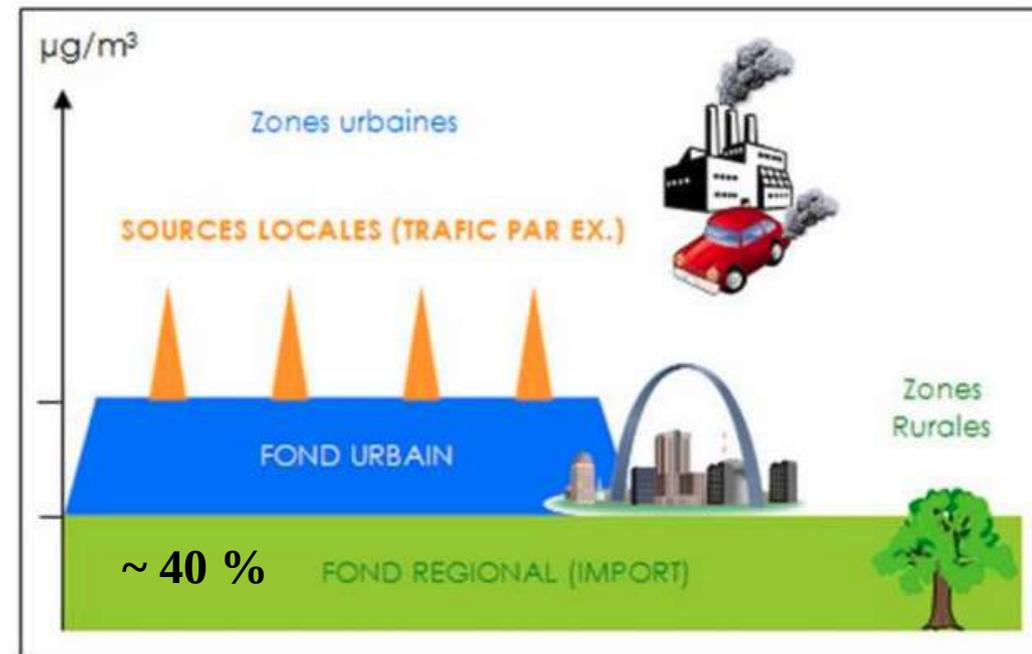
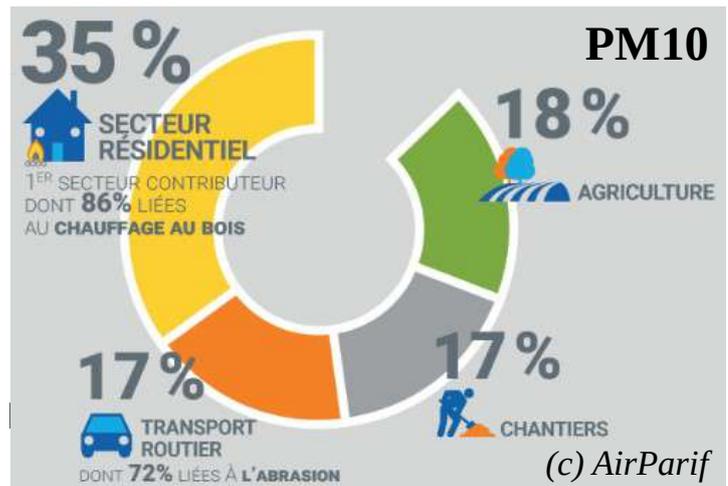




Potentiel des observations satellitaires pour détecter et suivre les aérosols urbains en région parisienne

Marine Claeys, Xavier Ceamanos, Aude Lemonsu, Valentin Vigerie, Anthéa Delmotte

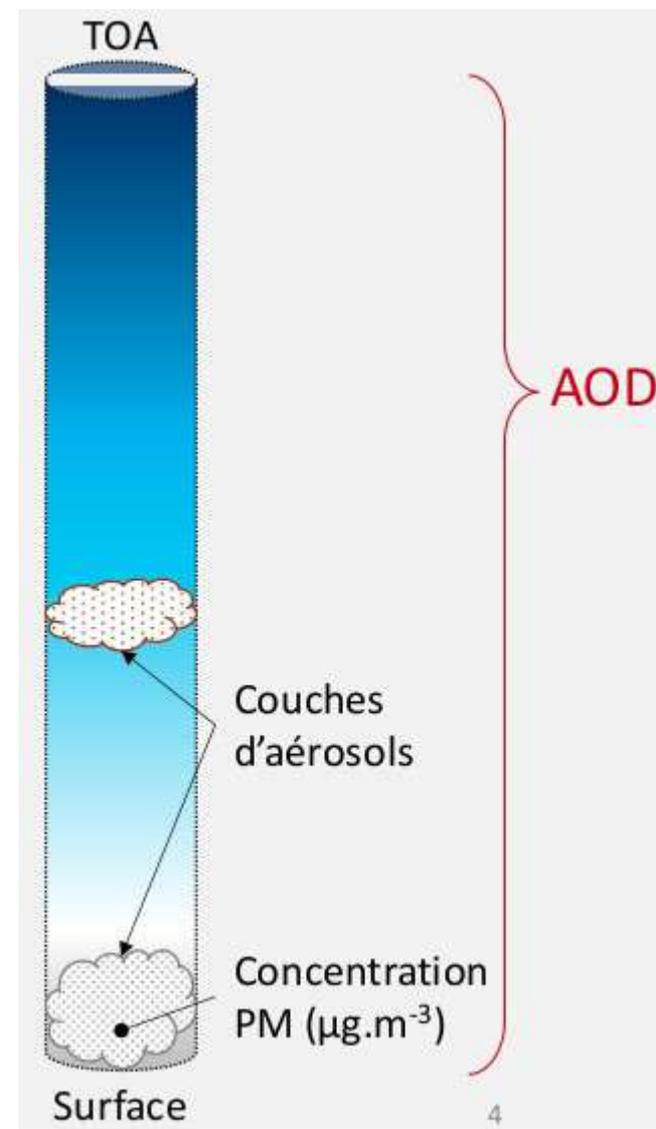
Contexte : Les aérosols



(d) AirParif

Contexte : Observations

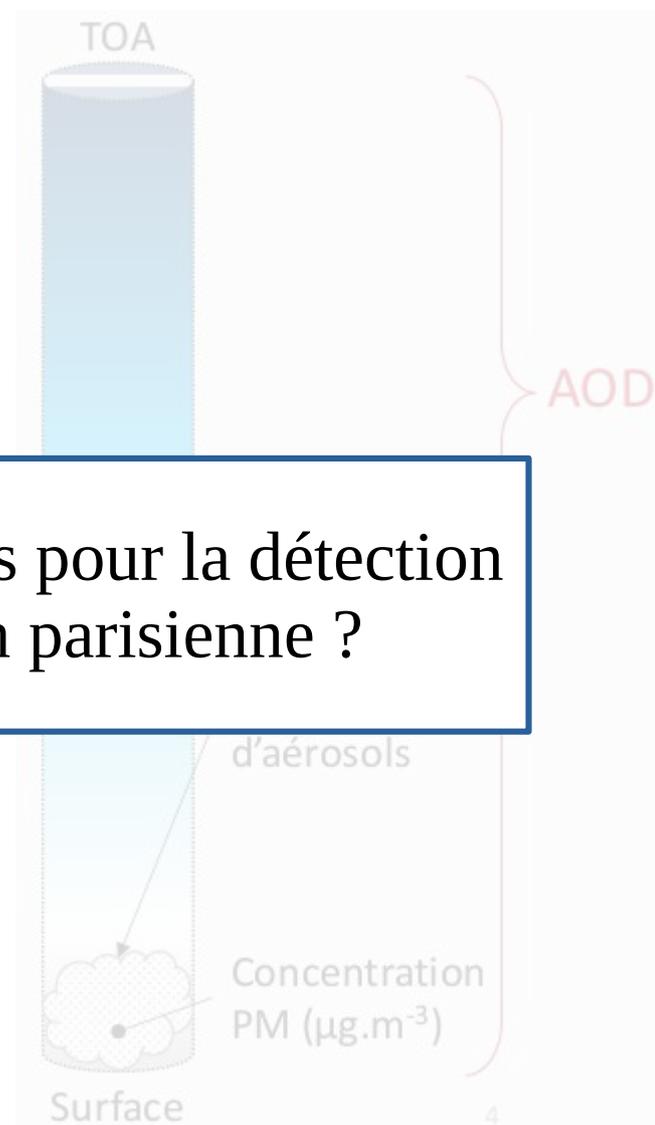
Source :	MAIAC	AERONET	Réseau surveillance QA
Variable	AOD 550nm	AOD 500nm (recalculée à 550nm)	PM10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Instrument	MODIS	Photomètre solaire	
Plateforme	Terra et Aqua	Stations Paris et Palaiseau	
Orbite	Héliosynchrone quasi-polaire	Stations au sol	Stations au sol
Résolution spatiale	1 km au sein de la fauchée	Mesure ponctuelle	Mesure ponctuelle
Résolution temporelle des obs	1 jour	~ 1 minute	Moyennes horaires
Résolution temporelle de la restitution	1 jour	1 jour (moyenne des observations aux passages des satellites)	Moyennes de jour (entre 8h et 16h)
Références	Lyapustin et al. (2018)	Holben et al. (1998)	



Contexte : Observations

Source :	MAIAC	AERONET	AirParif
Variable	AOD 550nm	AOD 500nm (recalculée à 550nm)	PM10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Instrument	MODIS	Photomètre solaire	
Plateforme	Terra et Aqua	Stations Paris et Palaiseau	
Orbite			
Résolution spatiale			
Résolution temporelle des obs	1 jour	~ 1 minute	Moyennes horaires
Résolution temporelle de la restitution	1 jour	1 jour (moyenne des observations aux passages des satellites)	Moyennes de jour (entre ?h et ?h)
Références	Lyapustin et al. (2018)	Holben et al. (1998)	

Quel est le potentiel des données satellitaires pour la détection et le suivi des aérosols urbain en région parisienne ?

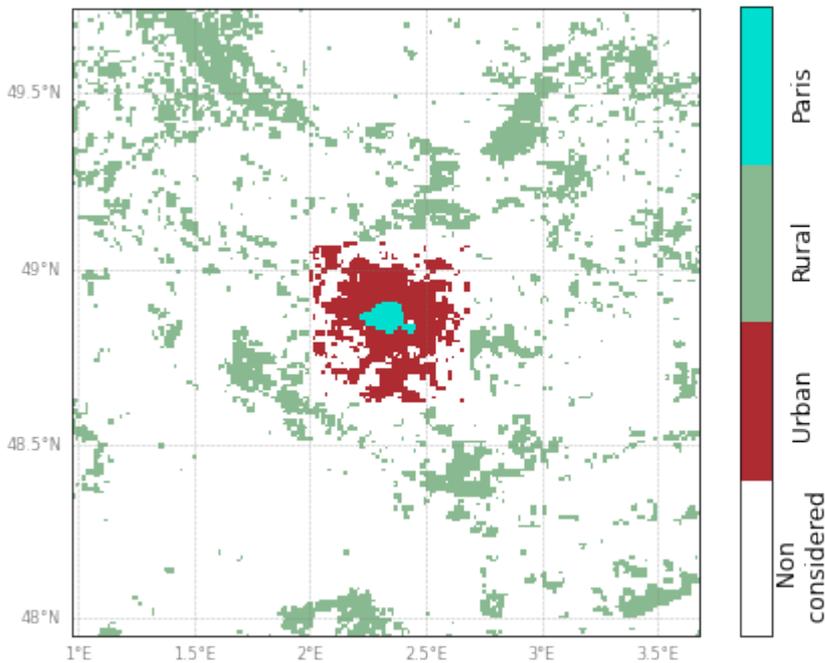


Domaine spatial et temporel

Grille d'étude

- Domaine d'étude : 200 * 200 km centré sur Paris
- Résolution spatiale : 1 km
- Période : 1^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2020
- Fréquence des données : quotidienne

Urban / rural mask from ECOCLIMAP II

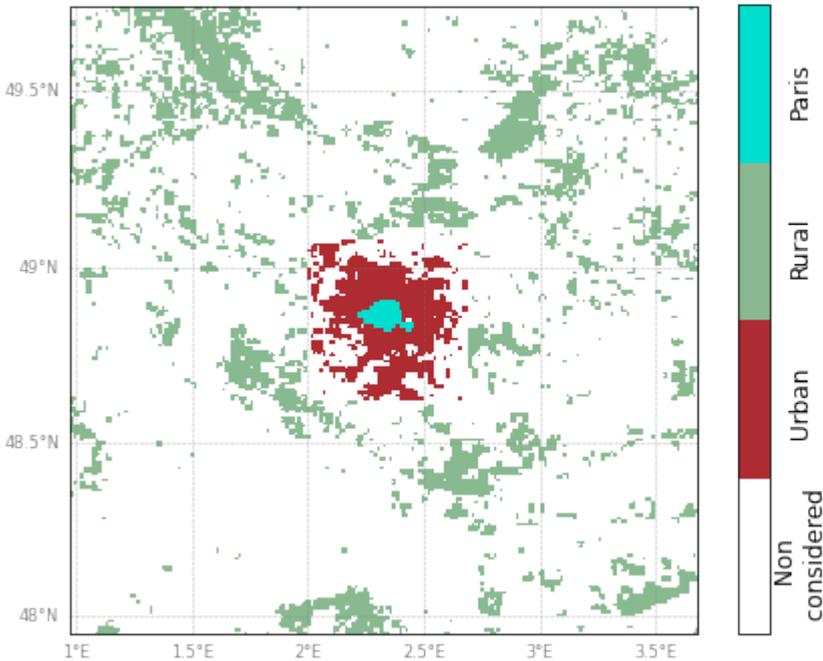


Données utilisées : ECOCLIMAP-II/Europe (Faroux et al., 2013)

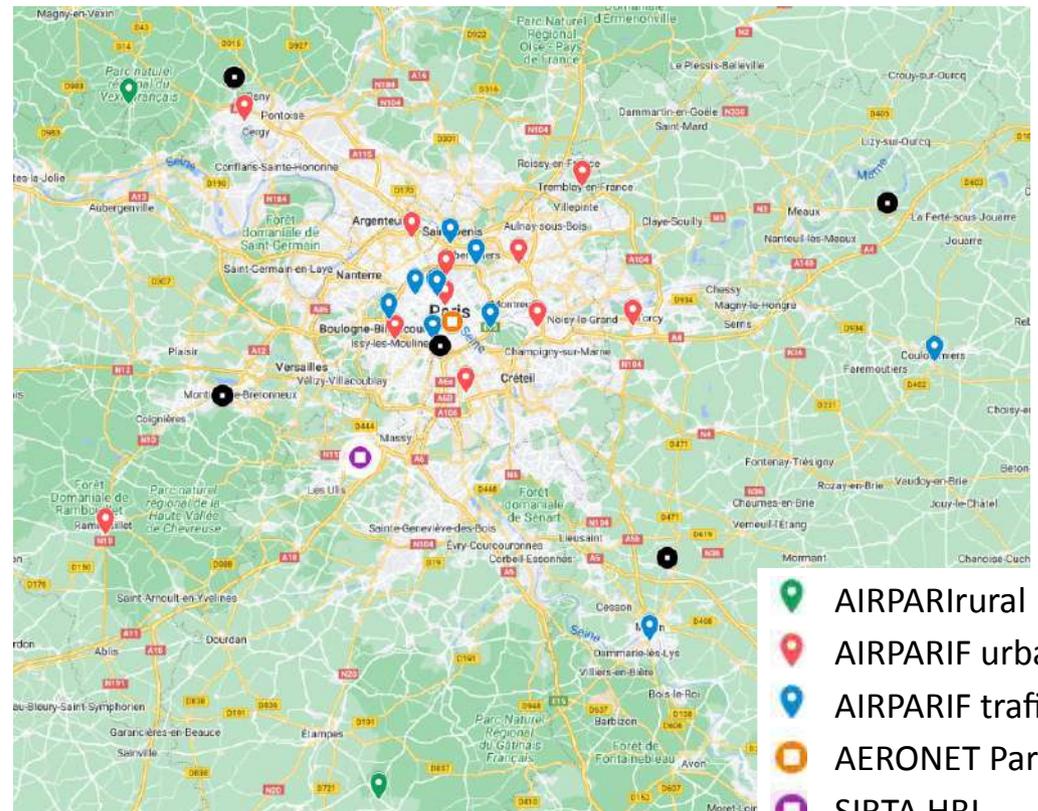
Domaine spatial et temporel

Grille d'étude

Urban / rural mask from ECOCLIMAP II



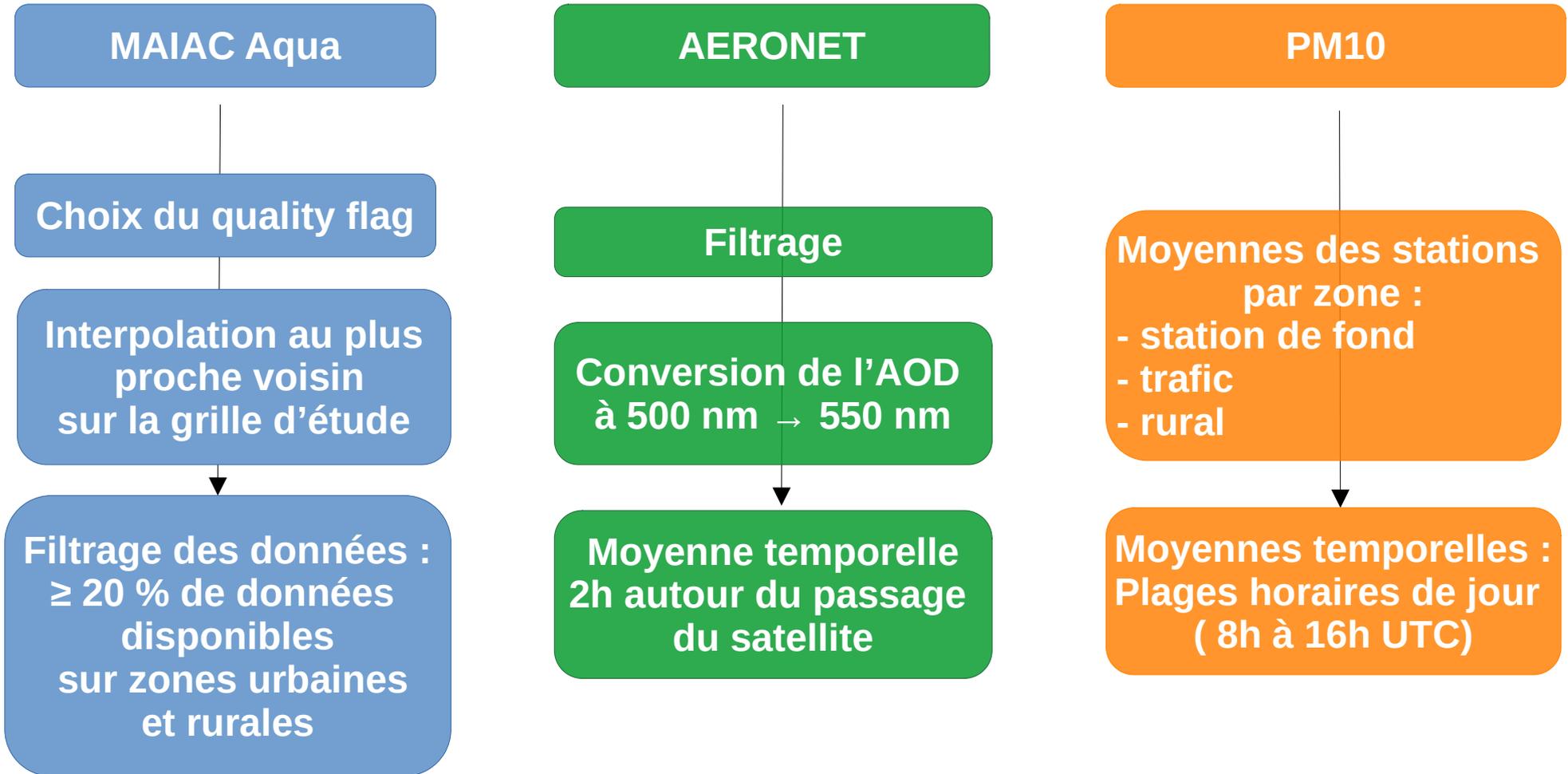
Données utilisées : ECOCLIMAP-II/Europe (Faroux et al., 2013)



• Type/Source de données :

MAIAC Aqua 13h30 LT	AERONET Paris	Réseau AIRPARIF	Données météo MF/SIRTA
AOD 550nm	AOD 500nm (recalculée à 550nm)	PM10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) Rural, Fond urbain, Traffic	HBL, FF, DD, etc.

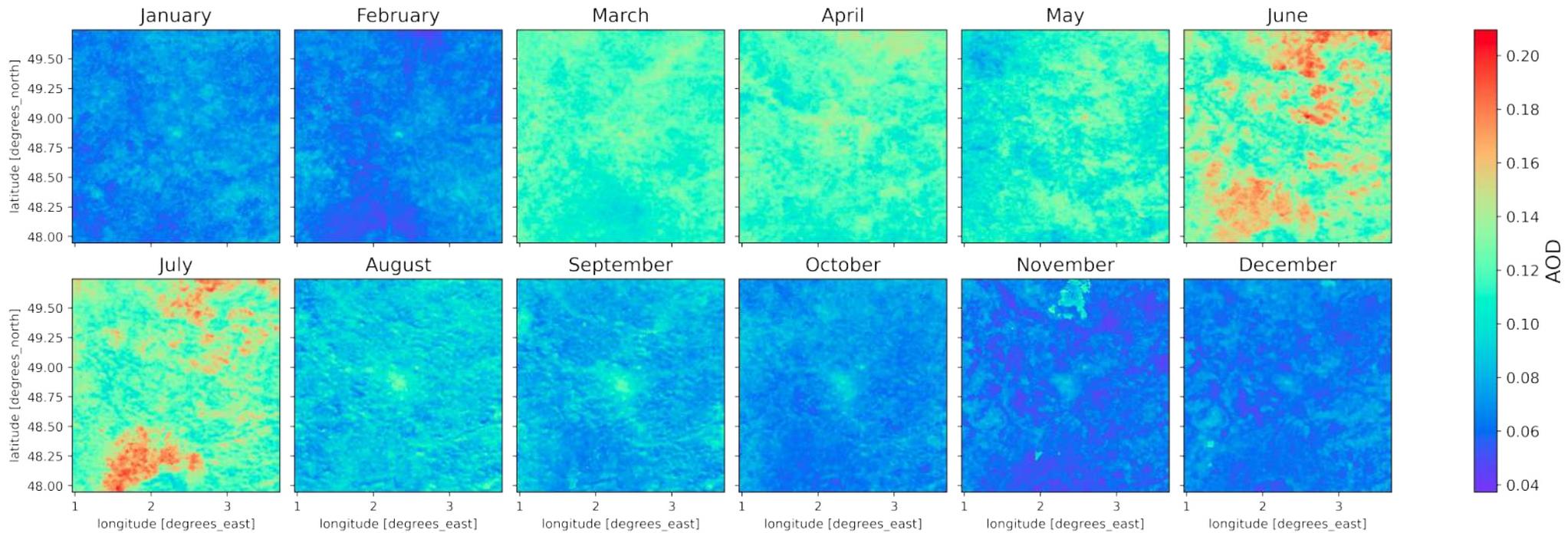
Prétraitement des données



Climatologie de 15 ans de données

Analyse de la climatologie des aérosols

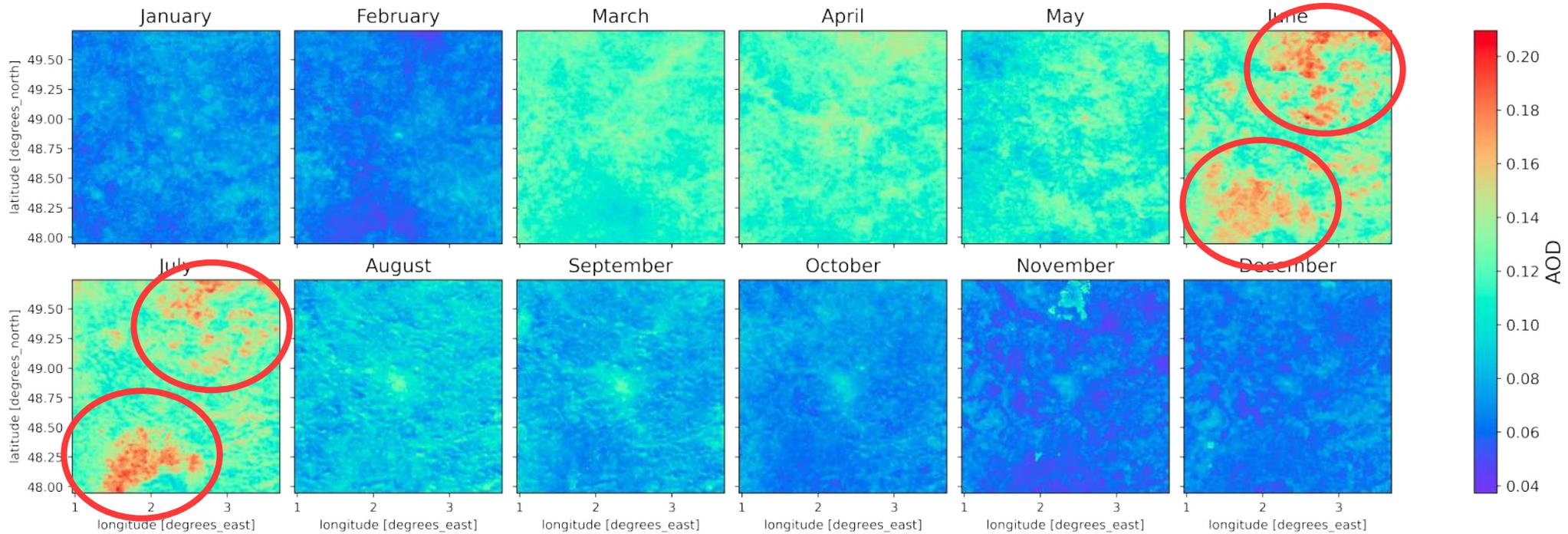
Moyennes mensuelles MAIAC (Aqua)



- Valeurs moyennes d'AOD assez faibles (< 0.2) : valeurs typiques d'atmosphères continentales européennes
- Variabilité temporelle : cycle saisonnier marqué, valeurs plus importantes au printemps et en été
- Hétérogénéités spatiales

Analyse de la climatologie des aérosols

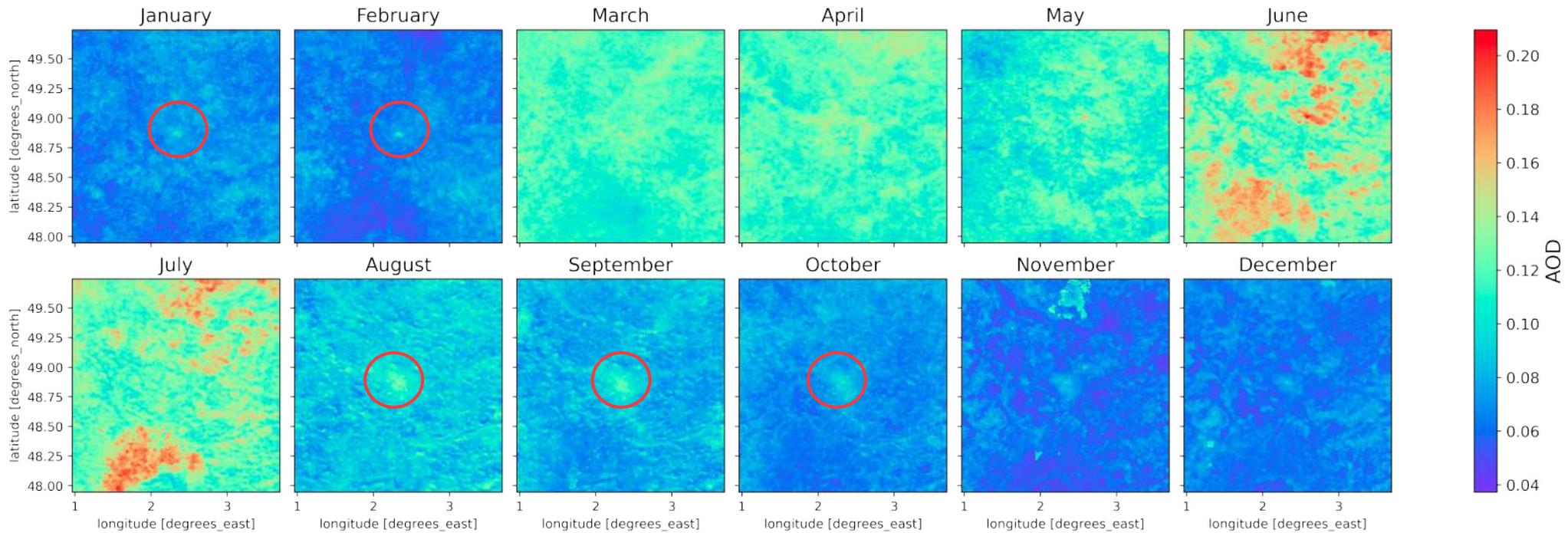
Moyennes saisonnières MAIAC (Aqua)



- Valeurs moyennes d'AOD assez faibles (< 0.2)
- Variabilité temporelle : cycle saisonnier marqué
- Hétérogénéités spatiales : zones de culture
 - artéfact de l'algorithme : fauchage des cultures
 - **Filtrage de l'ensemble des pixels « Cultures » pour la suite de l'étude**

Analyse de la climatologie des aérosols

Moyennes saisonnières MAIAC (Aqua)



- Valeurs moyennes d'AOD assez faibles (< 0.2)
- Variabilité temporelle : cycle saisonnier marqué
- Hétérogénéités spatiales : **signal urbain**

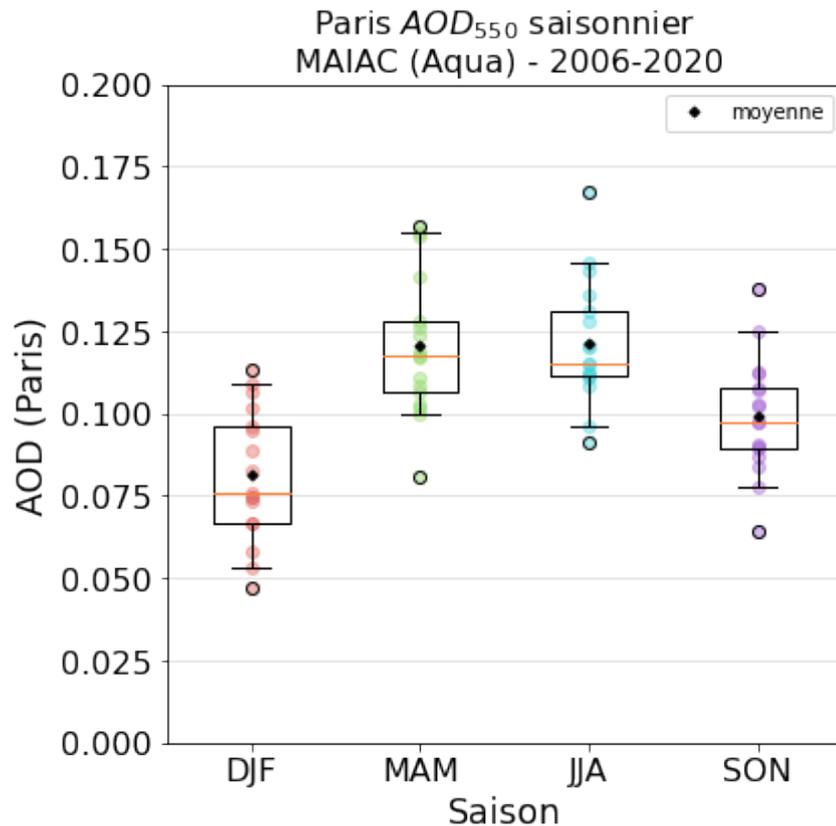


Analyse plus poussée de ce signal urbain

Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyenne saisonnière de l'AOD à Paris

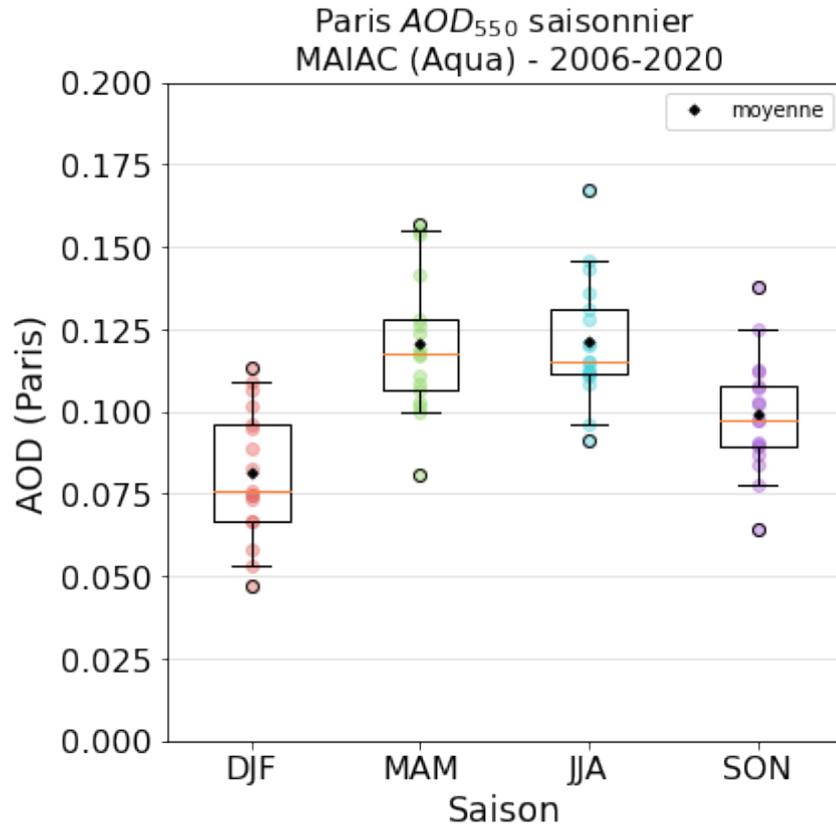


- Cycle saisonnier
- AOD + élevés au printemps et en été
- Cycle typique en Europe

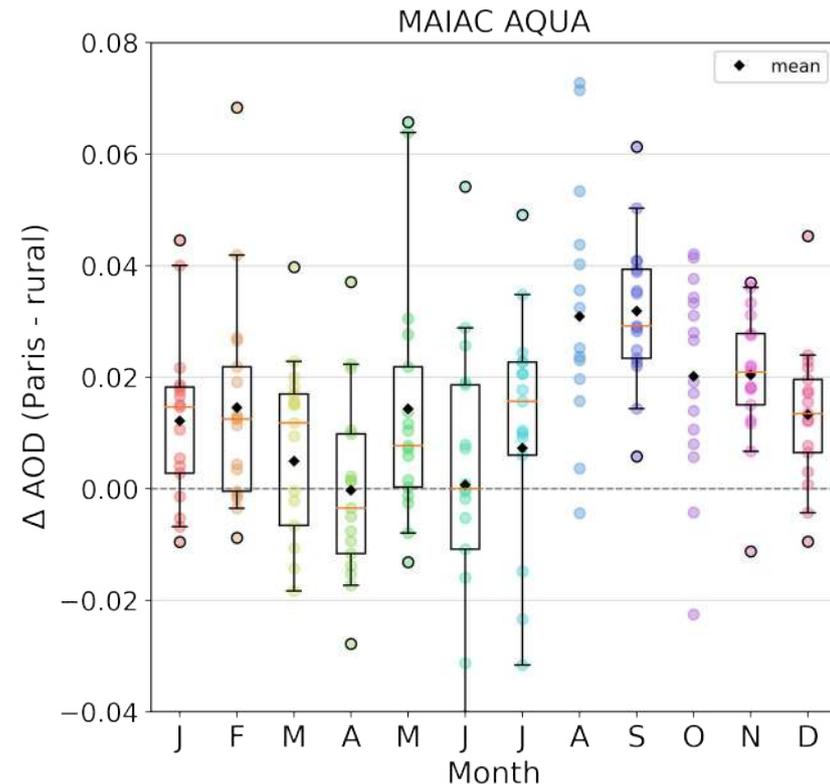
Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyenne saisonnière de l'AOD à Paris



Moyenne mensuelle du Δ AOD (Paris - rural)



→ Δ AOD > 0 en valeur médiane (sauf en avril) : signal urbain faible mais significatif

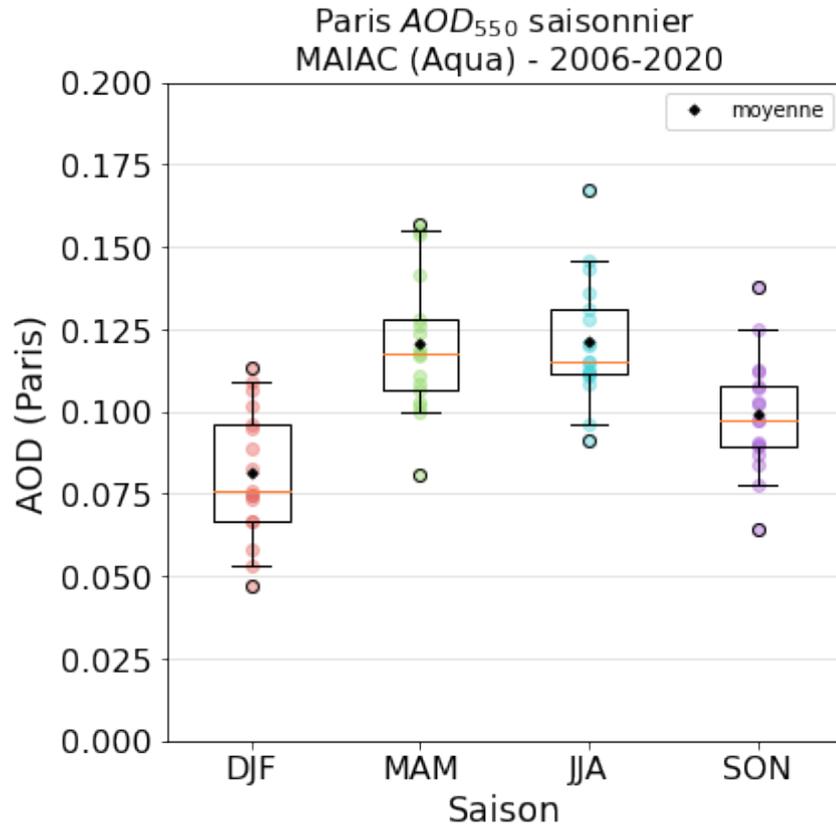
→ Variations saisonnières :

Δ AOD atteint des max en fin d'été et au début de l'automne (avec des valeurs de fond d'AOD plus faible en automne)

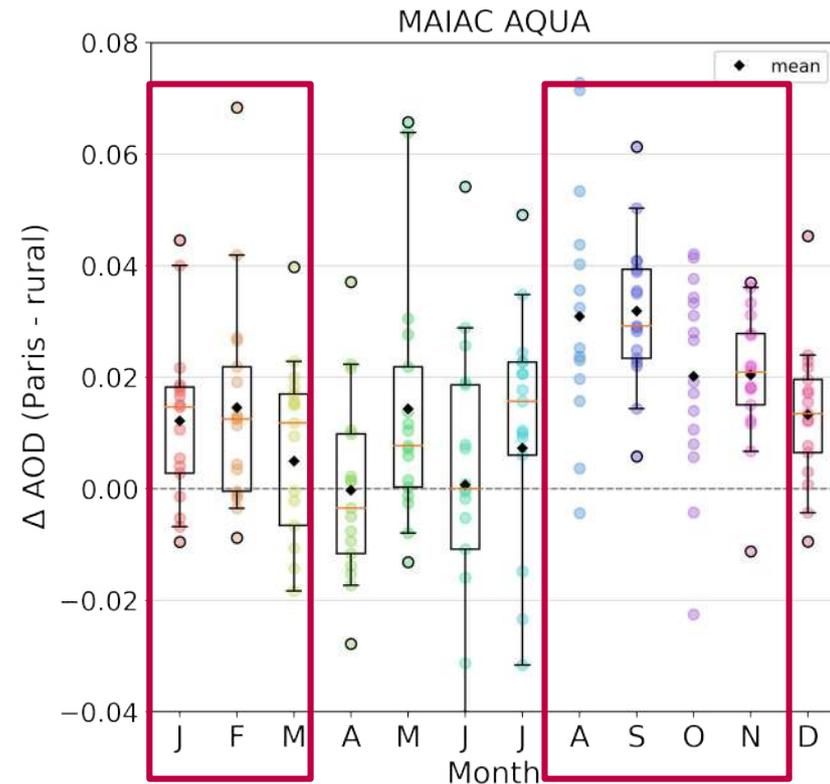
Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyenne saisonnière de l'AOD à Paris



Moyenne mensuelle du Δ AOD (Paris - rural)



→ Δ AOD > 0 en valeur médiane (sauf en avril) : signal urbain faible mais significatif

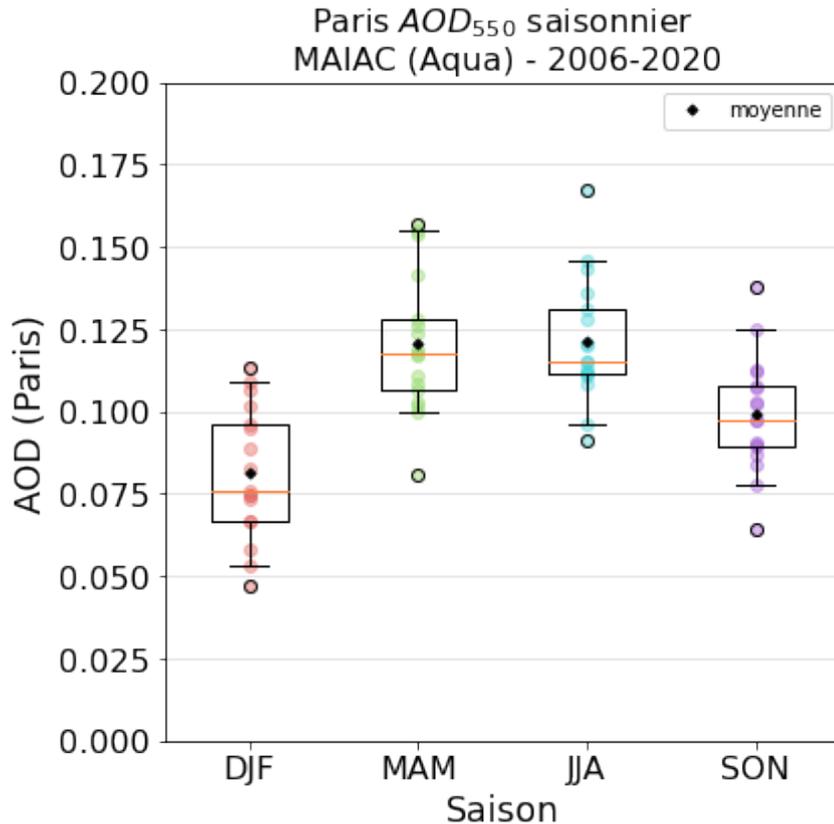
→ Variations saisonnières :

Δ AOD atteint des max en fin d'été et au début de l'automne (avec des valeurs de fond d'AOD plus faible en automne)

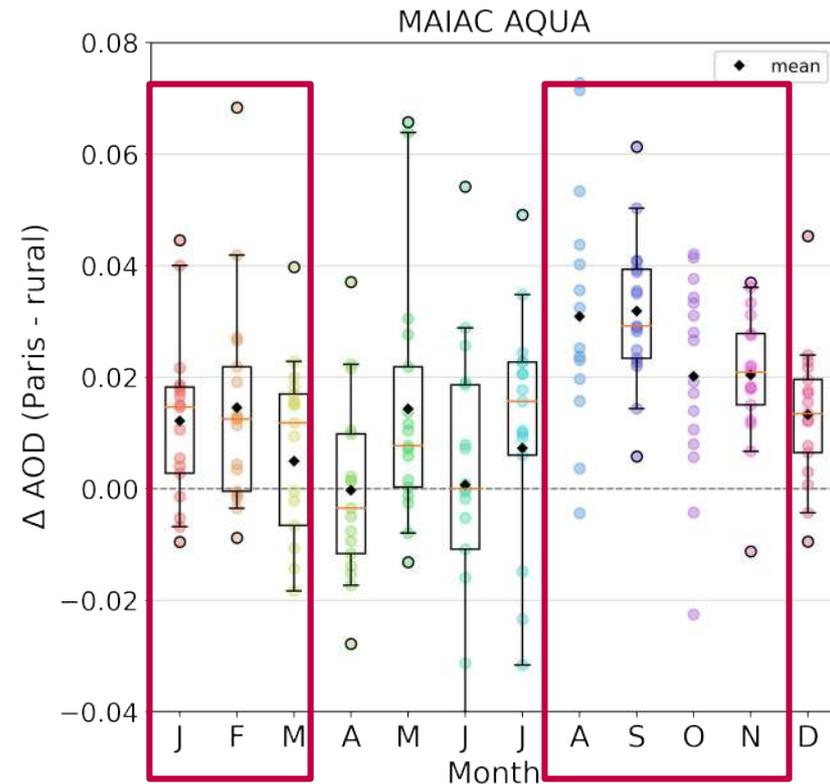
Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyenne saisonnière de l'AOD à Paris



Moyenne mensuelle du Δ AOD (Paris - rural)



→ Δ AOD > 0 en valeur médiane (sauf en avril) : signal urbain faible mais significatif

→ Variations saisonnières de Δ AOD attendues (fond d'AOD plus faible en automne) **Peut-on relier ce signal avec un signal de pollution locale ?**

→ Variations saisonnières de Δ AOD attendues (fond d'AOD plus faible en automne)

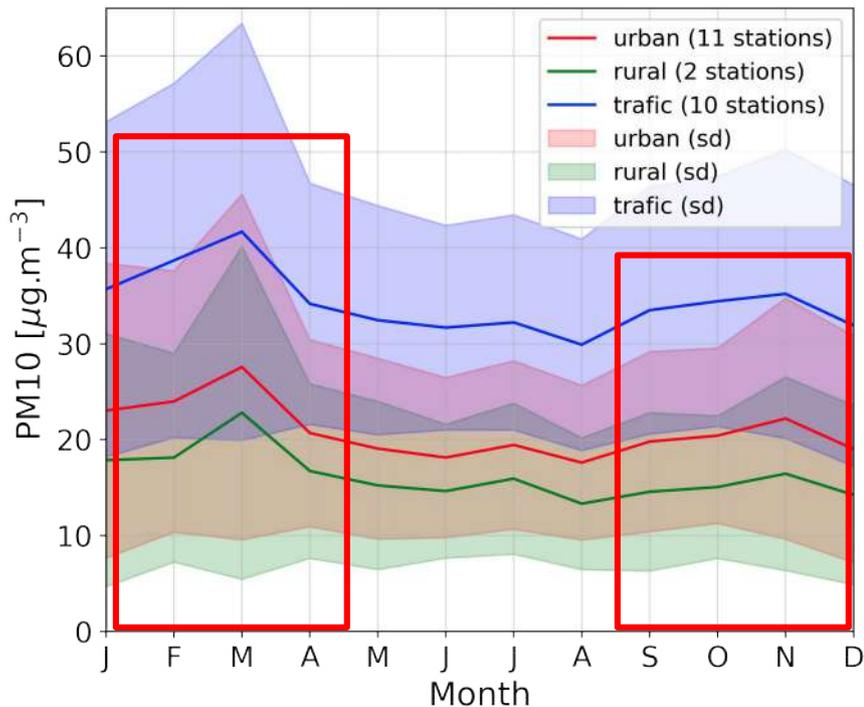
→ Variations saisonnières de Δ AOD attendues (fond d'AOD plus faible en automne)

Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyennes mensuelles des PM10 par zone

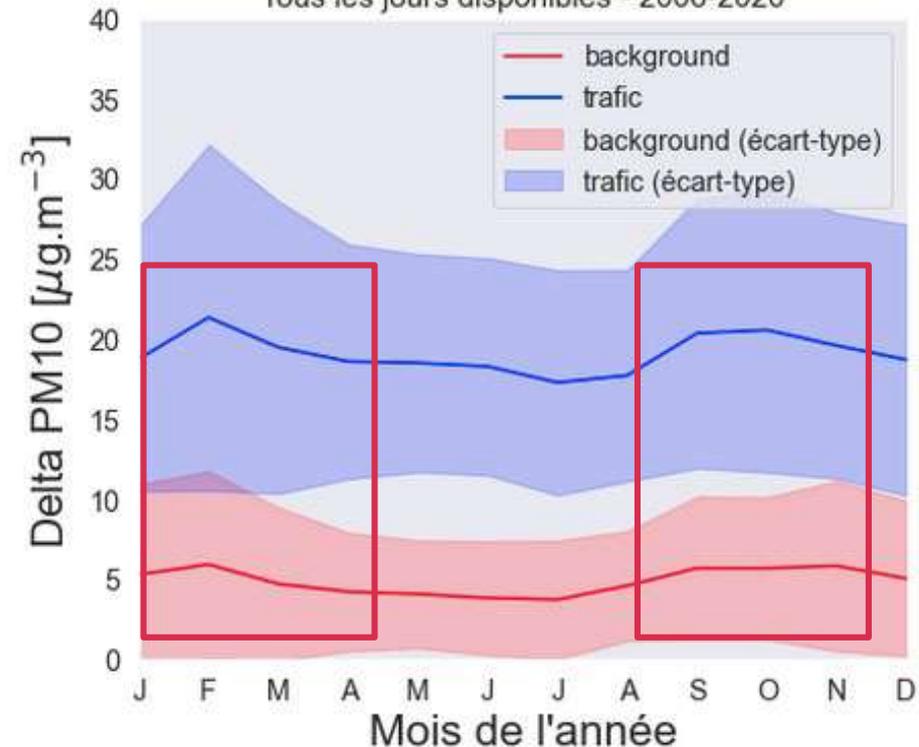
Mean PM10 concentration
Period 2011-2020



→ Concentrations + élevées en PM10 en hiver et en automne

Moyennes mensuelles du Δ PM10 (trafic – rural et fond - rural)

Delta PM10 (background et trafic) et campagne
Tous les jours disponibles - 2006-2020

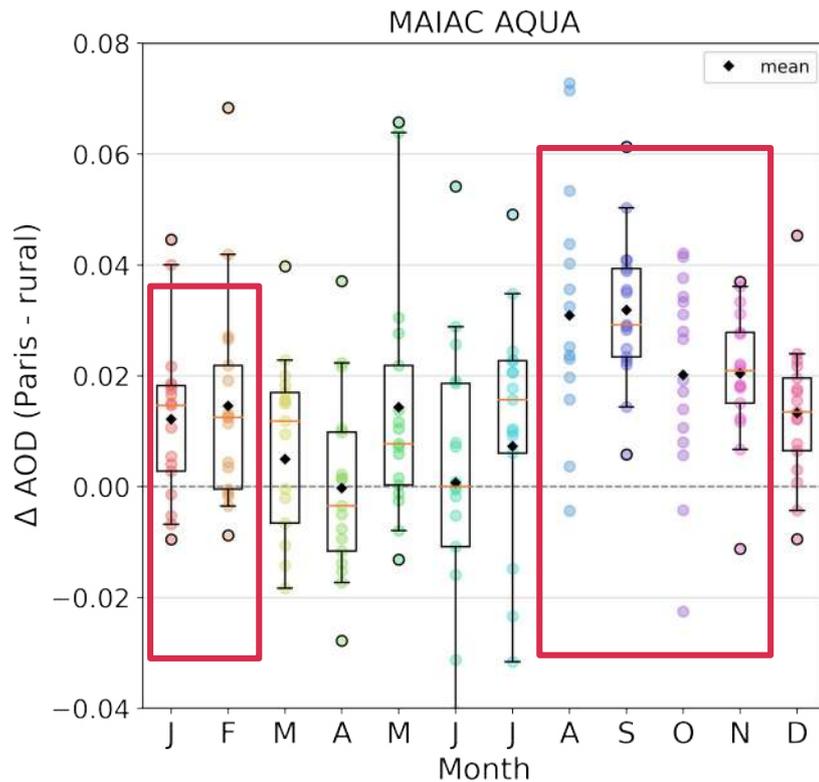


→ Signal urbain marqué en hiver et en automne

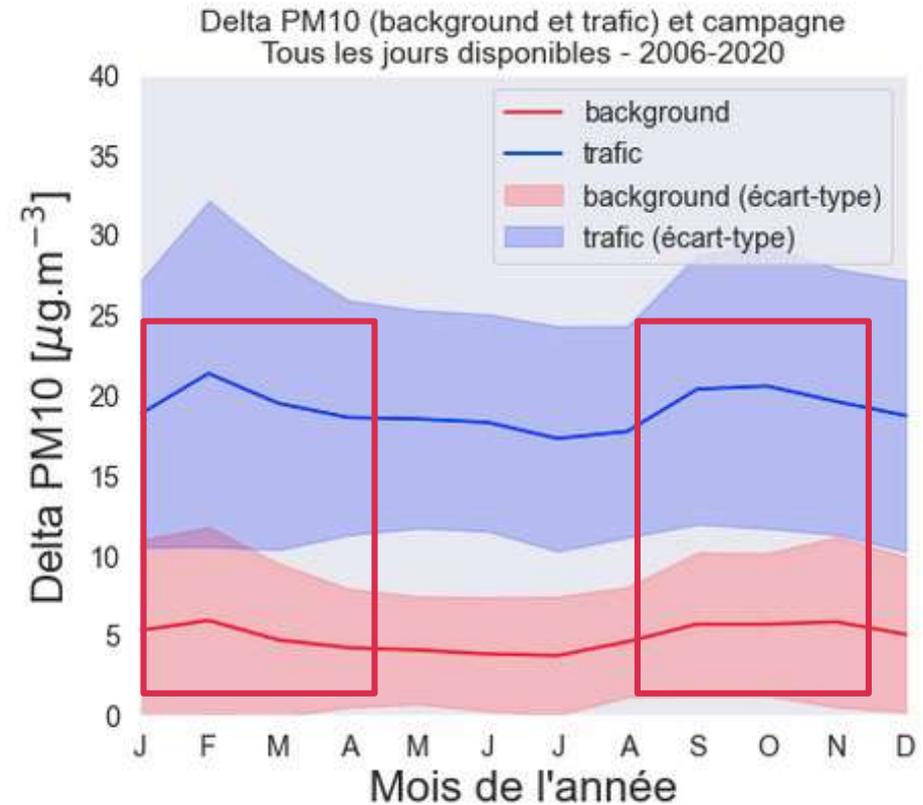
Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyenne mensuelle du ΔAOD (Paris - rural)



Moyennes mensuelles du ΔPM_{10} (trafic - rural et fond - rural)

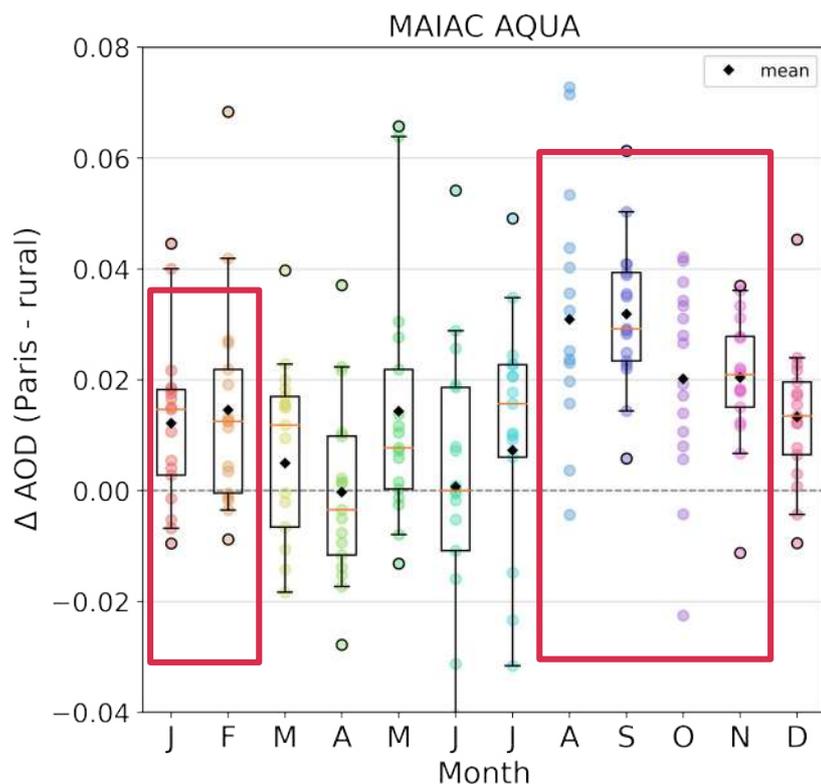


Signal urbain cohérent entre les AOD et les PM₁₀ sur l'analyse climatologique

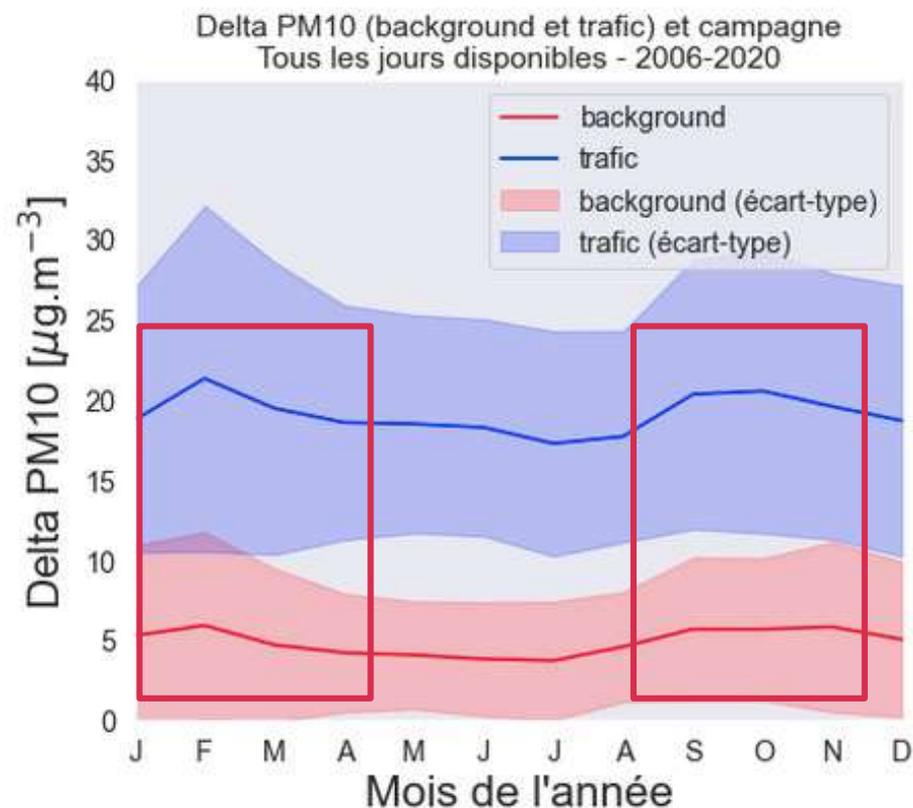
Analyse de la climatologie des aérosols

Signal urbain

Moyenne mensuelle du ΔAOD (Paris - rural)



Moyennes mensuelles du ΔPM_{10} (trafic - rural et fond - rural)

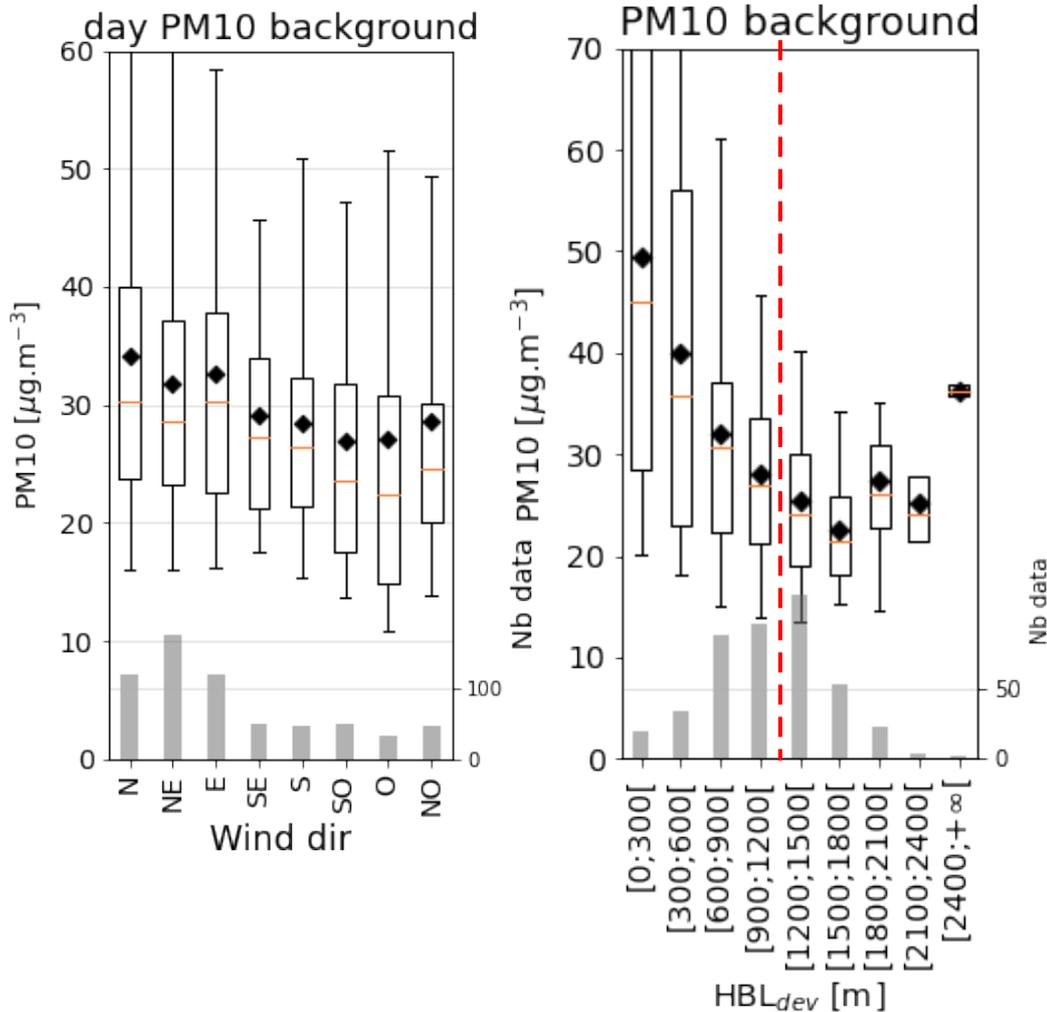


Signal urbain cohérent entre les AOD et les PM₁₀ sur l'analyse climatologique

→ Tendances similaires pour des conditions météorologiques particulières ?

Analyse du signal urbain de la climatologie

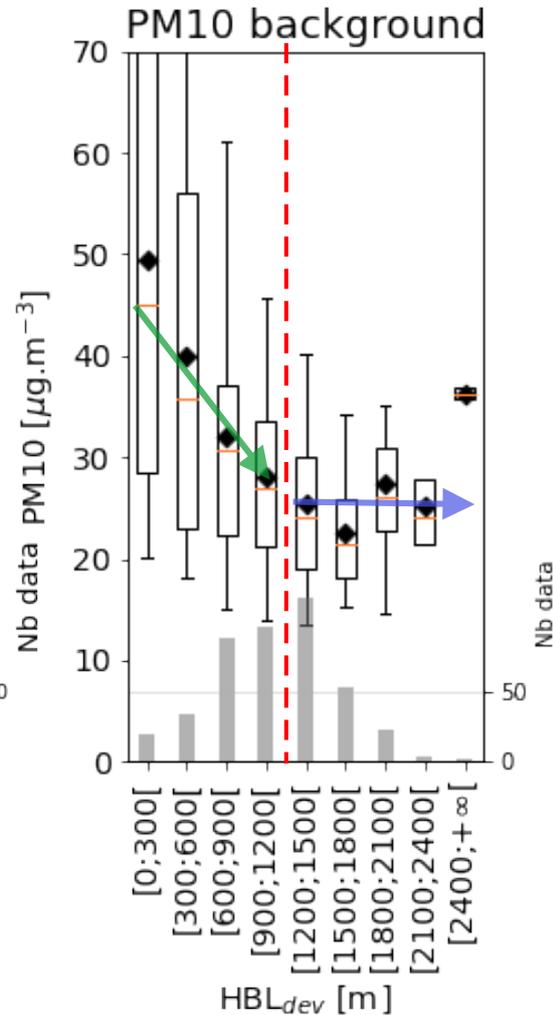
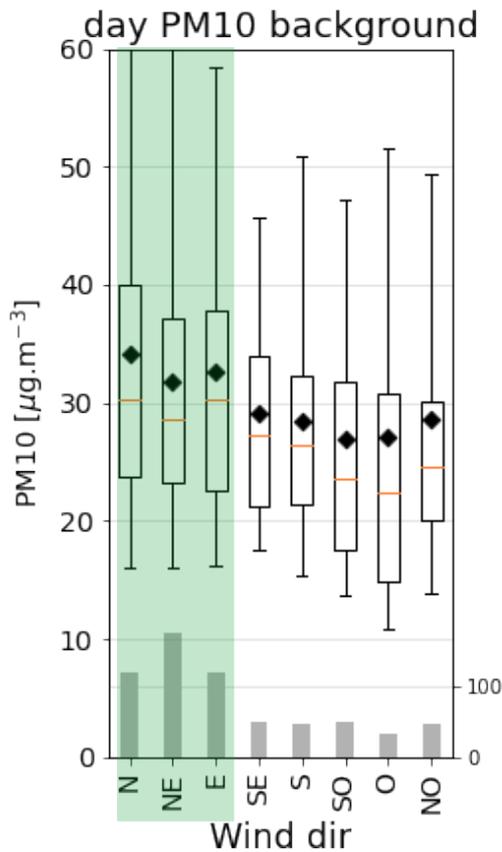
Hauteur de couche limite et Direction du vent



→ Cycle saisonnier de la hauteur de couche limite bien marqué

Analyse du signal urbain de la climatologie PM10 / Hauteur de couche limite et Direction du vent

Toute l'année



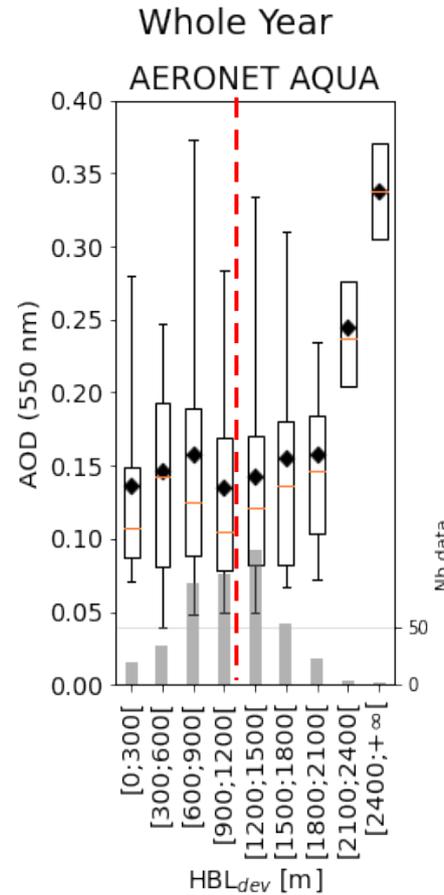
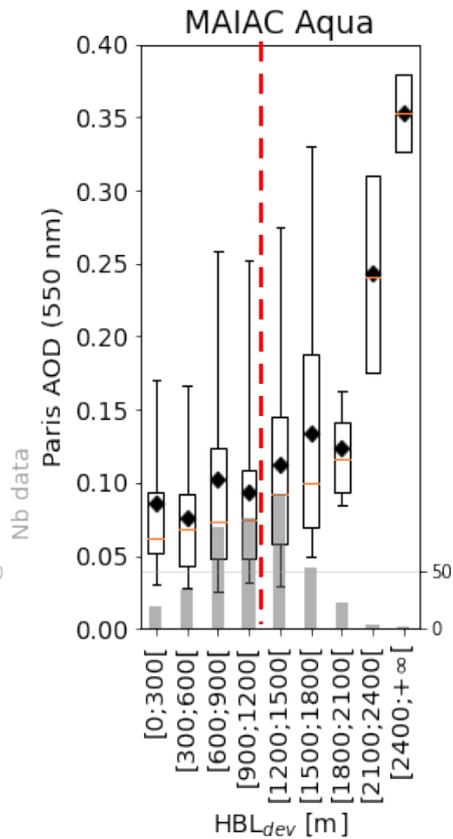
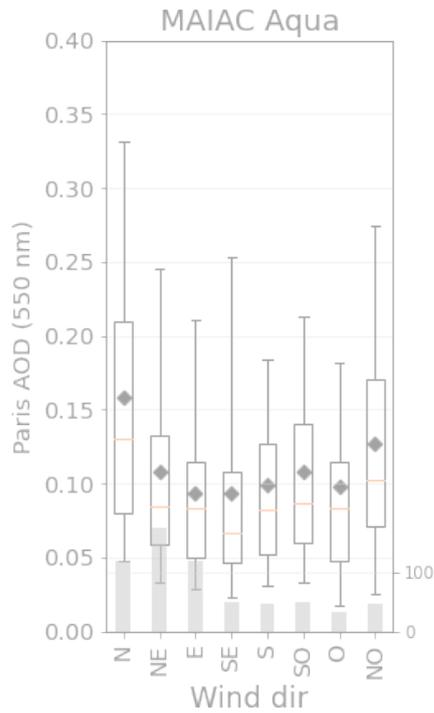
Hiver

Hauteur de couche limite + faible
Forte concentration de PM10
Emission locale lié au chauffage et effet de la stratification de CL
+ Transport de pollution régionale sous certaines conditions de vent (NE - SE)

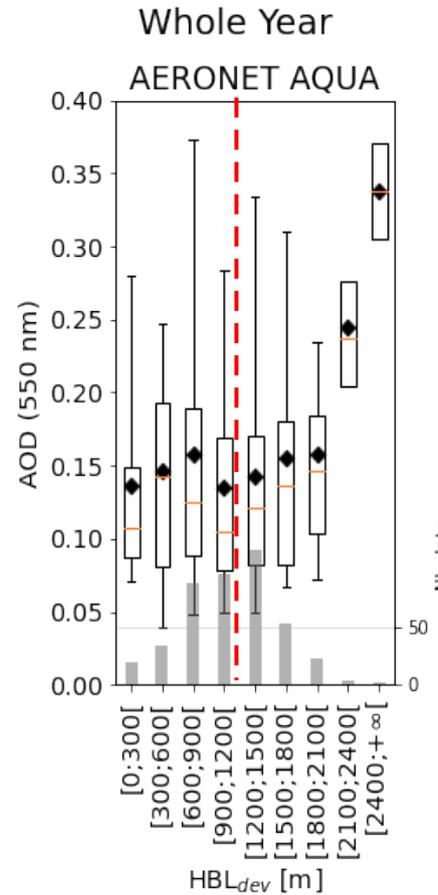
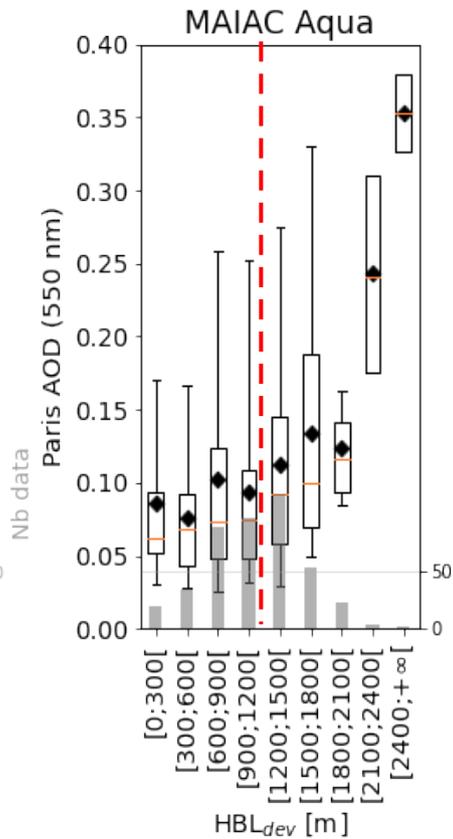
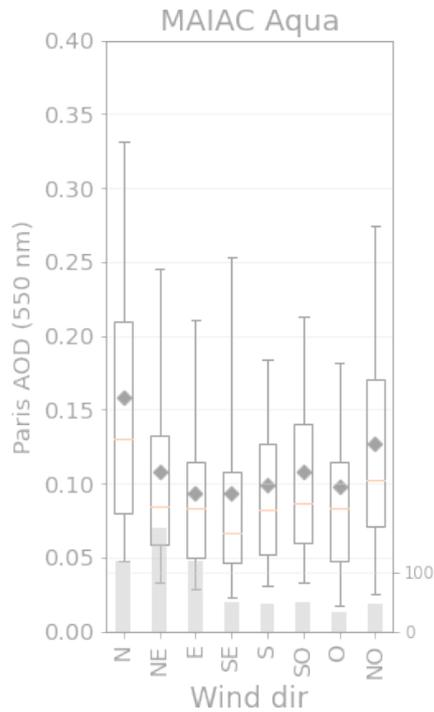
Eté

Hauteur de couche limite + élevée
Concentrations moins élevées
Moins d'impact de la hauteur de CL et de la DD sur les variations de PM10

Analyse du signal urbain de la climatologie AOD / Hauteur de couche limite et Direction du vent



Analyse du signal urbain de la climatologie AOD / Hauteur de couche limite et Direction du vent



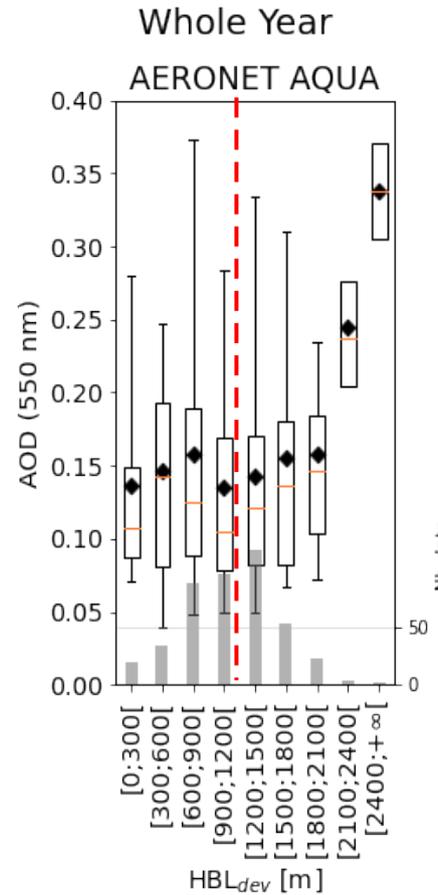
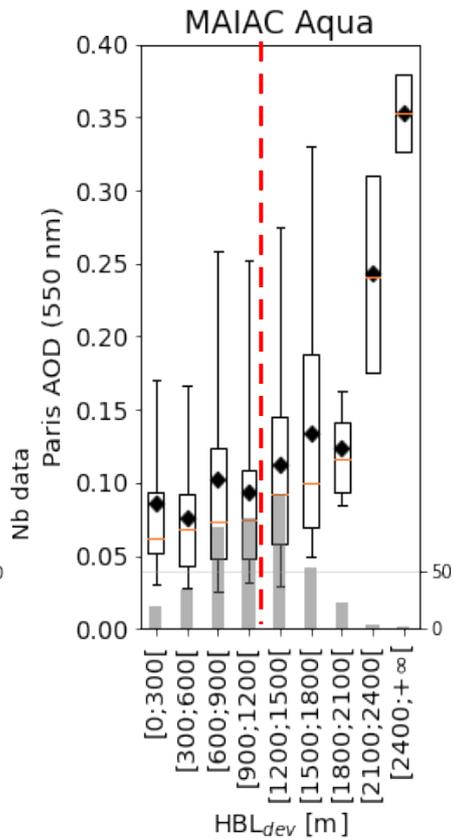
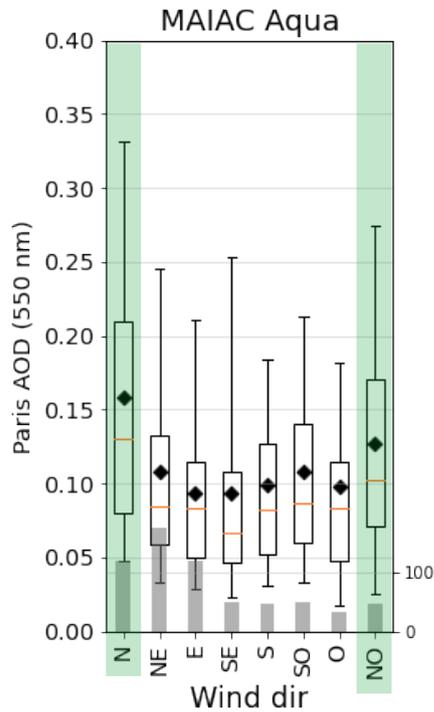
→ Cohérence entre l'AOD MAIAC et l'AOD AERONET

→ **Contrairement aux PM10 :**

- Couches limites peu développées : valeurs plus faibles d'AOD et pas d'influence de la HCL sur les AOD

- Couches limites développées : AOD + forts et influence de la HCL

Analyse du signal urbain de la climatologie AOD / Hauteur de couche limite et Direction du vent



→ Cohérence entre l'AOD MAIAC et l'AOD AERONET

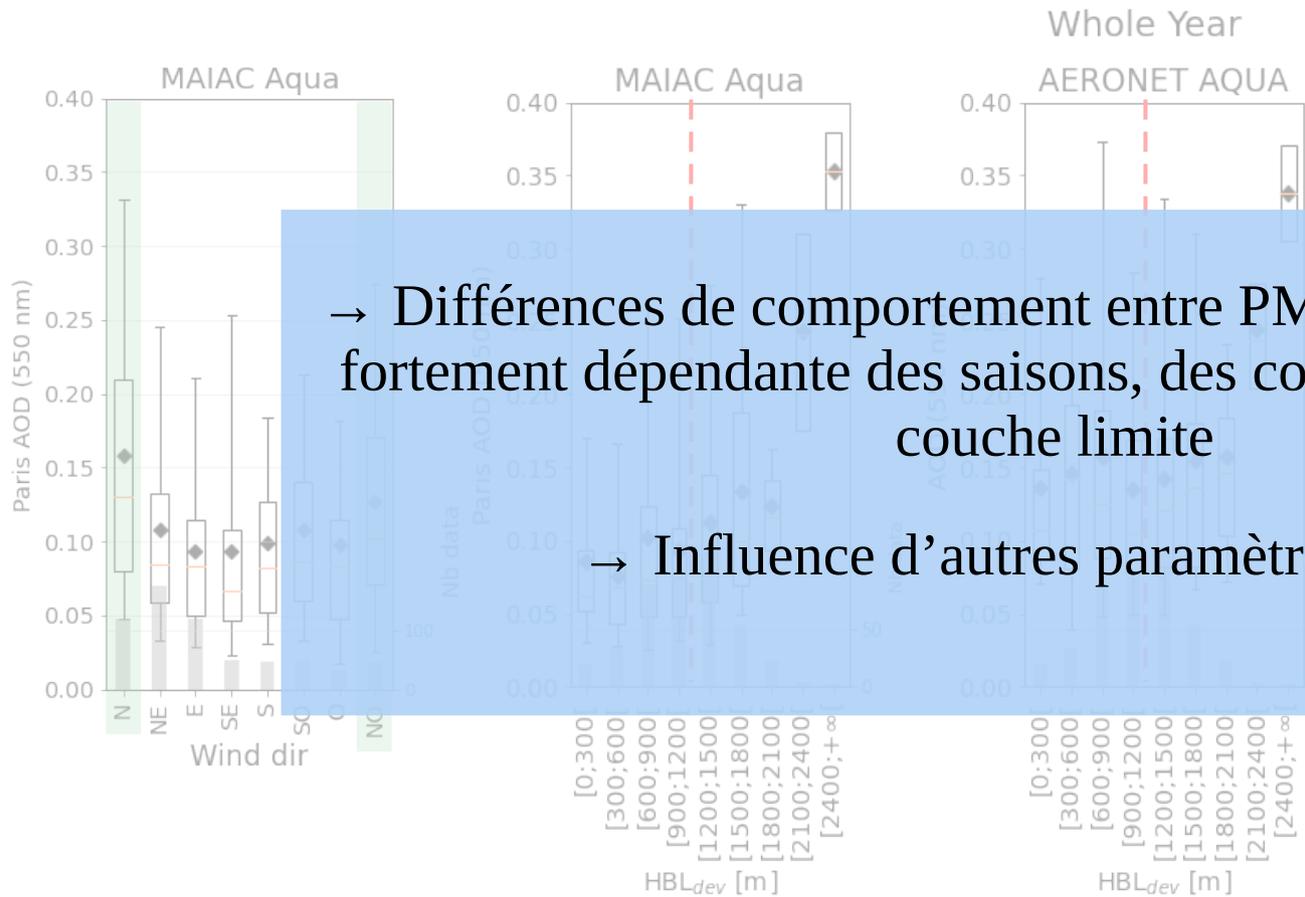
→ **Contrairement aux PM10 :**

- Couches limites peu développées : valeurs plus faibles d'AOD et pas d'influence de la HCL sur les AOD

- Couches limites développées : AOD + forts et influence de la HCL

Analyse du signal urbain de la climatologie

AOD / Hauteur de couche limite et Direction du vent



→ Cohérence entre l'AOD MAIAC et l'AOD AERONET

→ Contrairement aux PM10 :

→ Différences de comportement entre PM10 et AOD : relation fortement dépendante des saisons, des conditions météo et de couche limite

→ Influence d'autres paramètres : RH, T

→ AOD plus faibles d'AOD et pas d'influence de la HCL sur les AOD

→ Couches limites développées : AOD + forts et influence de la HCL

Conclusions et Perspectives

- Méthodologie de traitement des données MAIAC et production d'une climatologie d'AOD sur l'IdF (BD PANAME)
- Tendence de diminution de l'AOD sur la période 2006-2020 :

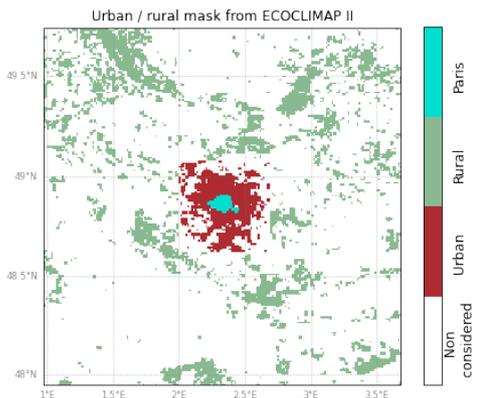
	Paris	Rural
MAIAC Aqua	-1.22 ± 1.12 ($3.37 \cdot 10^{-2}$)	-1.88 ± 1.16 ($1.6 \cdot 10^{-3}$)
AERONET	-1.60 ± 1.44 ($3.04 \cdot 10^{-2}$)	

taux de variation relatif de l'AOD (%·an⁻¹)

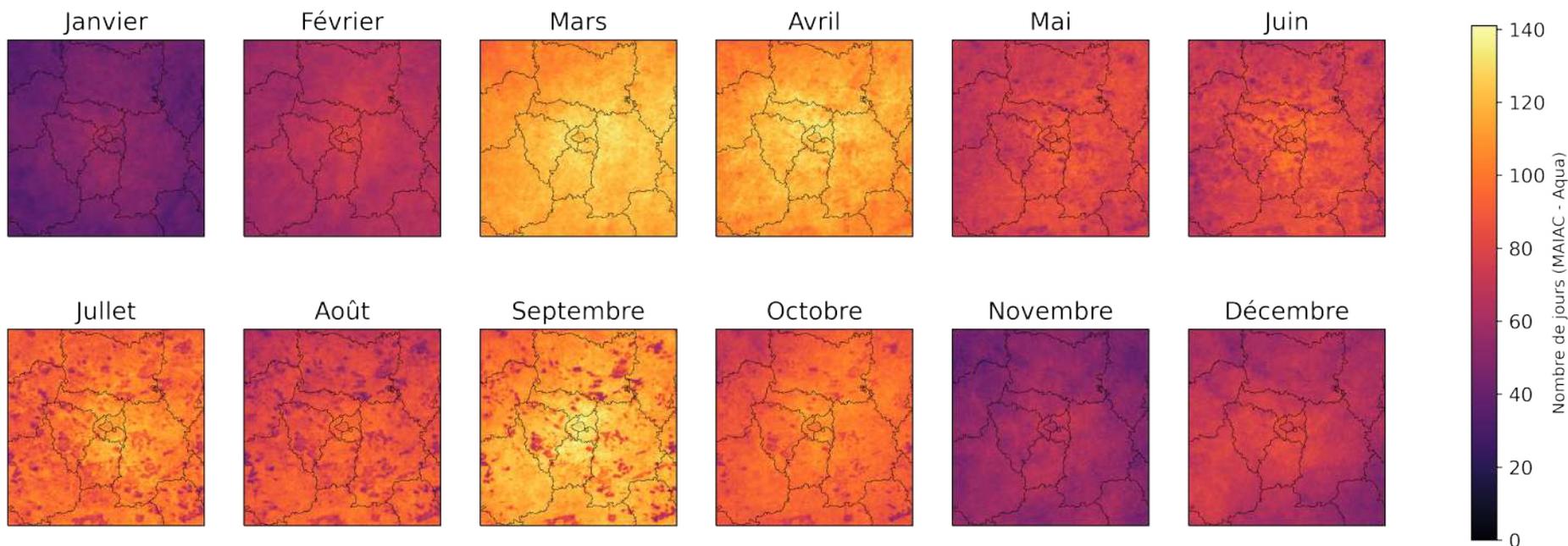
- Cohérence retrouvée avec les AOD AERONET
- Signal urbain détecté et robuste, comme dans les concentrations de PM10 en surface
- Sensibilité différente aux conditions météorologiques et selon les saisons
- Climatologie complétée avec d'autres données satellitaires (couverture nuageuse, AOD AERUS-GEO, ...)
- Meilleure compréhension des types d'aérosols dans la colonne atmosphérique et leur distribution verticale
- Analyse croisée avec des données d'îlot de chaleur urbain pour l'étude de situations à enjeux sanitaires (vagues de chaleur) → Influence du climat urbain sur les concentrations d'aérosols à Paris

ANNEXES

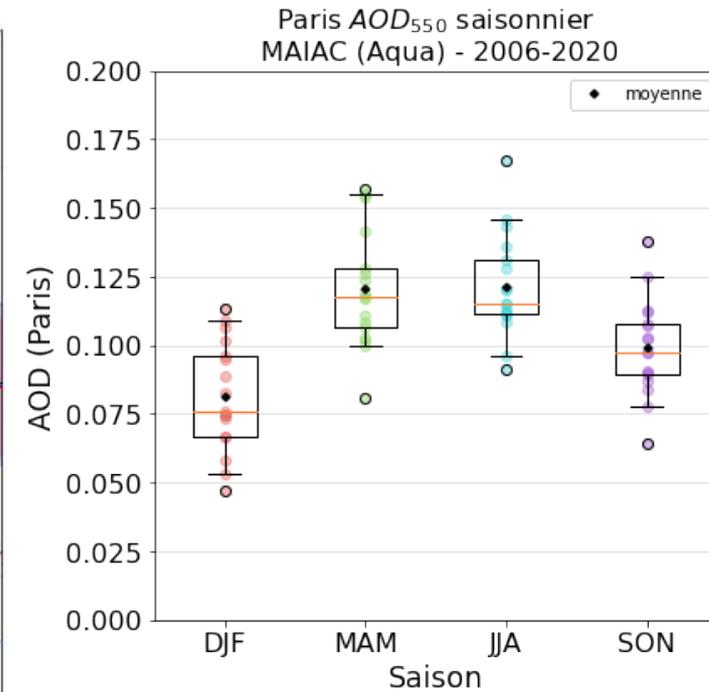
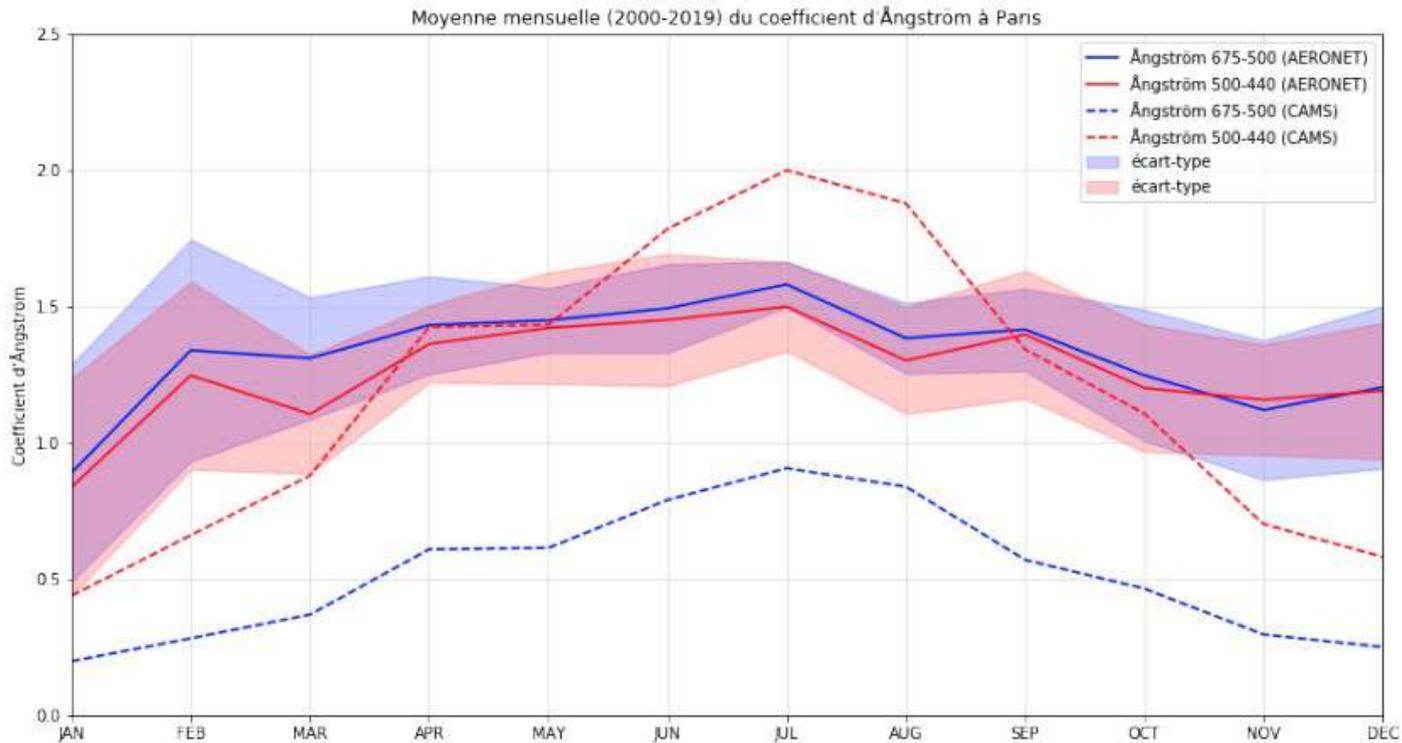
Disponibilités des données



Nombre de jours avec des données pour
Aqua, de 2006 à 2020



Angstrom (AERONET et CAMS)

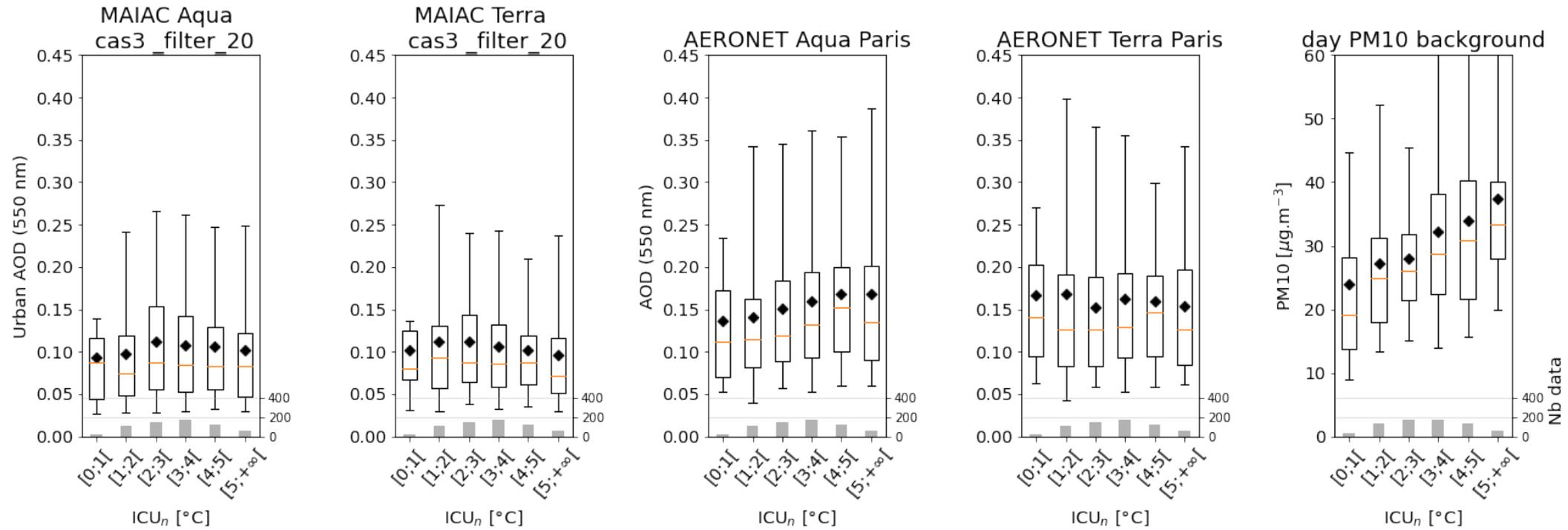


Cycle saisonnier : Prédominance de particules plus fines l'été

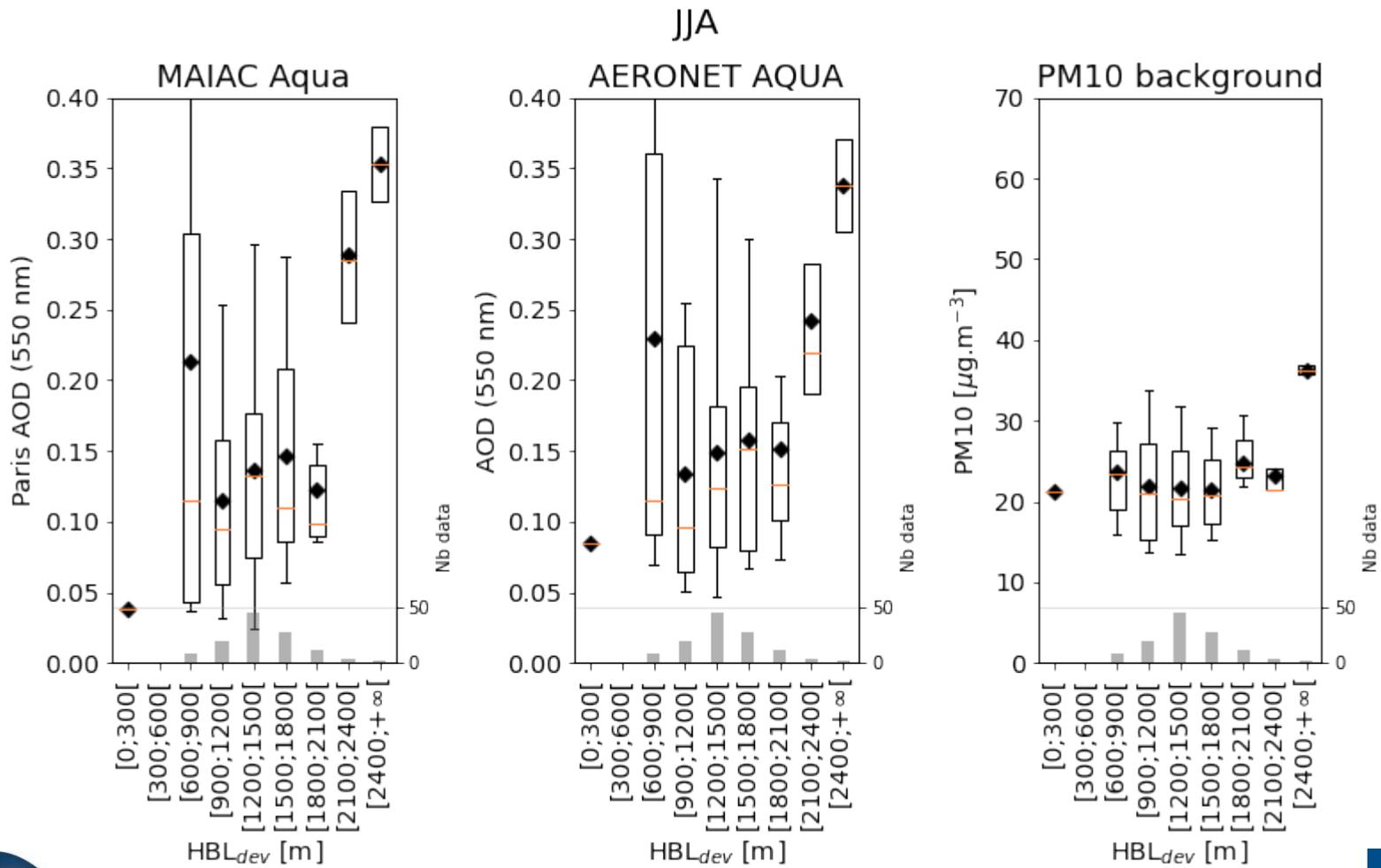
L'hiver → 1

L'été → 1.5

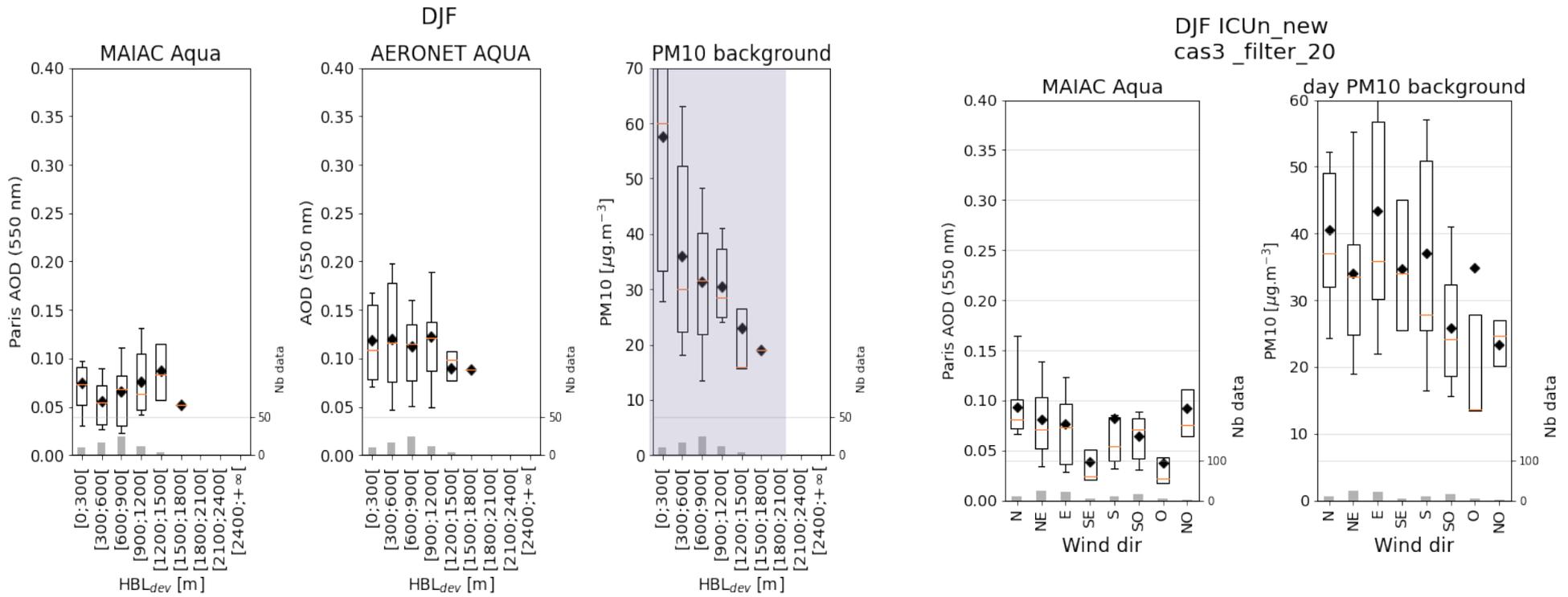
Whole Year ICU_n_new
cas3_filter_20



Eté (JJA)



Hiver (DJF)



Analyse du signal urbain de la climatologie

Direction du vent JJA

