

"Des particules plus ou moins nocives selon leur potentiel d'oxydation ?"

Présenté par :

Jean-Luc Jaffrezo, Gaëlle Uzu et Pamela Dominutti
Institut des sciences de l'Environnement – Grenoble

En collaboration avec de très nombreux partenaires

(LCSQA, AASQA, laboratoires)



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

Une réglementation basée sur la masse des particules

La réglementation Européenne concernant la Qualité de l'Air, pour ce qui est des particules atmosphériques est essentiellement basée sur leur masse par m³

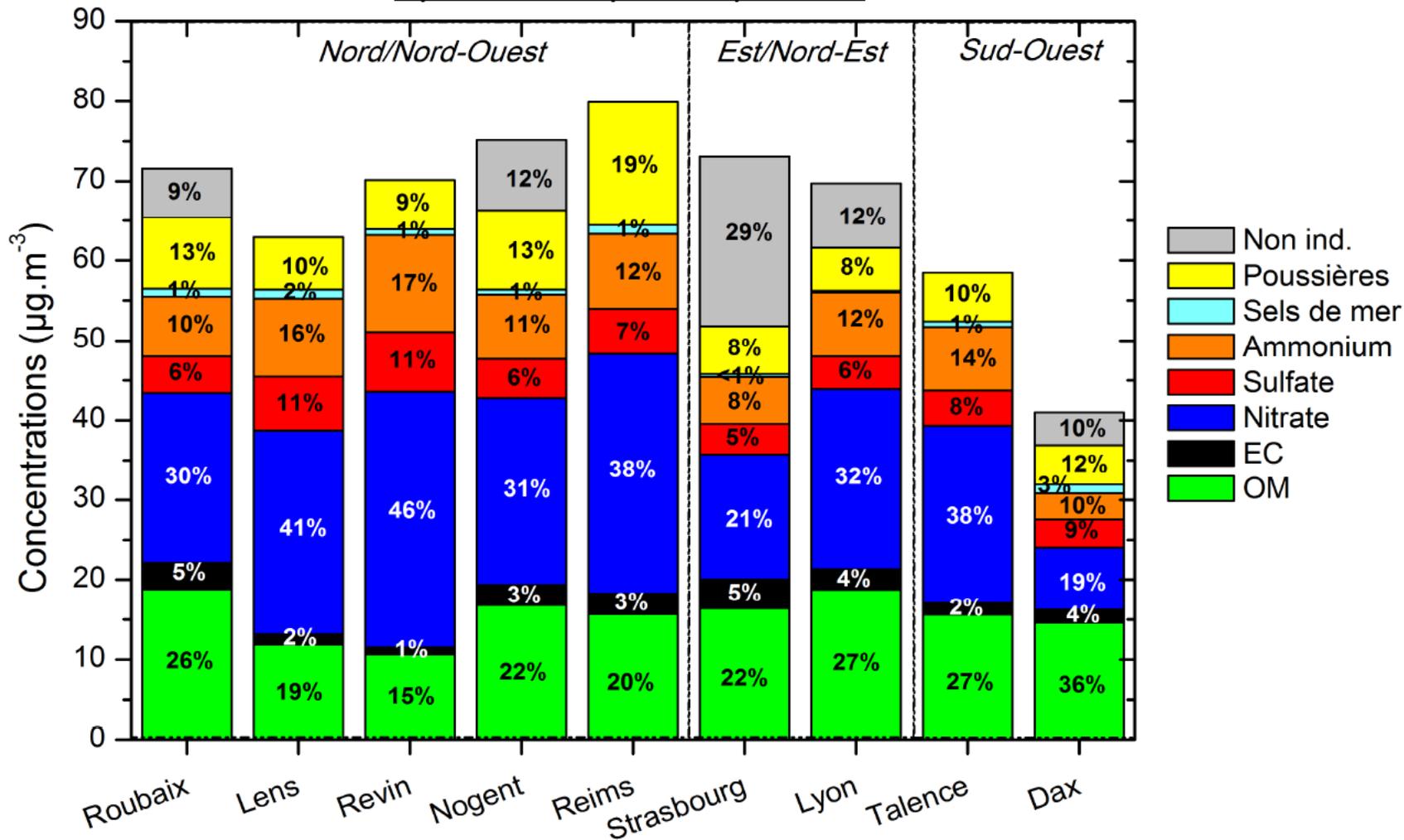


1 μg d'embruns marins ou de polluants de pot d'échappement
restent 1 μg pour la réglementation de la qualité de l'air

Qu'en est-il du nitrate d'ammonium ??

Le nitrate d'ammonium un « polluant en partie agricole »

Episodes de printemps 2014

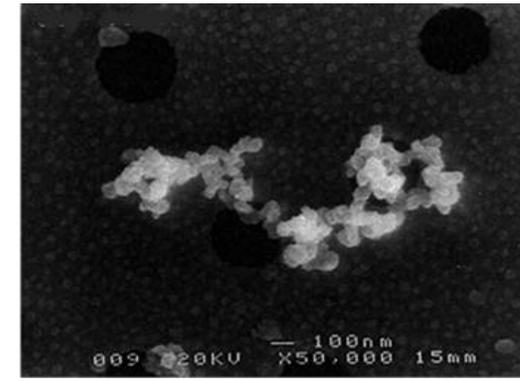
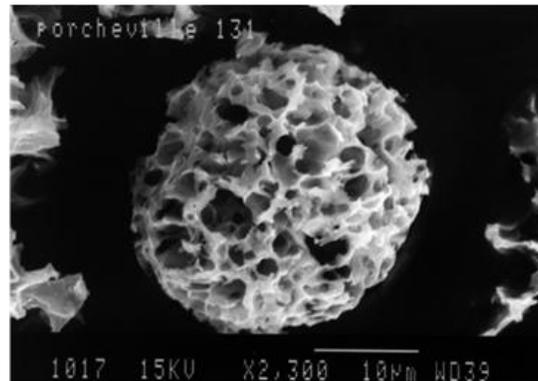
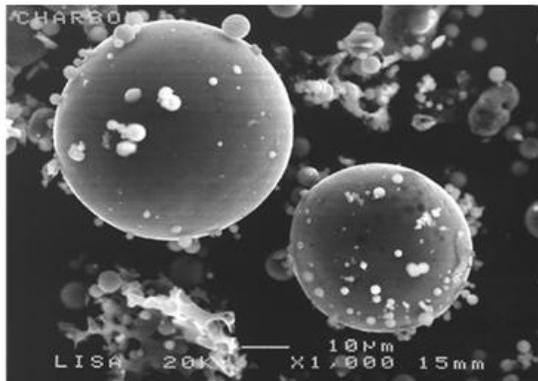


Nitrate d'ammonium
pas loin de 50 % de la
masse et 30 – 40
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les particules : des caractéristiques et des sources très diversifiées

Les particules sont des objets très divers

En taille, en composition chimique, en état de surface, en solubilité, toutes ces propriétés variant selon les sources d'émission



La masse est donc une propriété qui ne représente que très partiellement les impacts des particules sur la santé humaine

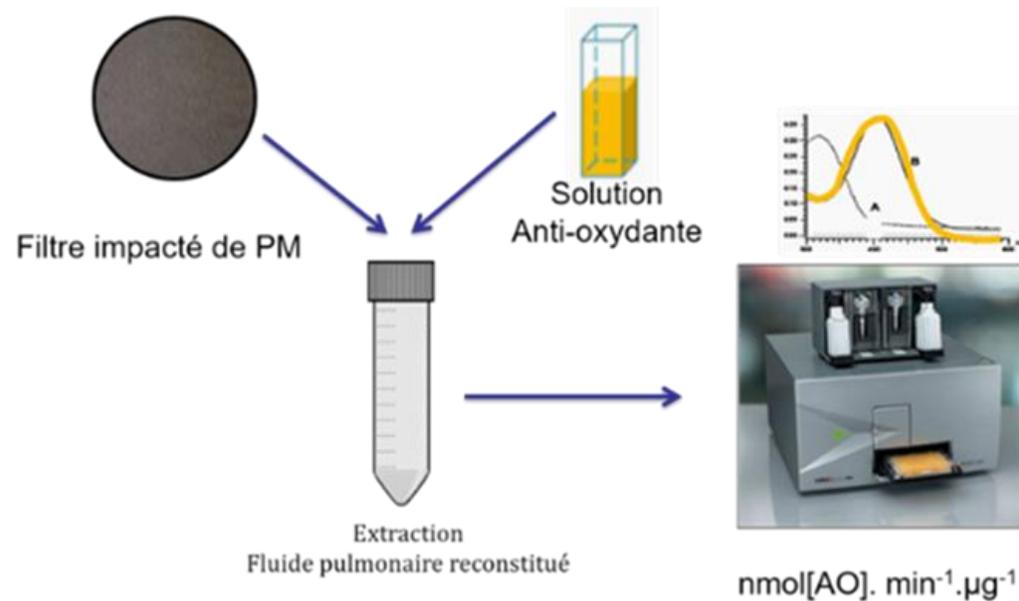
Vers un nouveau type de mesure, plus proche de l'aspect sanitaire



Le stress oxydatif, un dénominateur commun à beaucoup d'impacts sur la santé
(mais pas le seul mode d'action)

Le potentiel oxydant des particules :
une mesure qui évalue comment les particules respirées interagissent avec nos défenses pulmonaires

La mesure du potentiel oxydant, en pratique ...



Avec quelle vitesse notre échantillon consomme une quantité donnée des anti-oxydants que nous avons dans les poumons

La mesure de vitesse d'une réaction chimique, qui prend en compte la masse, la distribution en taille, la solubilité, les interactions entre les polluants de l'échantillon

Plusieurs anti-oxydants

=

plusieurs PO !!

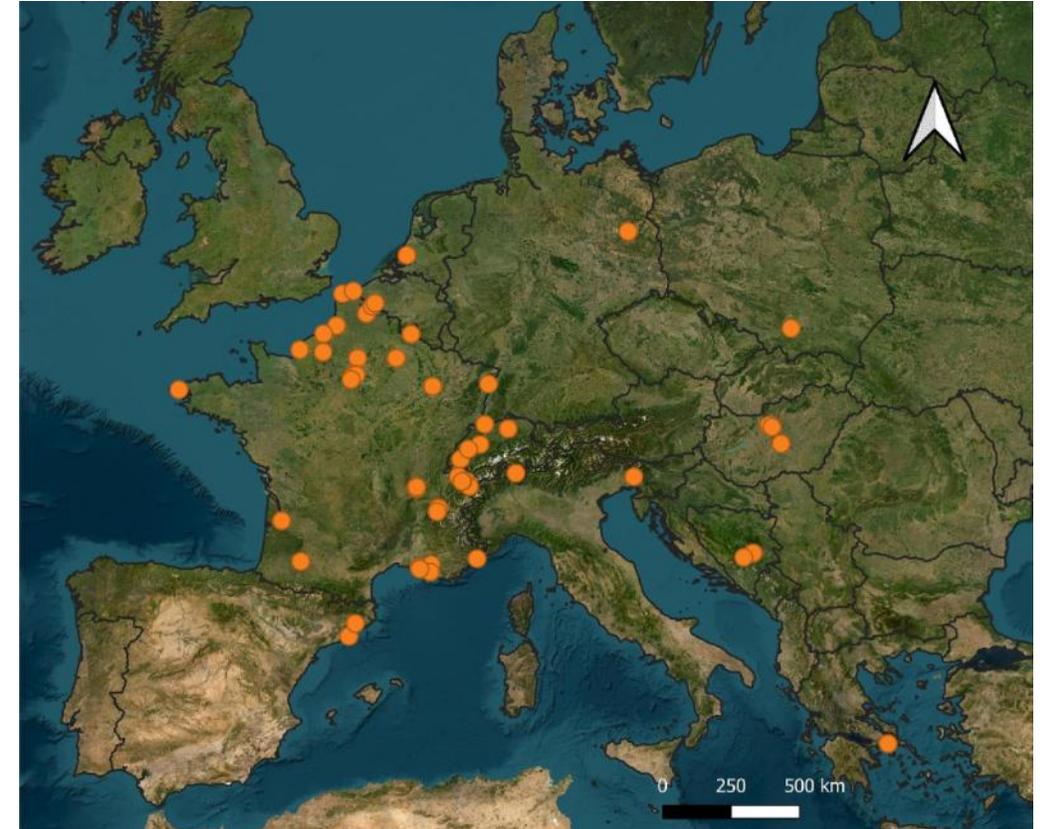
Les mesures de PO dans notre groupe à l'IGE

Nous réalisons ce type de mesures depuis une douzaine d'années

Études par rapport à la chimie des PM, par rapport aux sources, par rapport aux classes de tailles, pour comprendre comment le PO évolue dans différents environnements

Des échantillons qui viennent de partout dans le monde, avec une très grande base de données (pas loin de 18 000 échantillons analysés)

Carte des études en Europe avec au moins 1 an de mesures



Des études et actions dans plusieurs directions

Valider le fait que le PO est bien une mesure proche de la santé :

Travaux avec des toxicologistes et des épidémiologistes

S'assurer que tous les groupes font des mesures de PO équivalentes

Travaux sur l'harmonisation des protocoles au niveau mondial

Des études et actions dans plusieurs directions

Valider le fait que le PO est bien une mesure proche de la santé :

Travaux avec des toxicologistes et des épidémiologistes

S'assurer que tous les groupes font des mesures de PO équivalentes

Travaux sur l'harmonisation des protocoles au niveau mondial

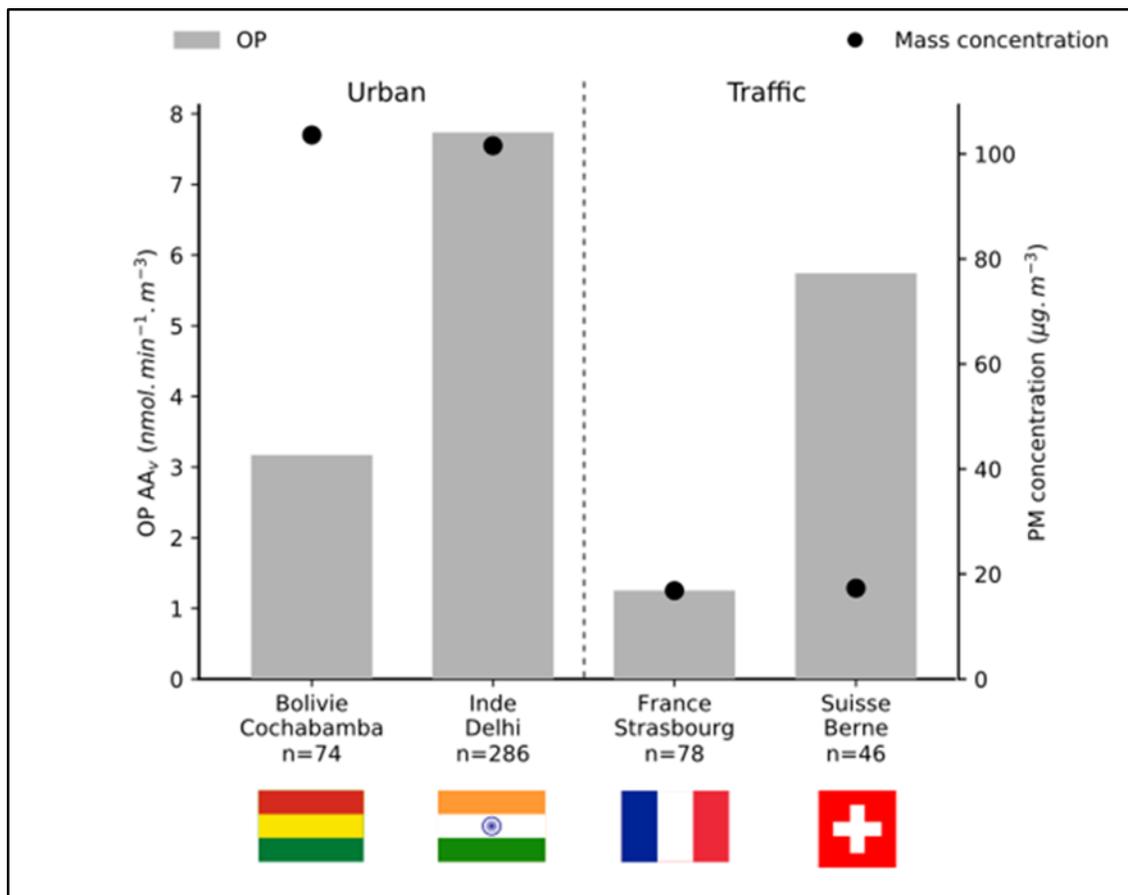
Développer une instrument de mesure automatique

- Dépôt d'un brevet et construction d'un prototype

Promouvoir le PO vers le domaine réglementaire

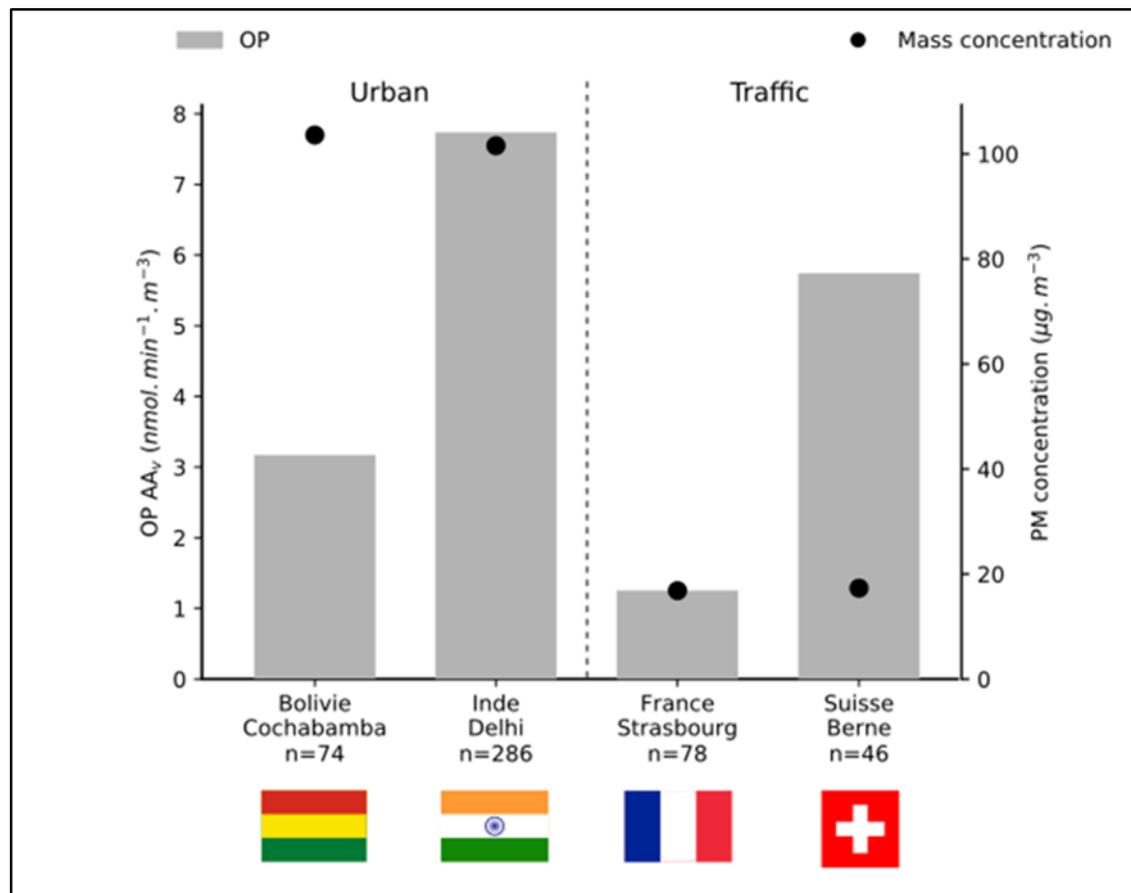
- Le PO entre dans la nouvelle directive Européenne de 2024, pour des mesures recommandées sur des « super sites urbains et ruraux »
- Un papier de synthèse avec 11 000 données Européenne qui préfigure des valeurs « guide »

Que nous montre le PO ? PO et masse



Le PO ne mesure pas la même chose que la masse
A masses égales (fortes ou faibles), le PO peut être très variable

Que nous montre le PO ? PO et masse



Le PO ne mesure pas la même chose que la masse
A masses égales (fortes ou faibles), le PO peut être très variable

Aussi :

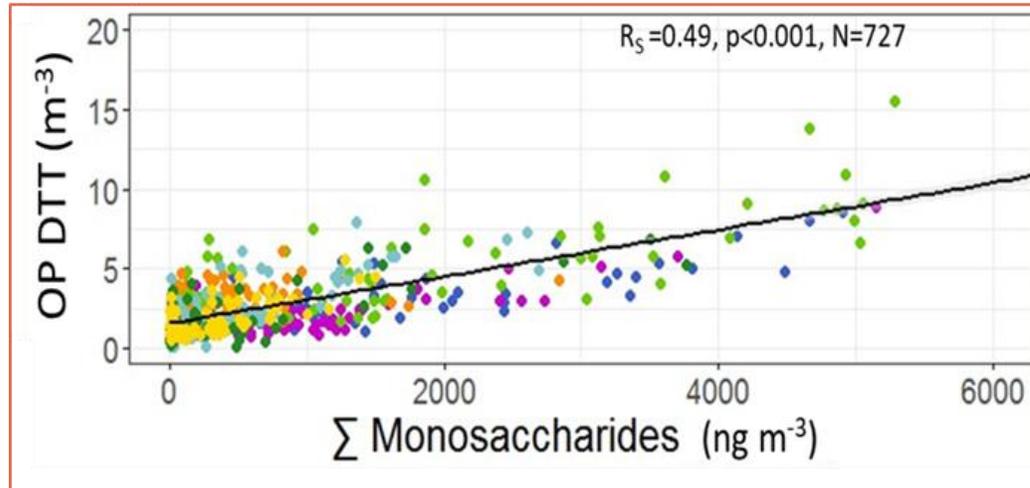
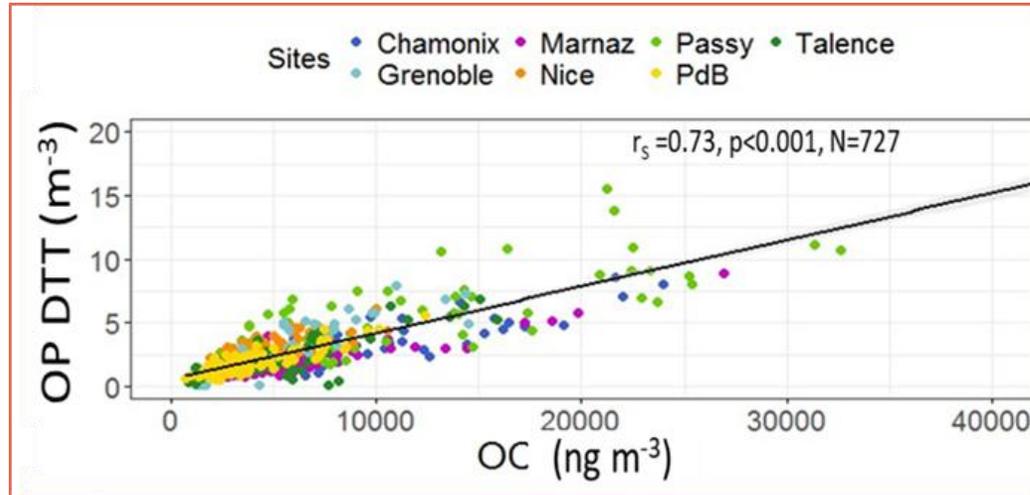
Le PO peut être mesuré par unité de volume (d'air respiré): PO_v /m³

ou

par unité de masse de PM :

PO_m /μg

Que nous montre le PO ? PM et chimie des particules



Le PO présente un lien fort avec certaines espèces chimiques :

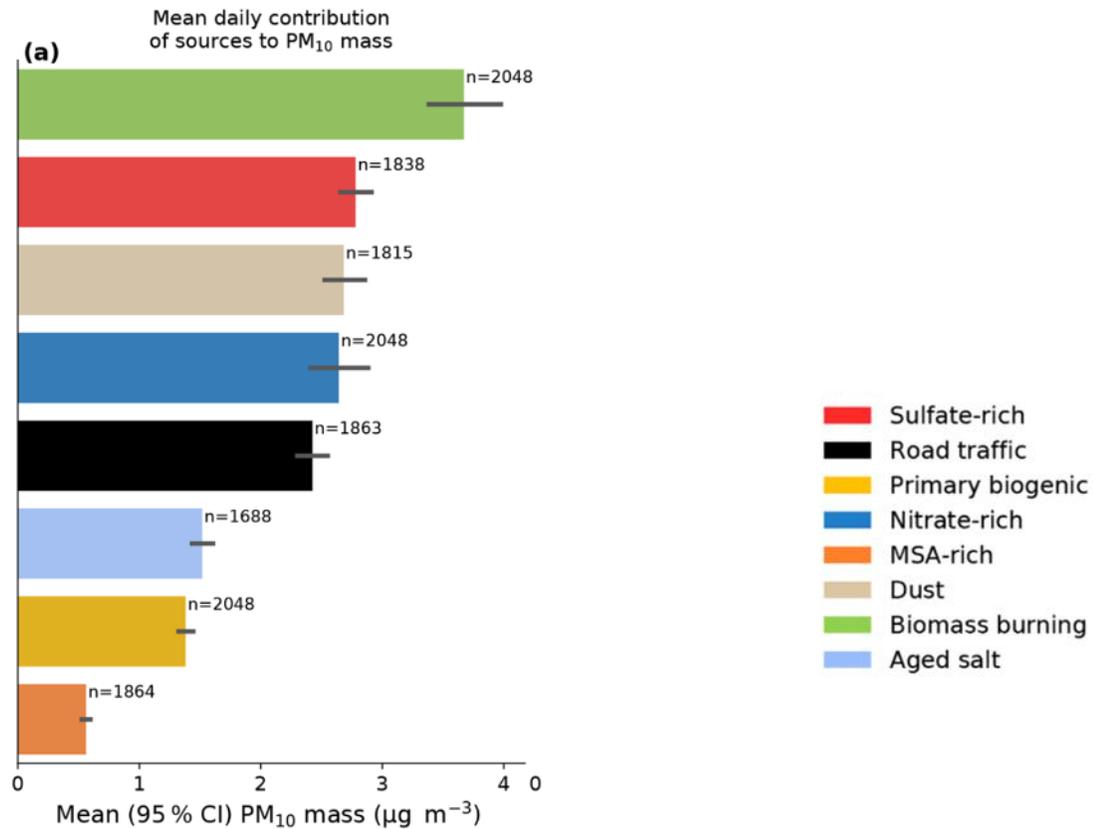
La matière carbonée

Les espèces caractéristiques de la combustion de biomasse (domestique)

Ou encore le cuivre (des freins de voitures)

Que nous montre le PO ? PO et sources d'émission

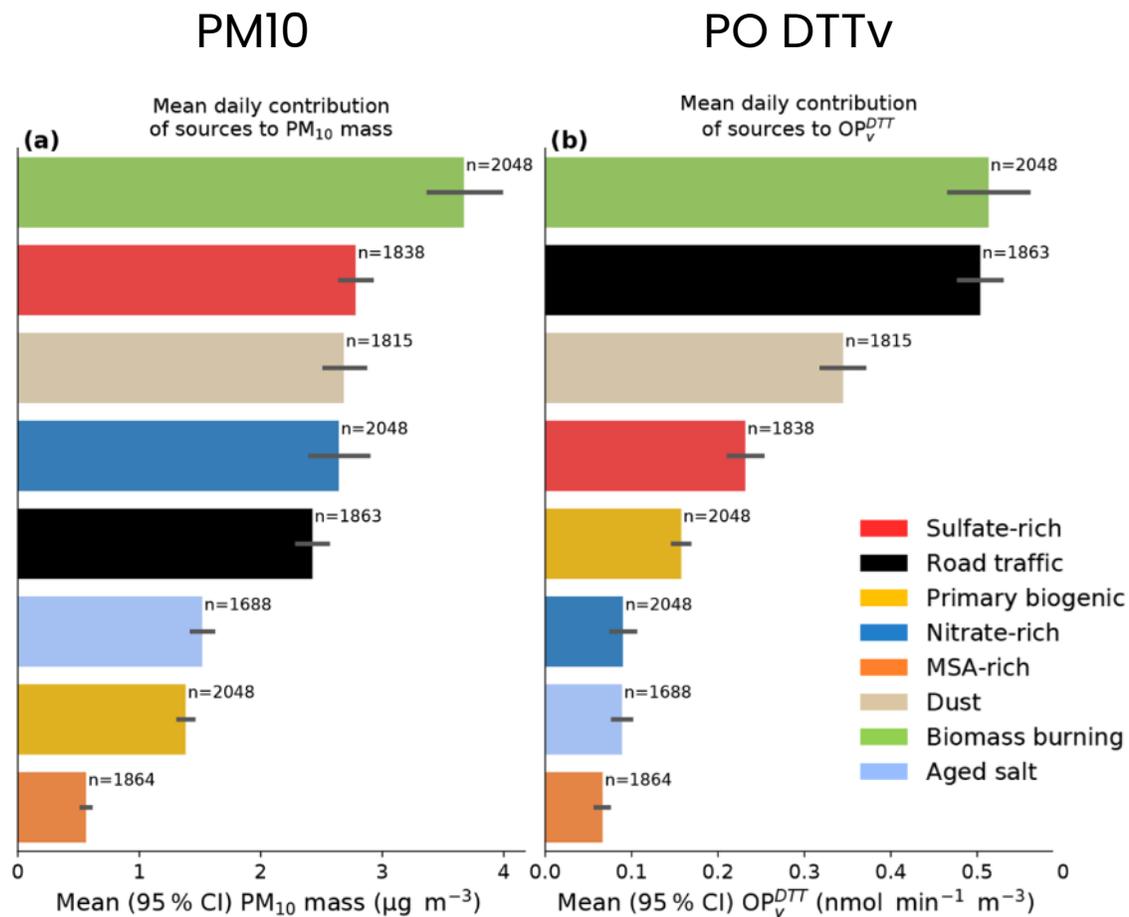
PM10



Moyenne sur 15 sites en France

Nous sommes capables d'attribuer les contributions des sources d'émission de PM à la masse
(avec des techniques statistiques appliquées à des grands jeux de données)

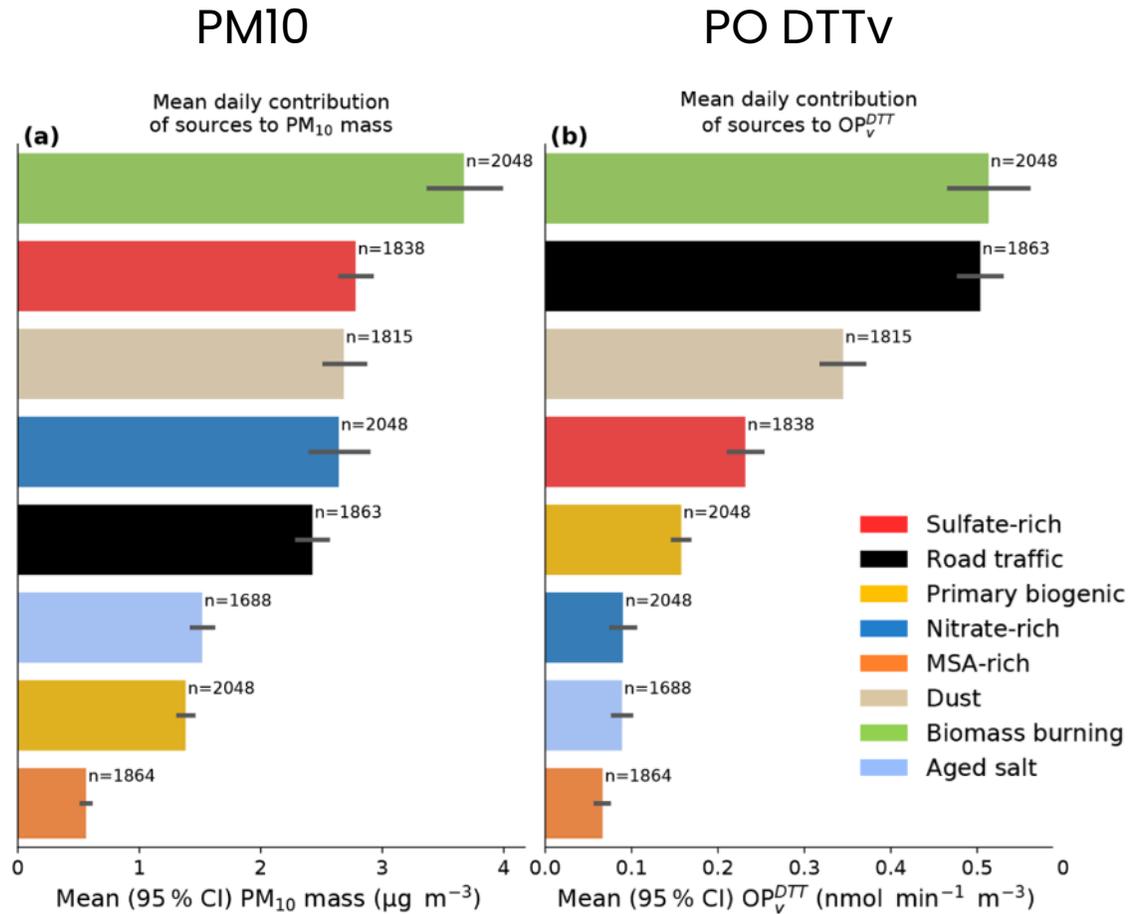
Que nous montre le PO ? PO et sources d'émission



Nous sommes capables d'attribuer les contributions des sources d'émission de PM à la masse et au PO
(avec des techniques statistiques appliquées à des grands jeux de données)

Moyenne sur 15 sites en France

Que nous montre le PO ? PO et sources d'émission



Moyenne sur 15 sites en France

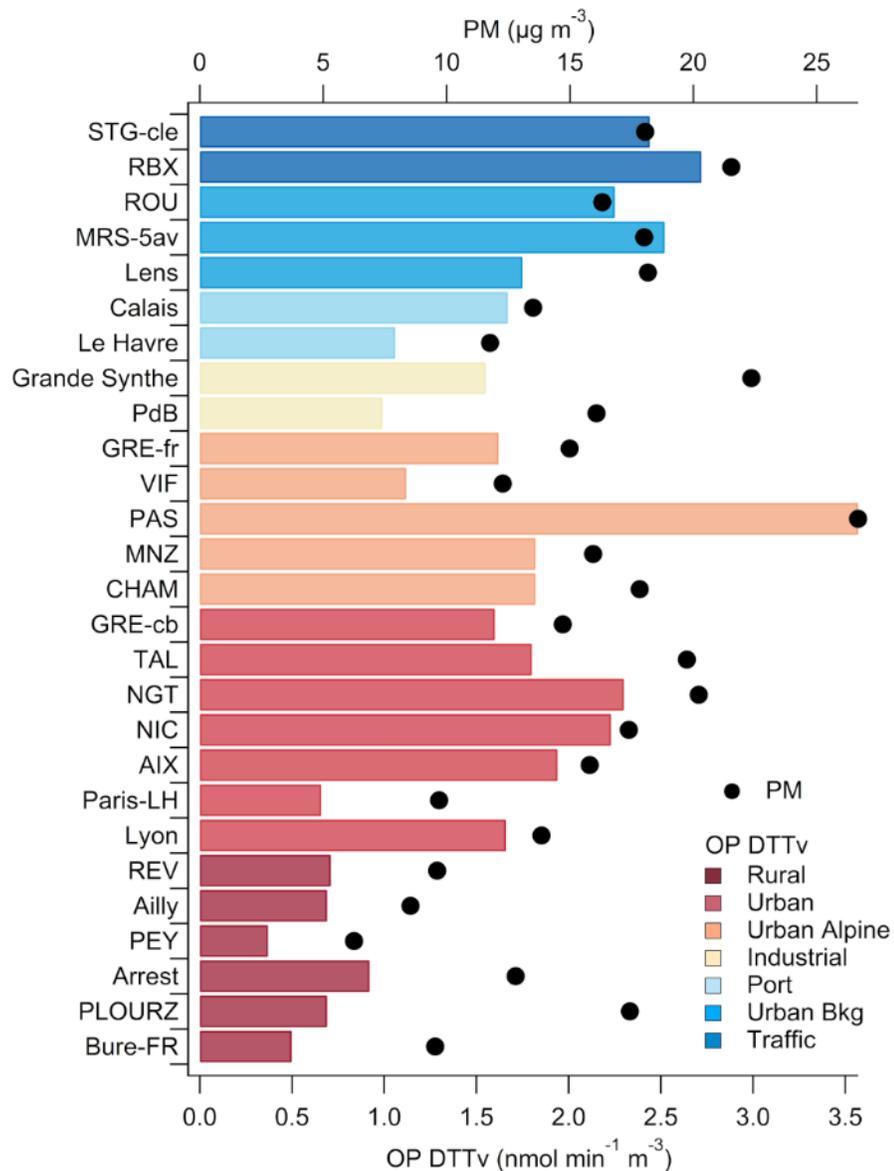
Nous sommes capables d'attribuer les contributions des sources d'émission de PM à la masse et au PO
(avec des techniques statistiques appliquées à des grands jeux de données)

Les classements des sources les plus importantes à la masse et au PO sont différents

Pour le PO, ce sont les sources « combustion de biomasse domestique » et « émissions véhiculaires » qui contribuent au PO.

La source « nitrate d'ammonium » recule au classement

Que nous montre le PO ? Classement des sites de mesure en France



Découplage entre PO et masse :

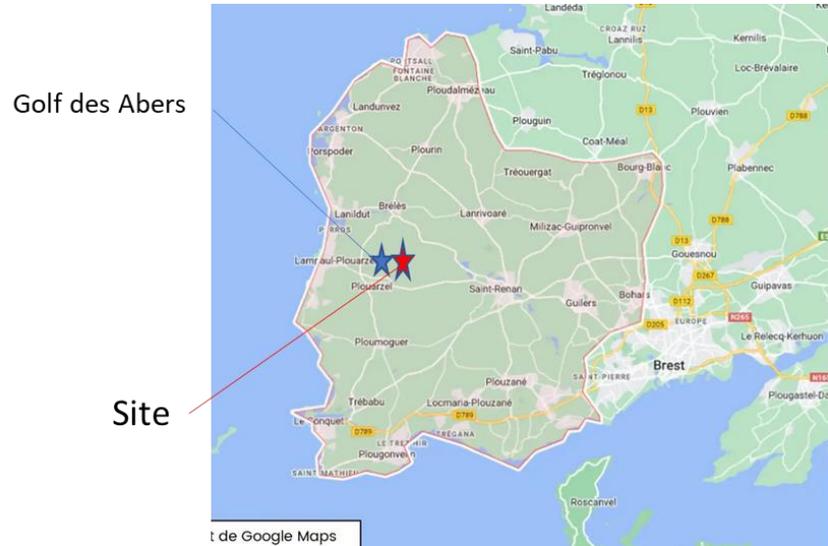
Sites ruraux < sites urbains

Sites trafic et vallées alpines ++

Plouarzel très bas, malgré des masse fortes

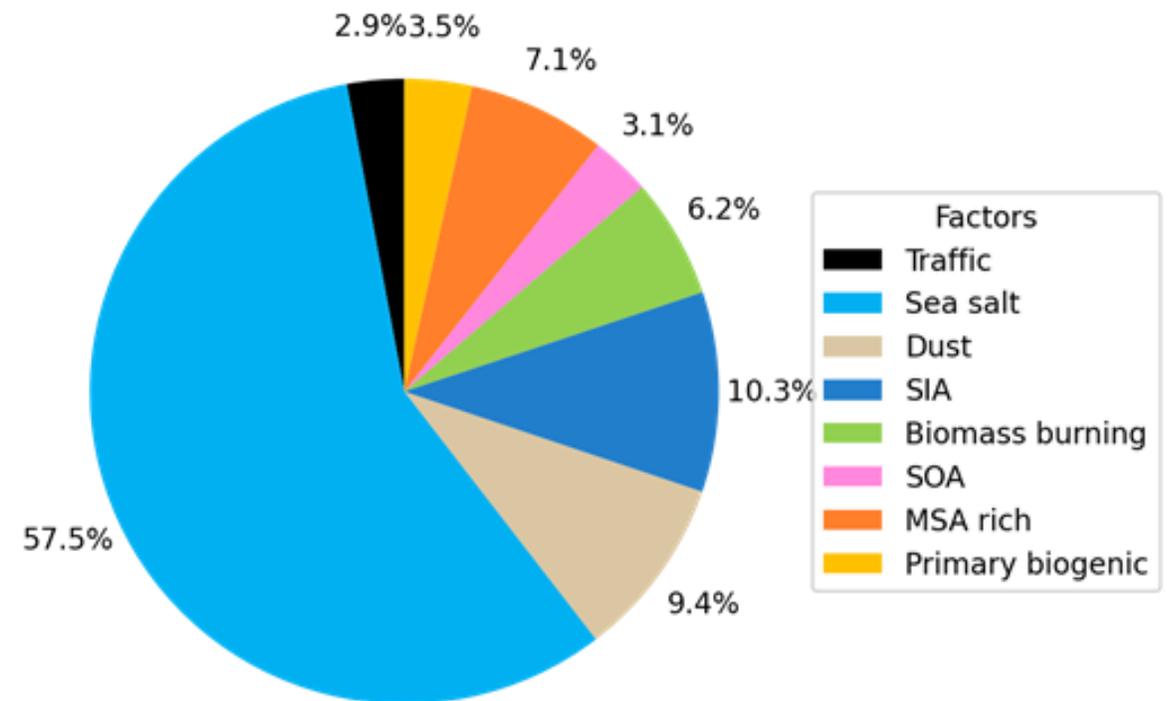
(En Inde ou en Chine : valeurs vers 10 – 15)

Que nous montre le PO ? à Plouarzel

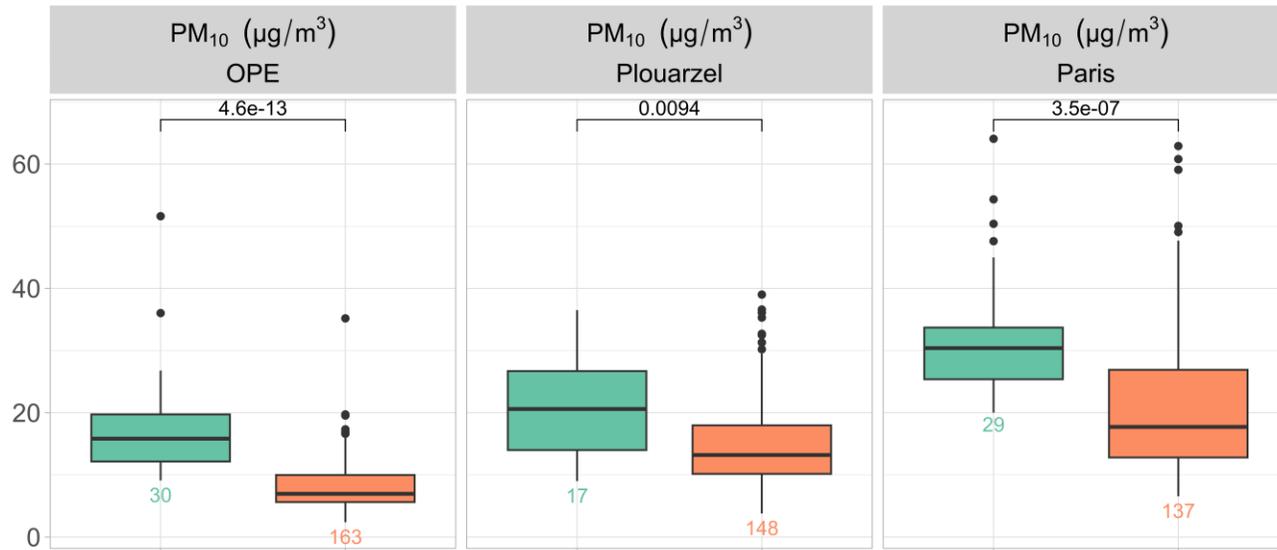


- Participation au programme ABAA
- 10/03/2023 au 20/05/2024
- 173 échantillons de PM10
- Analyses chimiques assez complètes + PO

- Des niveaux de base en PM très faibles avec des épisodes ($10 - 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Une forte influence des sources naturelles
- En moyenne annuelle :



Que nous montre le PO ? PO et nitrate d'ammonium

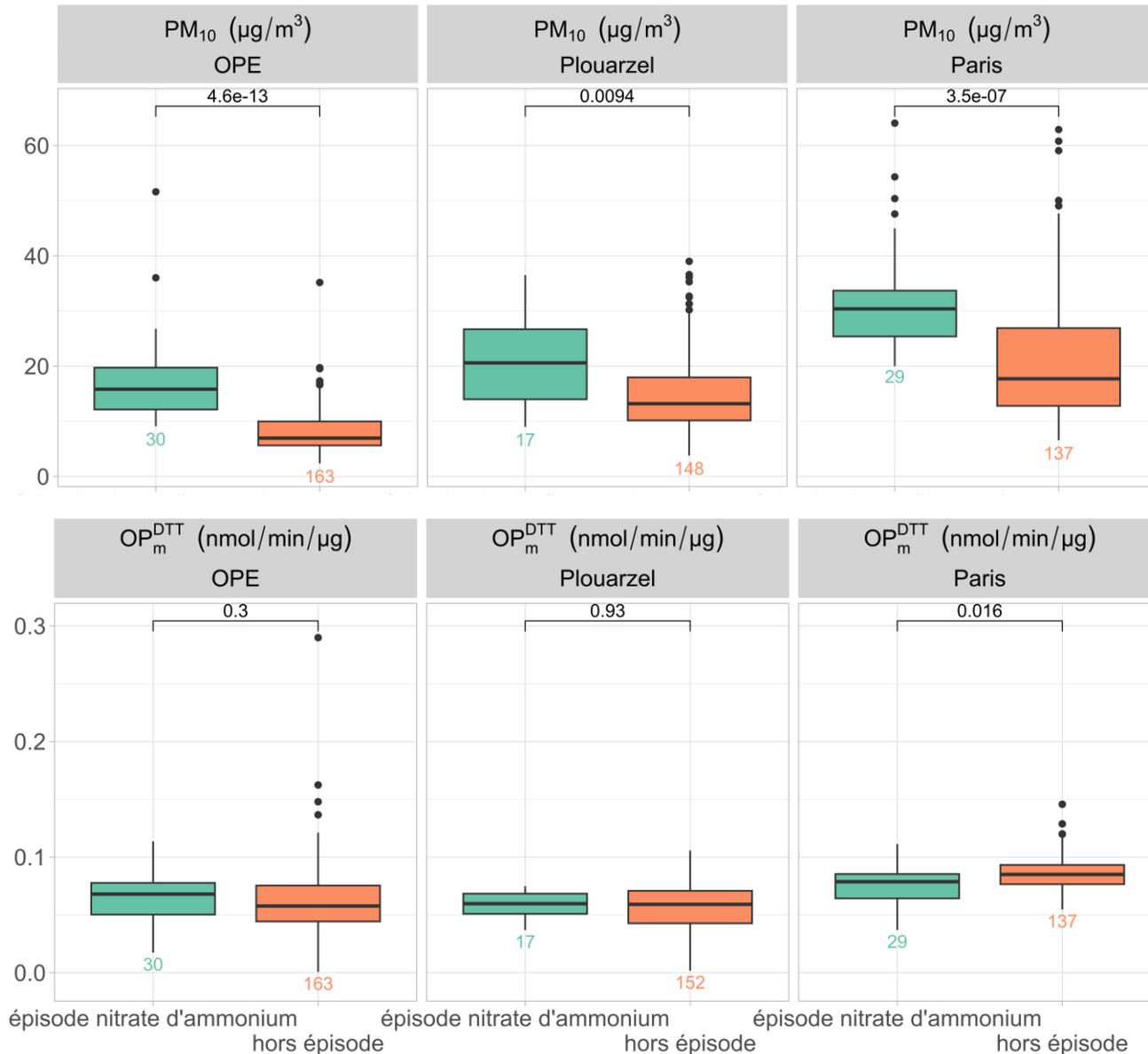


Séparation entre

- Épisodes (Ammonitrate > 3 µg/m³)
- Hors épisodes

Épisodes : concentrations plus élevées sur 3 sites et beaucoup d'épisodes

Que nous montre le PO ? PO et nitrate d'ammonium



Séparation entre

- Épisodes (Ammonitrate > 3 µg/m³)
- Hors épisodes

Episodes : concentrations plus élevées

Sur 3 sites et beaucoup d'épisodes

Mais le PO (par unité de masse) ne bouge pas du tout

Conclusions

Mise en place d'un nouveau type de mesure plus proche de la santé pour surveiller la qualité de l'air

Ne prend cependant probablement en compte toute la complexité des modes d'actions

Avancées très rapides : dans la nouvelle réglementation Européenne, pour générer des nouvelles connaissances

Cette mesure place Plouarzel comme un des sites les « moins pollués » en France

Les épisodes avec « beaucoup » de nitrate d'ammonium ne présentent pas un PO plus élevé

**Merci à beaucoup de personnes dans les AASQA
et des labo de recherche pour toutes les
collaborations**

Mention spéciale au LCSQA et O Favez

