Urban and Industrial solutions**  
**[elena.garciapallas@vaisala.com](mailto:elena.garciapallas@vaisala.com)**

