

# TOX<sub>in</sub>TRANSPORT

**Jessica Quéron**

Responsable de l'unité Caractérisation du milieu air en PROXimité de sources

Direction Milieux et Impact sur le Vivant

# Contexte

- Les effets et la nature physico-chimique des PM en EFS **peu documentés** [rapport de l'ANSES sur la pollution chimique de l'air des EFS, 2015]
- En complément des mesures de caractérisation physico-chimique en EFS réalisées par les opérateurs en France [guide Ineris, 2020], **besoin de caractérisation de la réactivité chimique et toxicologique des PM inhalées**, comme indicateur de leur effet potentiel sur le système pulmonaire
- Nécessité de développer des méthodes de caractérisation **en conditions réelles d'exposition sur le terrain** permettant d'apporter à la fois des éléments sur la composition physico-chimique et la toxicité associée dans différents environnements



[https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris-Guide\\_Protocole\\_EFS\\_WEB\\_BD.pdf](https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris-Guide_Protocole_EFS_WEB_BD.pdf)

# TOXinTRANSPORT

Caractérisations toxicologiques *in vitro*, chimiques et physiques de particules prélevées dans l'air d'habitacles de transport en roulage

<https://www.ineris.fr/fr/projet-toxintransport-synthese-caracterisations-toxicologiques-vitro-chimiques-physiques-particules>

Projet ADEME (Impact 2018)

TOXinTRANSPORT, un projet exploratoire et pluridisciplinaire !



AGENCE  
D'ESSAI FERROVIAIRE

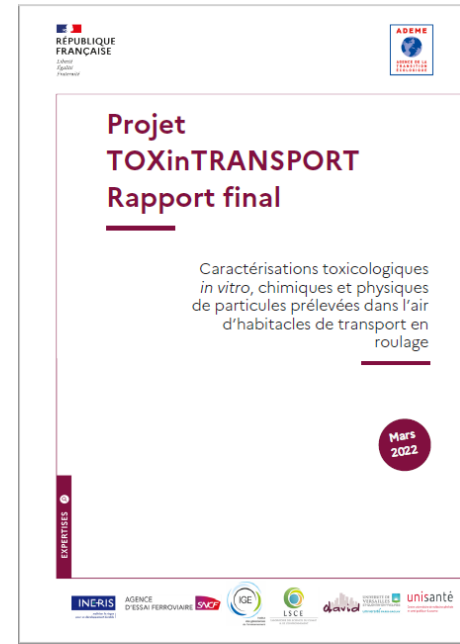


UNIVERSITÉ DE  
VERSAILLES  
ST-QUENTIN-EN-YVELINES  
UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

unisanté  
Centre universitaire de médecine générale  
et santé publique-Austrie

RENCONTRE  
SCIENTIFIQUE

Mardi 6 juin 2023 • Maison de la RATP - Paris 12



# Objectifs du projet

Evaluer l'apport des méthodes de **caractérisation de la toxicité des PM** en complément de méthodes de **caractérisation physico-chimique** en EFS

*Tests cellulaires in vitro (e.g. stress oxydant, inflammation)*

*Tests acellulaires (potentiel oxydant)*

*Caractérisation chimique et physique*

=

**Hierarchisation des PM** au regard des différentes réponses toxicologiques en relatif, et physicochimiques

# TOXinTRANSPORT = 2 campagnes de mesures ponctuelles



Campagne n°2 : Matériel roulant ferroviaire  
15 au 24 septembre 2020  
Essais de 10 min à 14h  
Essais en trains climatisés et non climatisés

Campagne n°1 : Gare ferroviaire souterraine  
04 au 13 mars 2020  
Essais de 2 à 4h  
Essais en « heure creuse » et en « heure pleine »

## Physique



Mini Particle Sampler (MPS)

Composition élémentaire  
Morphologie des PM  
Taille des PM



Capteur  
MA350

Black Carbon



Capteur  
Cairsens

NO<sub>2</sub>



Capteur  
AE51

Black Carbon



Analyseur  
Xact 625i

Métaux



HPEM  
Filtre

Métaux  
Anions/Cations



Microvol  
Filtre

HAP  
EC/OC



DA80  
Filtre

Métaux  
EC/OC  
Anions/Cations  
HAP

Potentiel oxydant acellulaire



Capteur  
CANARIN II

Masse PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>



TEOM 1405-D

Masse PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>



COP  
GRIMM

Granulométrie en nombre  
0,3-20 µm diamètre



SMPS  
Nanoscan

Granulométrie en nombre  
0,01-0,42 µm diamètre

## Toxicologie



Coriolis  
Compact

Cytotoxicité  
Potentiel oxydant cellulaire  
Inflammation  
Endotoxines



Coriolis  
Micro

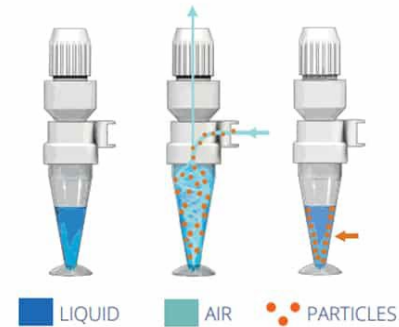


Analyseur en ligne

## Chimie

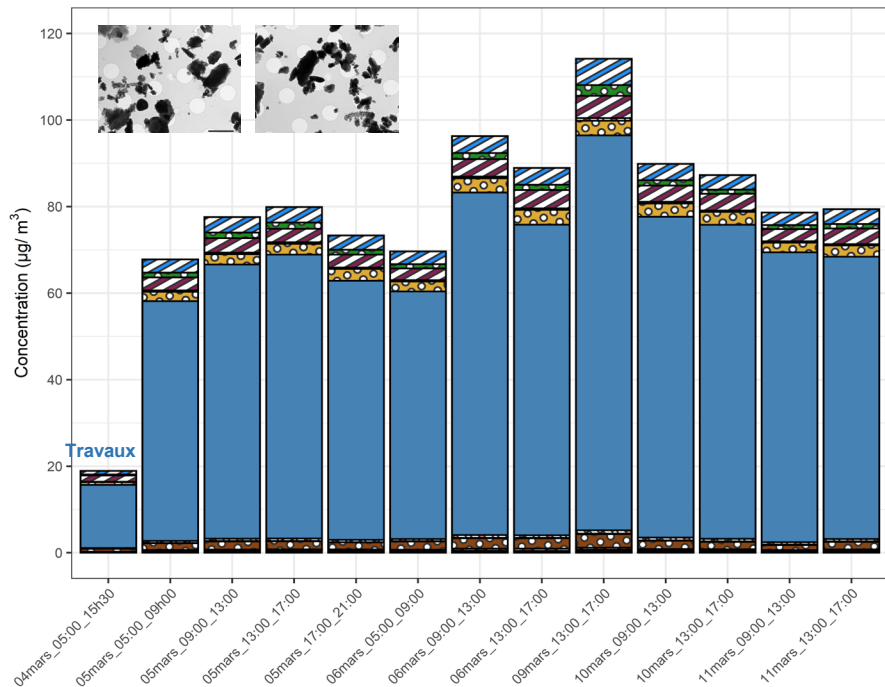
# Originalité du projet

Utilisation de **préleveurs développés dans le domaine des bioaérosols**, pour développer une méthode de collecte des particules **directement dans le milieu utilisé pour l'exposition de cellules**.



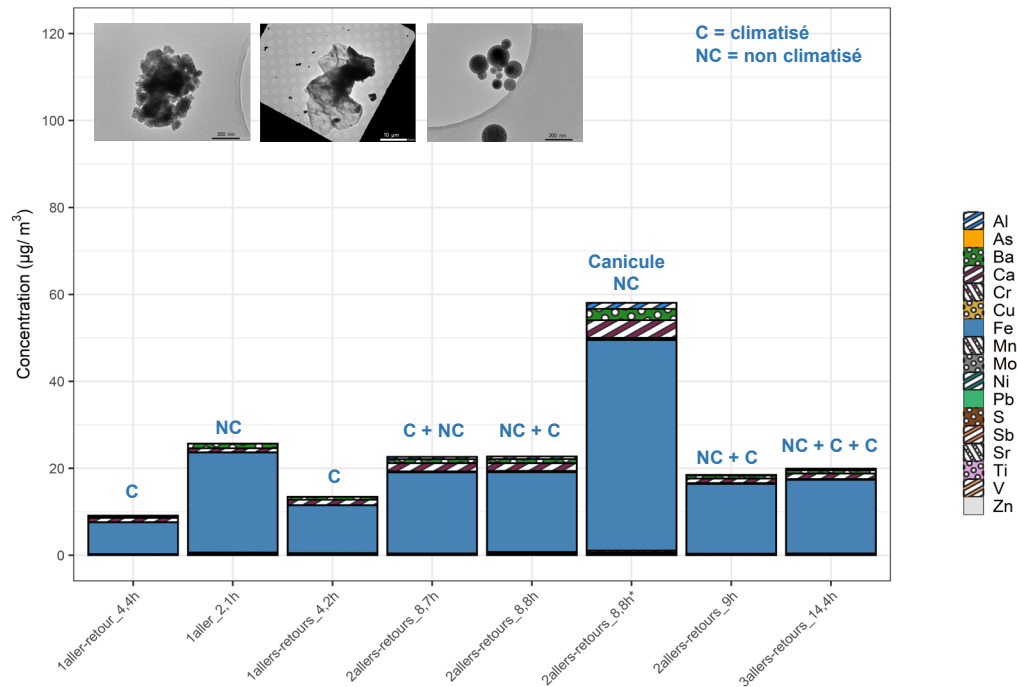
<https://www.bertin-instruments.fr/produits/biocollecteurs-air/coriolis-biocollecteur-air/>

## Campagne n°1 : Gare ferroviaire souterraine



Faible variabilité des résultats de mesures entre les différentes journées d'essais (hormis pendant la journée de travaux)  
Observations homogènes sur toutes les grilles analysées (oxydes de fer)

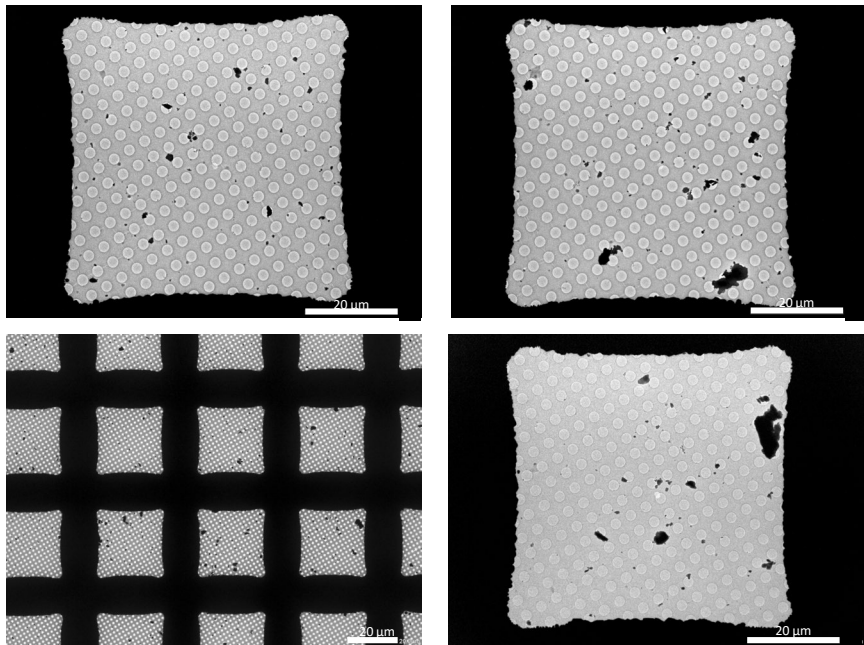
## Campagne n°2 : Matériel ferroviaire roulant



Variabilité des résultats de mesures entre les différents essais liés au matériel roulant (climatisation ou non), et certainement aussi aux conditions d'exploitation (fréquentation) et aux niveaux de concentration en air ambiant.  
Observations hétérogènes dans la composition/forme/taille des PM inter- et intra-trajet (mais majoritairement des oxydes de fer).

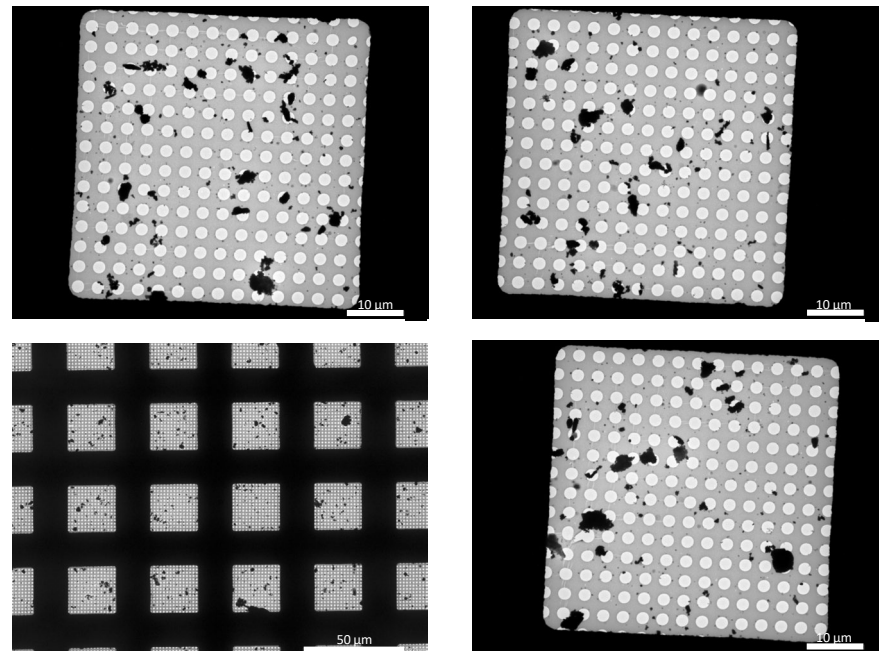


## Climatisé



18/09/2020	09h13-09h19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stations souterraines</li> <li>• <b>Climatisé</b></li> </ul>
------------	-------------	---

## Non climatisé



22/09/2020	15h41-15h47	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stations souterraines</li> <li>• <b>Non climatisé</b></li> </ul>
------------	-------------	---

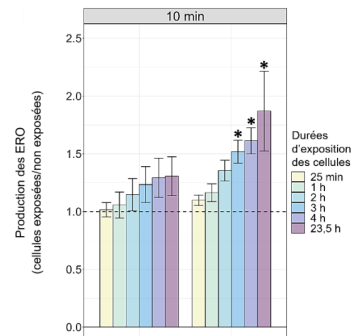
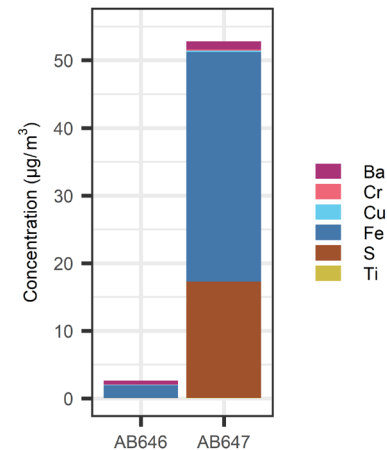
# Comparaison des deux micro-environnements (quai et rame) au plan toxicologique

Résultats toxicologiques relativement homogènes sur les quais contrairement aux rames

En rame, production d'Espèces Réactives de l'Oxygène (ERO) intracellulaires significative pour le prélèvement effectué uniquement en stations souterraines, contrairement à l'essai effectué uniquement en stations aériennes.

Prélèvements par Coriolis dans le même train

Echantillon	Horaire	Durée	Configuration
AB646	17h10-17h20	10 min	Stations aériennes Train non climatisé
AB647	17h48-17h58	10 min	Stations souterraines Train non climatisé



# Perspectives du projet

- Sur la base de ces travaux, ces **nouveaux indicateurs de la toxicité des particules** ont permis de qualifier des microenvironnements selon leur effet sur la santé humaine.
- **Standardisation des conditions de prélèvement de particules** pour l'étude de leurs propriétés toxicologiques (*in vitro*) afin de permettre de comparer de façon plus robuste différents microenvironnements, y compris avec une nature de particules différente de celle des enceintes ferroviaires souterraines (EFS), comme les véhicules routiers.
- **Qualification métrologique du préleveur de bioaérosols** dans le cadre d'une thèse AéroRep encadrée par l'Ineris.



Valorisé et récompensé (prix pour un poster)