

Colloque PIREN-Seine 2026

Répartition des micropolluants organiques sur les particules atmosphériques PM_{10} , $PM_{2.5}$ et PM_1 sur deux sites parisiens

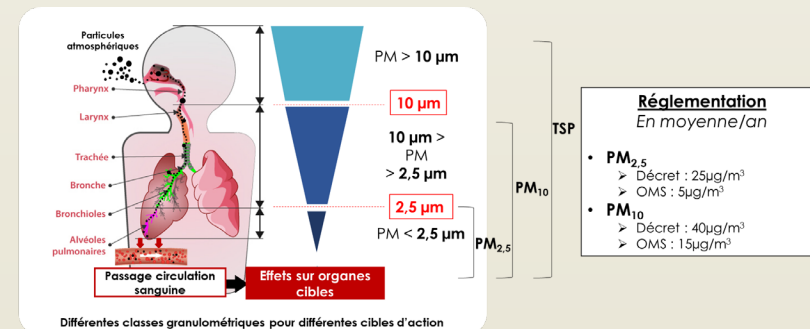
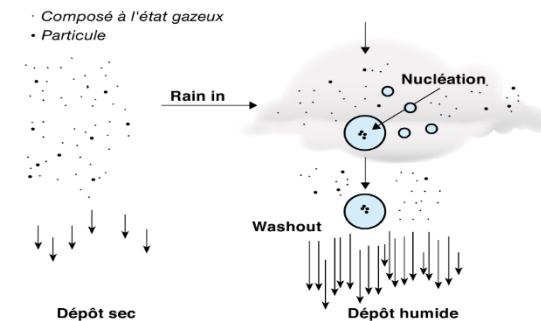
Guigon E., Alliot F., Traoré S., Bimbot M., Oziol L.

UMR METIS et UMR ESE

Introduction

- Dispersion des micropolluants organiques par la voie atmosphérique et contamination des zones éloignées des sources de pollution
- Importance des apports par les retombées atmosphériques
- La contamination des retombées atmosphériques est liée au lessivage gazeux et particulaire
- Importance de la répartition des micropolluants sur la phase particulaire pour la contamination des retombées atmosphériques (Parker et al 1996, HAP et PCB)
- Les particules $< 0,1\mu\text{m}$ seraient plus efficacement lessivées par les gouttes de pluie
 - besoin de comprendre les relations entre phase particulaire et les retombées

➤ Homme : Exposition par inhalation

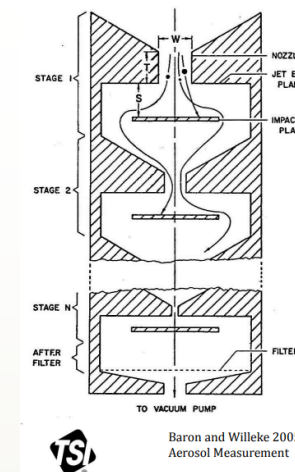


Etude précédente 2020-23

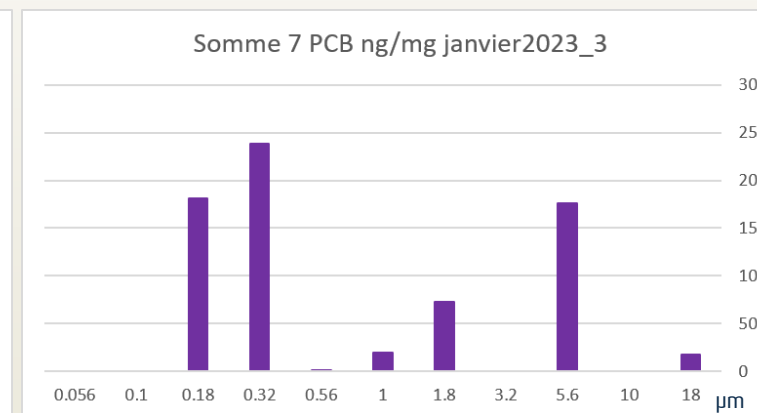
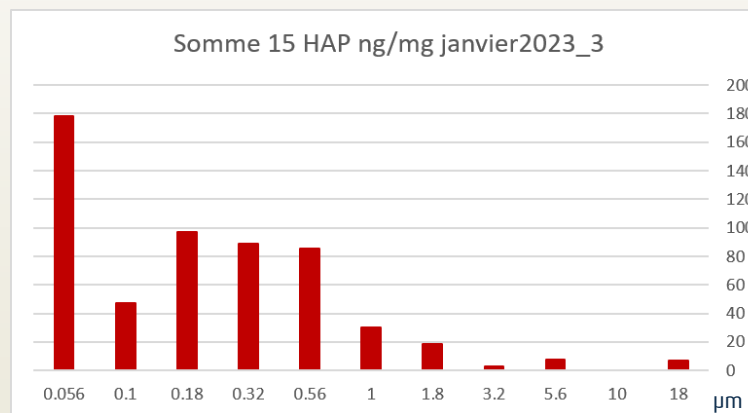
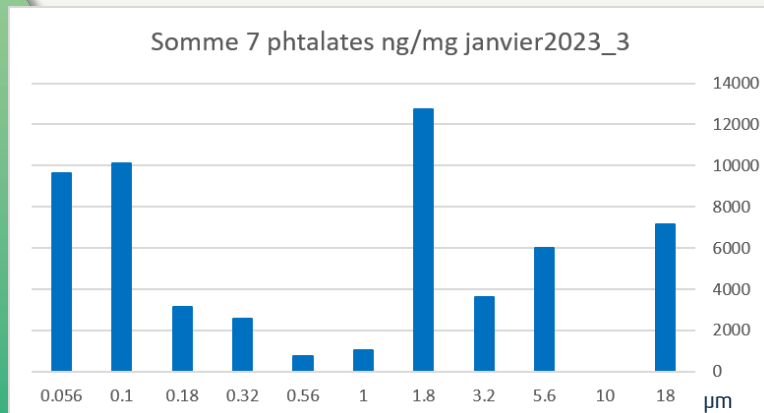
Suivi de la contamination atmosphérique (Paris et Boissy le Chatel)

Air (phase gazeuse et particulaire) , Retombées atmosphériques

Impacteur en cascade (10 niveaux 0,056 à 18 μm) Paris : HAP, Phtalates et PCB



Impacteur:
S1: > 18 μm
S2: 10 - 18 μm
S3 : 5,6 - 10 μm
S4 : 3,2 - 5,6 μm
S5: 1,8 - 3,2 μm
S6 : 1 - 1,8 μm
S7: 0,56-1 μm
S8: 0,32 - 0,56 μm
S9: 0,18 - 0,32 μm
S10: 0,1 - 0,18 μm
S11: 0,056 - 0,1 μm



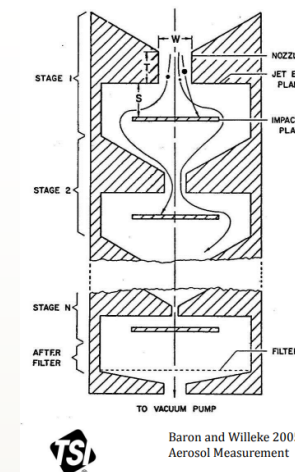
⇒ Grande variabilité de la répartition par famille de molécules

Etude précédente 2020-23

Suivi de la contamination atmosphérique (Paris et Boissy le Chatel)

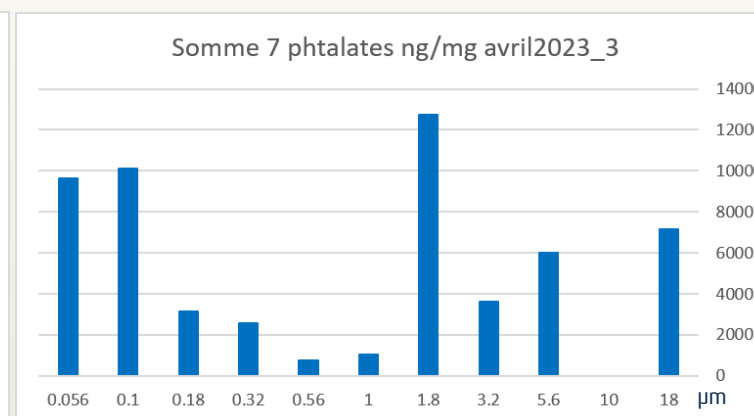
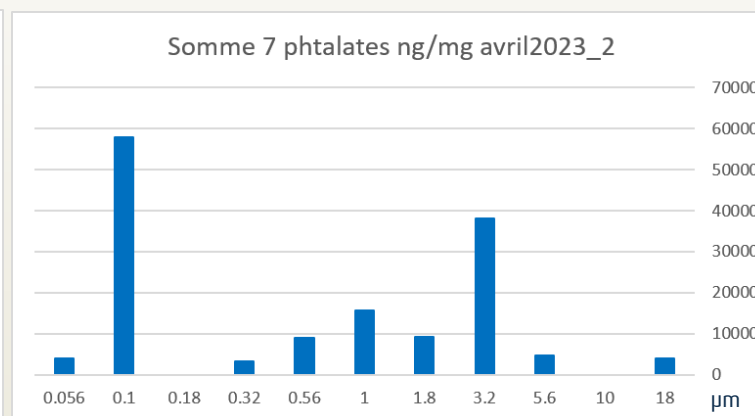
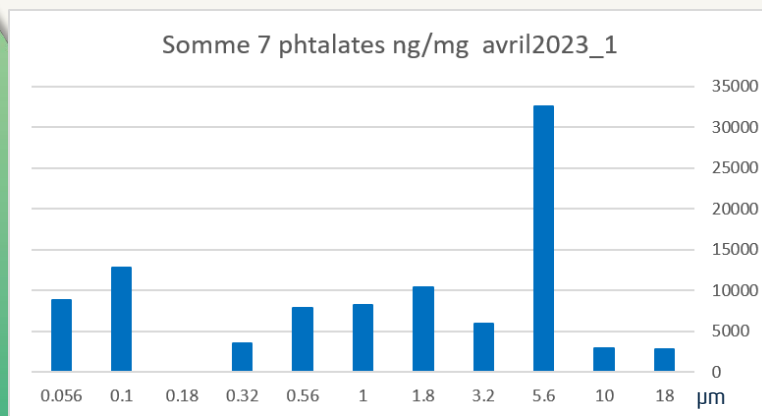
Air (phase gazeuse et particulaire) , Retombées atmosphériques

Impacteur en cascade (10 niveaux 0,056 à 18 μm) Paris : HAP, Phtalates et PCB



Impacteur:

- S1: > 18 μm
- S2: 10 - 18 μm
- S3: 5,6 - 10 μm
- S4: 3,2 - 5,6 μm
- S5: 1,8 - 3,2 μm
- S6: 1 - 1,8 μm
- S7: 0,56 - 1 μm
- S8: 0,32 - 0,56 μm
- S9: 0,18 - 0,32 μm
- S10: 0,1 - 0,18 μm
- S11: 0,056 - 0,1 μm



PM1

PM2.5

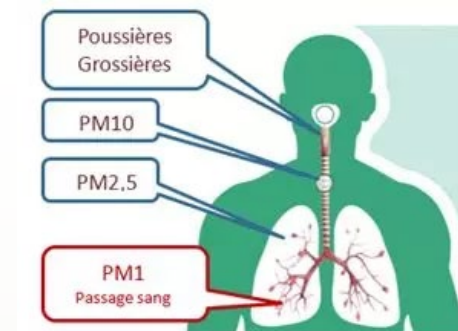
PM10

=> variabilité entre les prélèvements (3j) et des fractions PM (HAP Degrendele et al, 2014)

=> Particules primaires (grossières) ou secondaires (fines) fonction du mode d'émission particulaire ou gazeux)

=> pas de retombées atmosphériques pendant les prélèvements

Campagne 2024-25



Deux sites urbains : proche du boulevard périphérique (BP Est) et jardin proche d'un quartier d'habitation (P13)

Matrices : PM_{10} , $PM_{2.5}$ et PM_1 (arrivée tardive de la tête PM_1)

	Eté 2024	Eté 2024	Hiver 24 -25	Hiver 24 -25
PM_{10}	BP Est			
$PM_{2.5}$	BP Est	P13	P13	BP Est
PM_1		P13	P13	BP Est

Méthodes:

- Découpage des filtres (séparation chimie et biologie)
- Extraction et analyse chimique par GC/MS-MS et LC/MS-MS (60 m)
- Tests in vitro (Potentiel oestrogénique, dioxin-like et génotoxique)



Comparaison par site

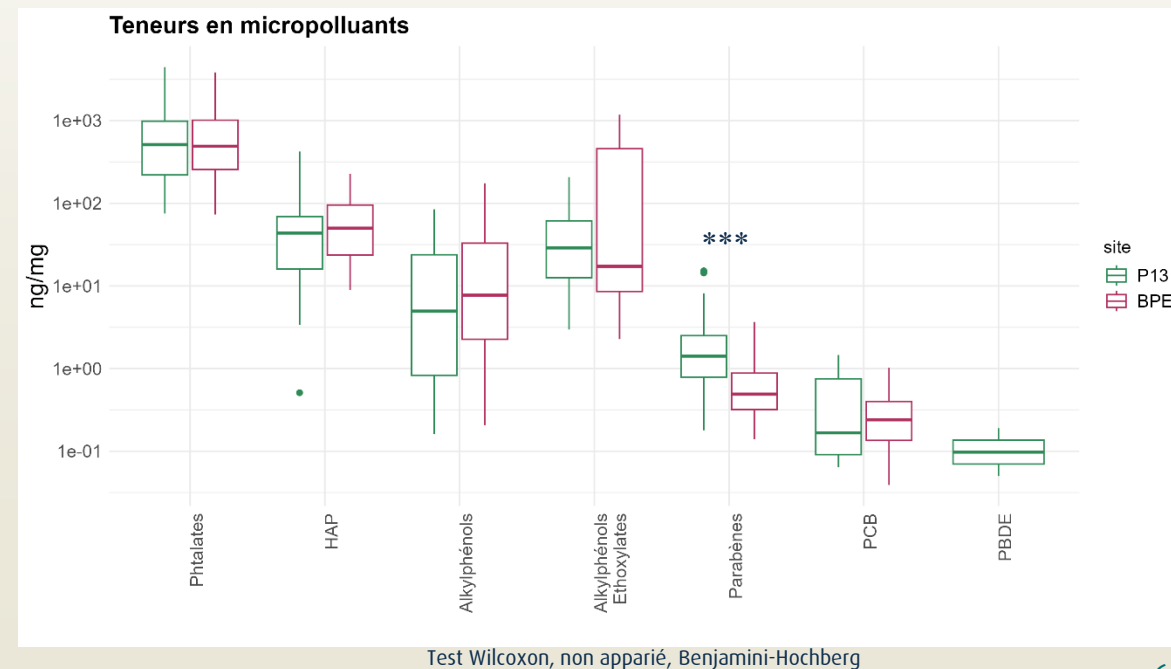
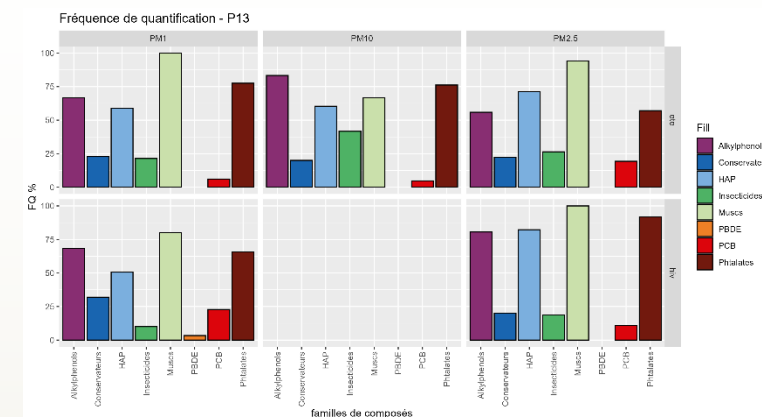
- Fréquence de quantification > 50%

Phtalates, HAP, Alkylphénols, Muscs

- Ordre classique des micropolluants dans l'air :

Phtalates > HAP > Alkylphénols > Parabènes > PCB (> PBDE)

- Pas de différences significatives entre les 2 sites sauf pour les Parabènes (P13 > BPEst)

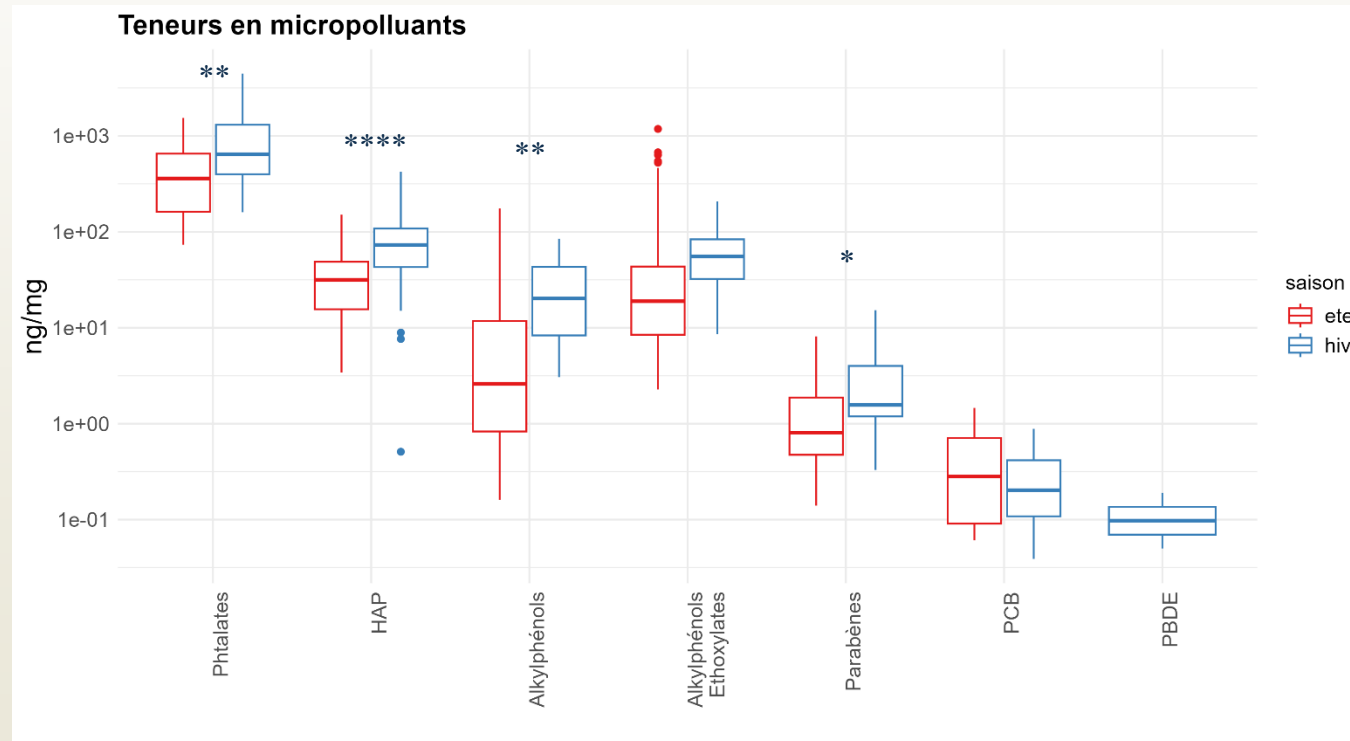


Comparaison par saison

► Tendance teneurs en Hiver > Été

Différences significatives pour HAP > Phtalates - Alkylphénols > Parabènes

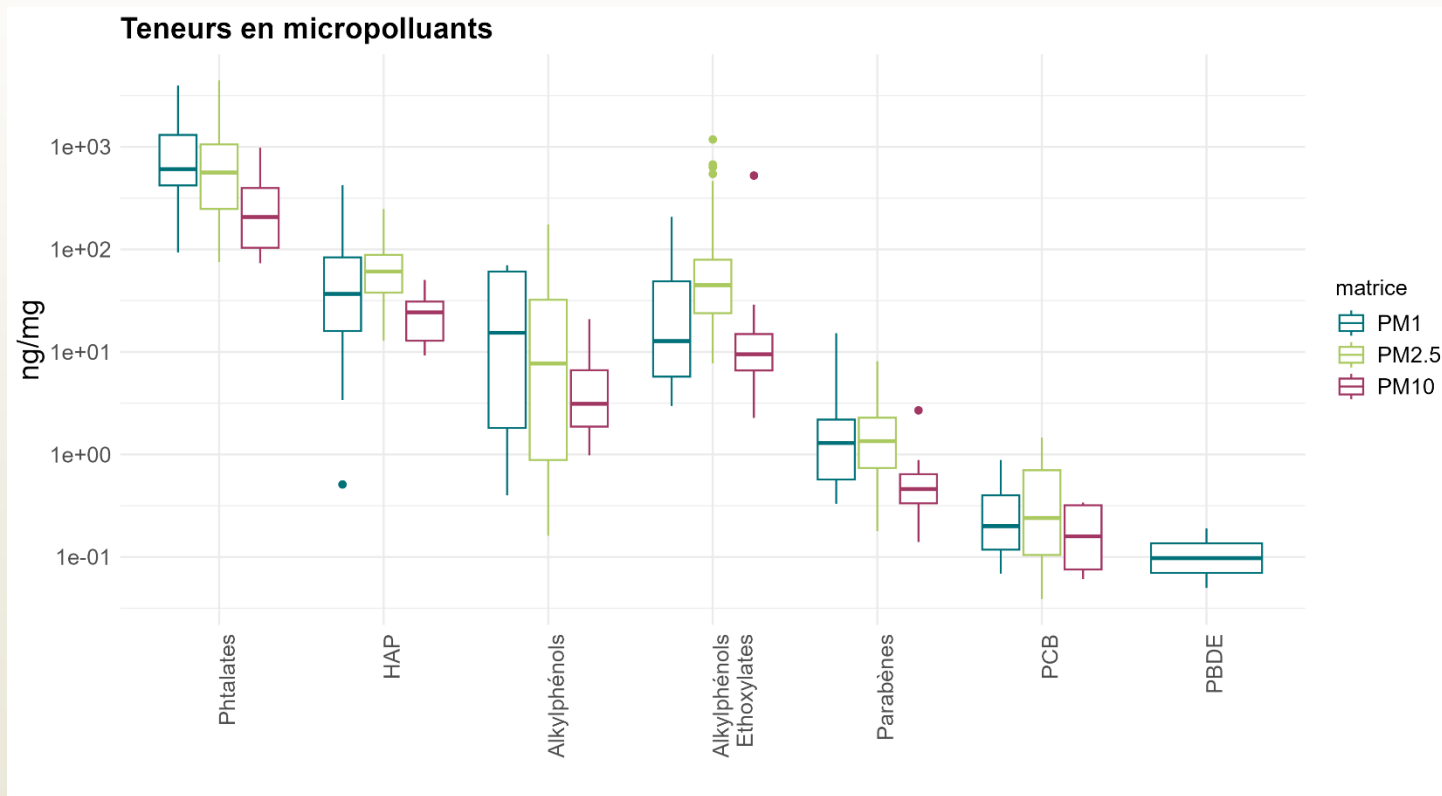
PBDE proche limite de détection



Test Wilcoxon, non apparié, Benjamini-Hochberg

Comparaison par matrice

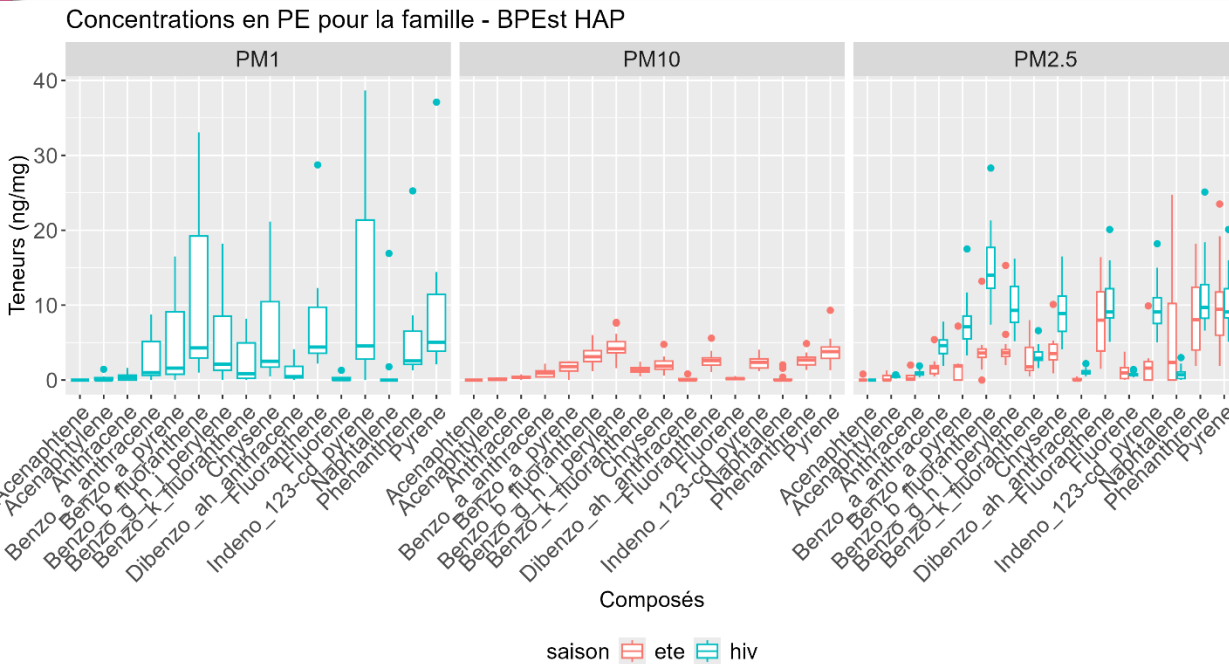
- ➡ $PM_{2.5} > PM_{10}$ sauf pour les PCB
- ➡ $PM_{2.5} > PM_1$ sauf pour les Phtalates et les Parabènes



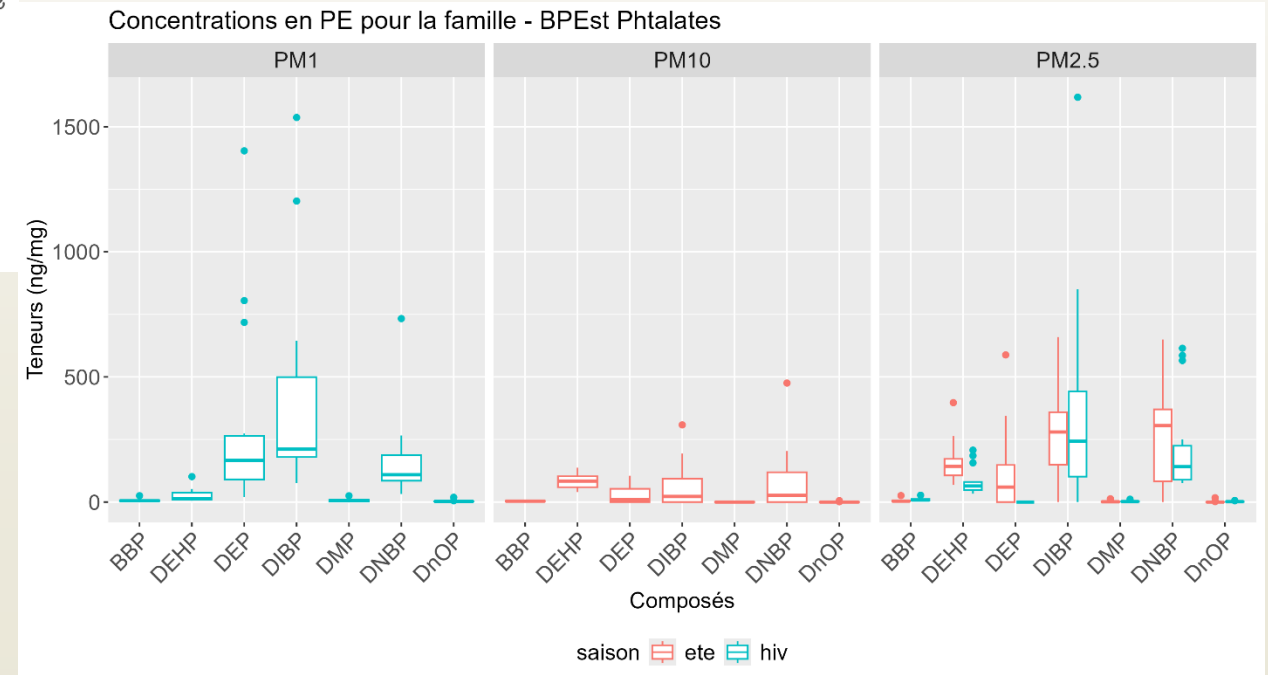
Test Kruskal-Wallis, Benjamini-Hochberg, post-hoc Dunn

Les HAP et Phtalates - BPE

- HAP : Profil moléculaire similaire avec majorité de HAP lourds
- Phtalates : DEHP sur PM_{10} , DEP, DIBP et DNBP sur PM_1 et $PM_{2.5}$



- Tendance Hiver > Eté plus nuancée par molécule ($PM_{2.5}$ - Phtalates)

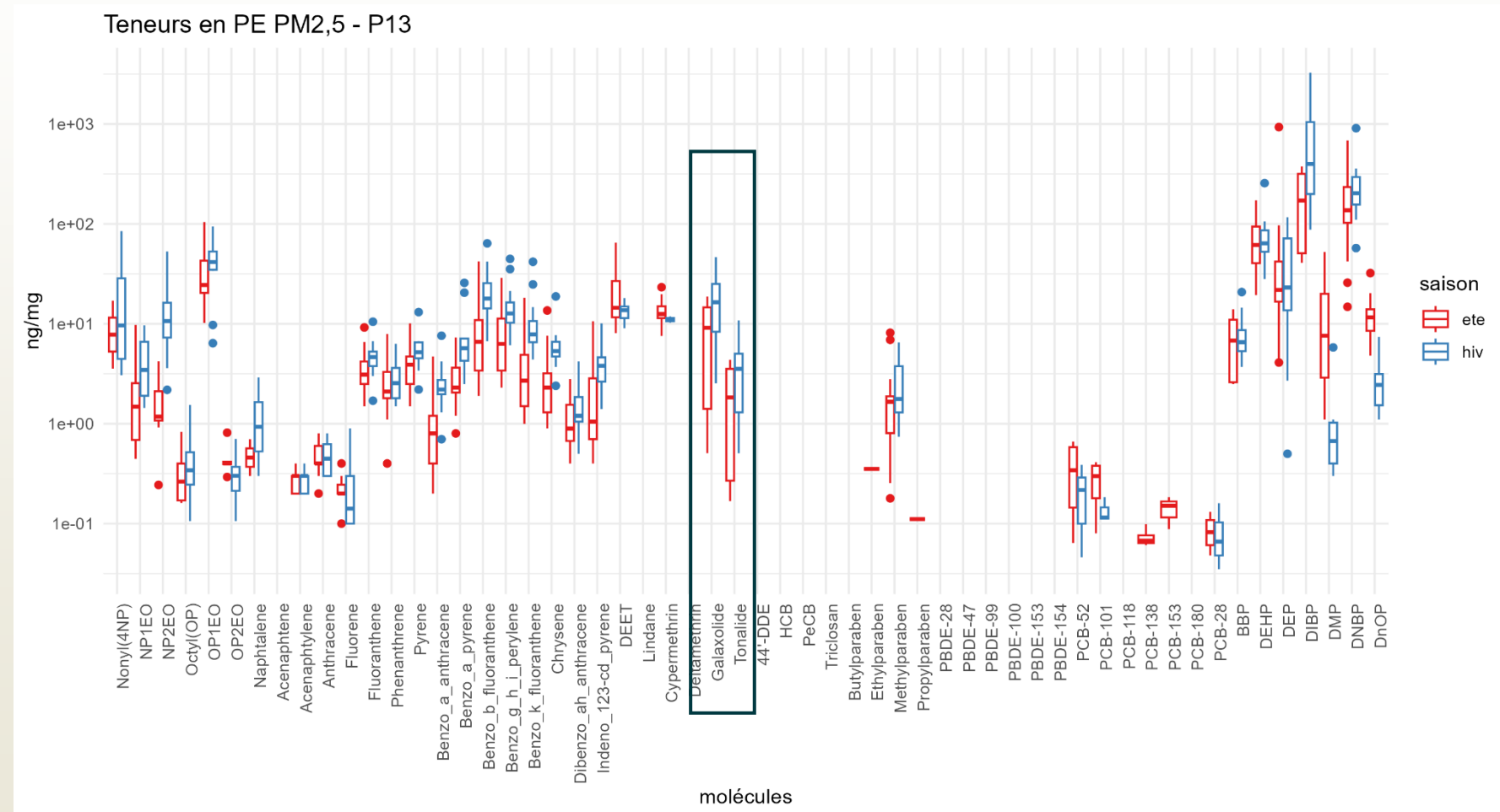


Sur PM_{2,5}

➡ Sur P13

(jeu de données complet)

- ➡ Présence des Muscs
- ➡ Pas de PBDE (détecté en hiver PM1)



Compréhension des relations entre PM

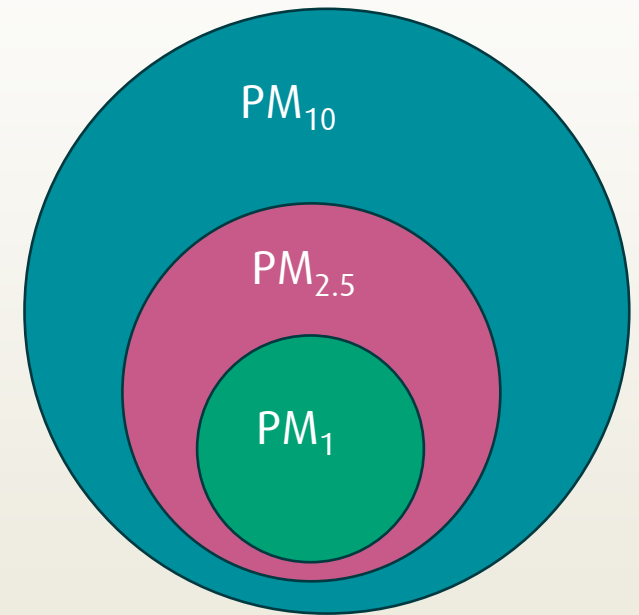
Les PM_{10} incluent les $PM_{2.5}$ qui eux même incluent les PM_1
Mais les teneurs en micropolluants en ng/mg des $PM_{2.5} > PM_{10}$
et $PM_{2.5} > PM_1$

=> $PM_{2.5}$ portent la charge chimique

=> Part des particules $PM_{2.5-10}$ peu contaminé (dilution)

=> Indication de l'origine des particules ?

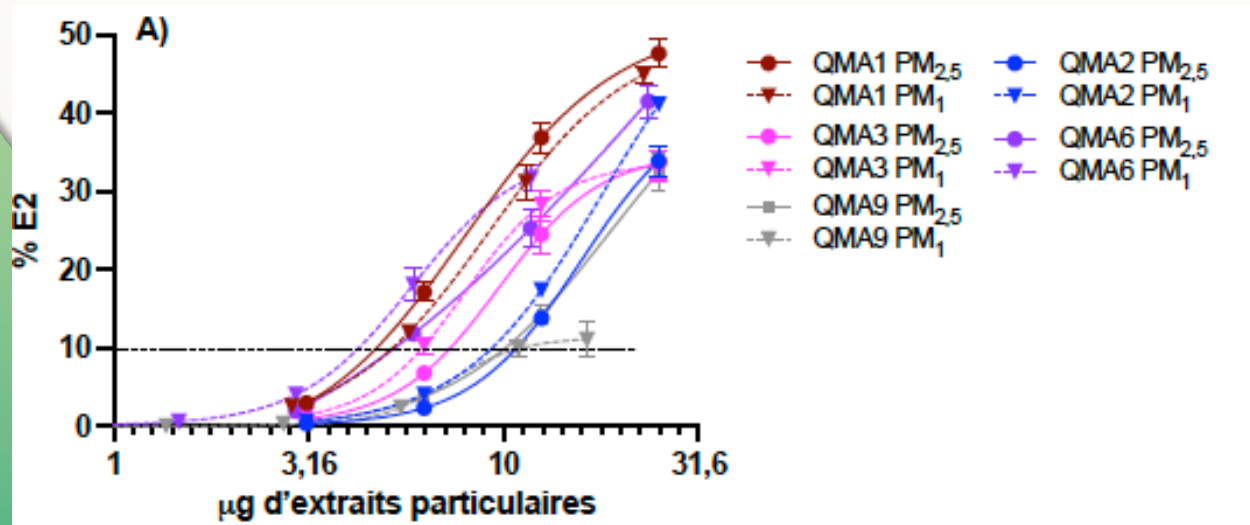
=> Mesures CO pourraient aider à la compréhension (adsorption des micropolluants)



Potentiel toxique des particules

► Potentiel Oestrogénique (BP Est Hiver)

► Potentiel Dioxine-like (BP Est Hiver)



► Réponses variables entre échantillons, saison, site
=> Couplage chimie – biologie à faire

A venir - Campagne 2026-27

Deux sites : Urbain (jardin proche d'un quartier d'habitation (P13))

Rural (Boissy le Chatel)

Matrices : Air (phase gazeuse, phase particulaire (TSP))

Retombées atmosphériques

PM_{2.5} ou Impacteur en complément ?

4 saisons sur 2026

⇒ Evolution des concentrations

⇒ Relation avec les retombées atmosphériques



Conclusions

- PM : Phtalates > HAP > Alkylphénols > Parabènes > PCB (> PBDE)
- Pas de différences entre sites parisiens
- Teneurs en hiver > été
- PM_{2.5} supportent la charge chimique
- Potentiel oestrogénique et dioxin-like des PM_{2.5}
- Nouvelle campagne de prélèvements en 2027 avec les retombées atmosphériques