



RETOUR D'EXPÉRIENCE EN METROLOGIE « NANOS »

Carsat Pays de la Loire
Laboratoire Interrégional de Chimie de l'Ouest
Séverine Gourbil-Borvon, Contrôleur de Sécurité

RETOURS D'EXPÉRIENCE EN METROLOGIE « NANOS »

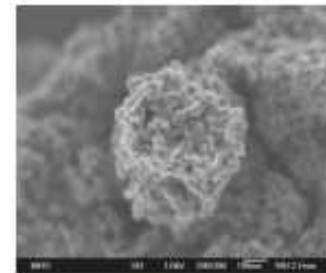


Détection et évaluation en milieu professionnel

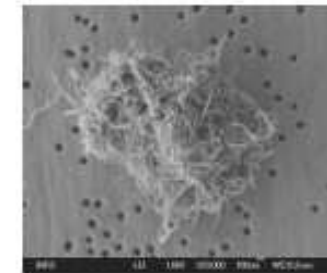
- ✓ Métrologie en temps réel
- ✓ Prélèvements individuels

Exemples de mesures en entreprise

- ✓ Mélange et conditionnement de poudres
- ✓ Thermolaquage en cabine ventilée
- ✓ Thermolaquage automatisé
- ✓ Pesées de silice amorphe en laboratoire
- ✓ Impression additive
- ✓ Filtre à particules sur chariot automoteur



Dioxyde de titane

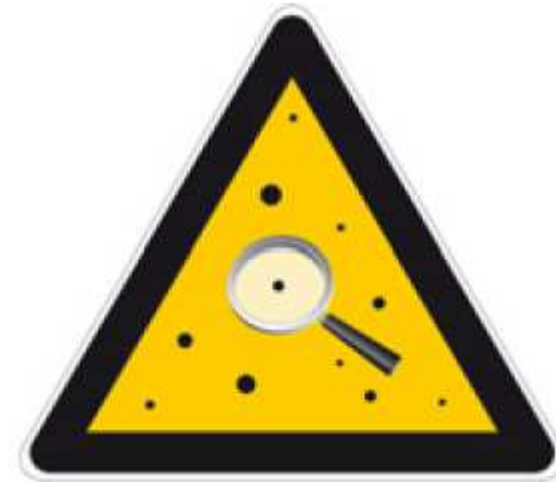


Nanotubes de carbone

DÉTECTION ET ÉVALUATION MÉTROLOGIE EN TEMPS RÉEL (1/4)



Objectifs :



- ❖ Détection de nanoparticules – présence ou non
- ❖ Identification de sources d'émission des nanoparticules
- ❖ Mise en évidence d'activités génératrices en nanoparticules
- ❖ Comparaison entre procédés, modes opératoires, techniques, ...



Mesure sélective sur la fraction nanométrique

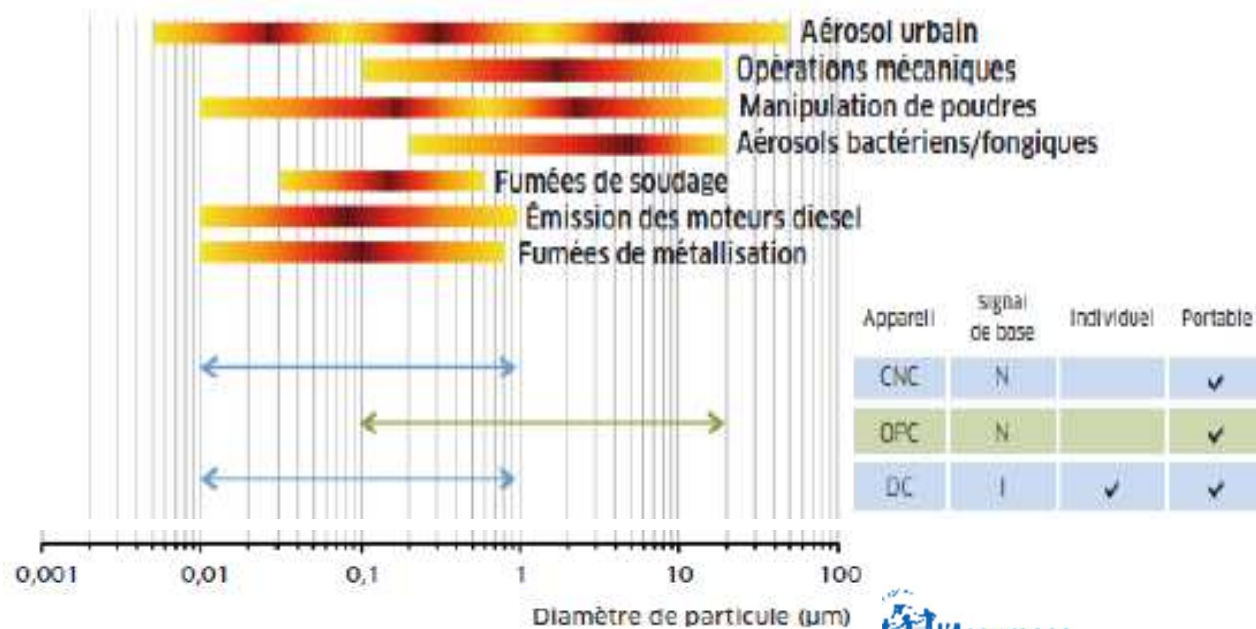


DÉTECTION ET ÉVALUATION MÉTROLOGIE EN TEMPS RÉEL (2/4)

CPC CNC	Compteur à condensation de particules ou Compteur à noyau de condensation
OPC	Compteur optique de particules
DC	Chargeur de diffusion



Mesures en concentration, en nombre de particules, répartition granulométrique, concentration massique, Surface spécifique



Bau et al., Hygiène et Sécurité du Travail, 239, juin 2015



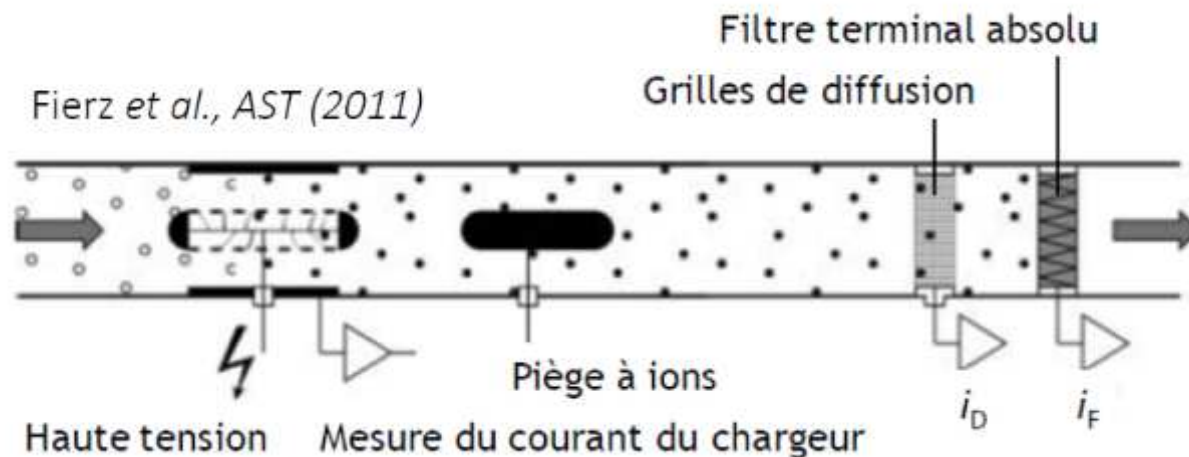
DÉTECTION ET ÉVALUATION MÉTROLOGIE EN TEMPS RÉEL (3/4)

Appareil **DISCmini** (Miniature Diffusion Size Classifier) –
Testo - renvoie en temps réel :

- Le nombre de particules de 10 à 700 nm,
- Le diamètre moyen (10 à 300 nm),
- La surface spécifique en m^2/cm^3 (LDSA)



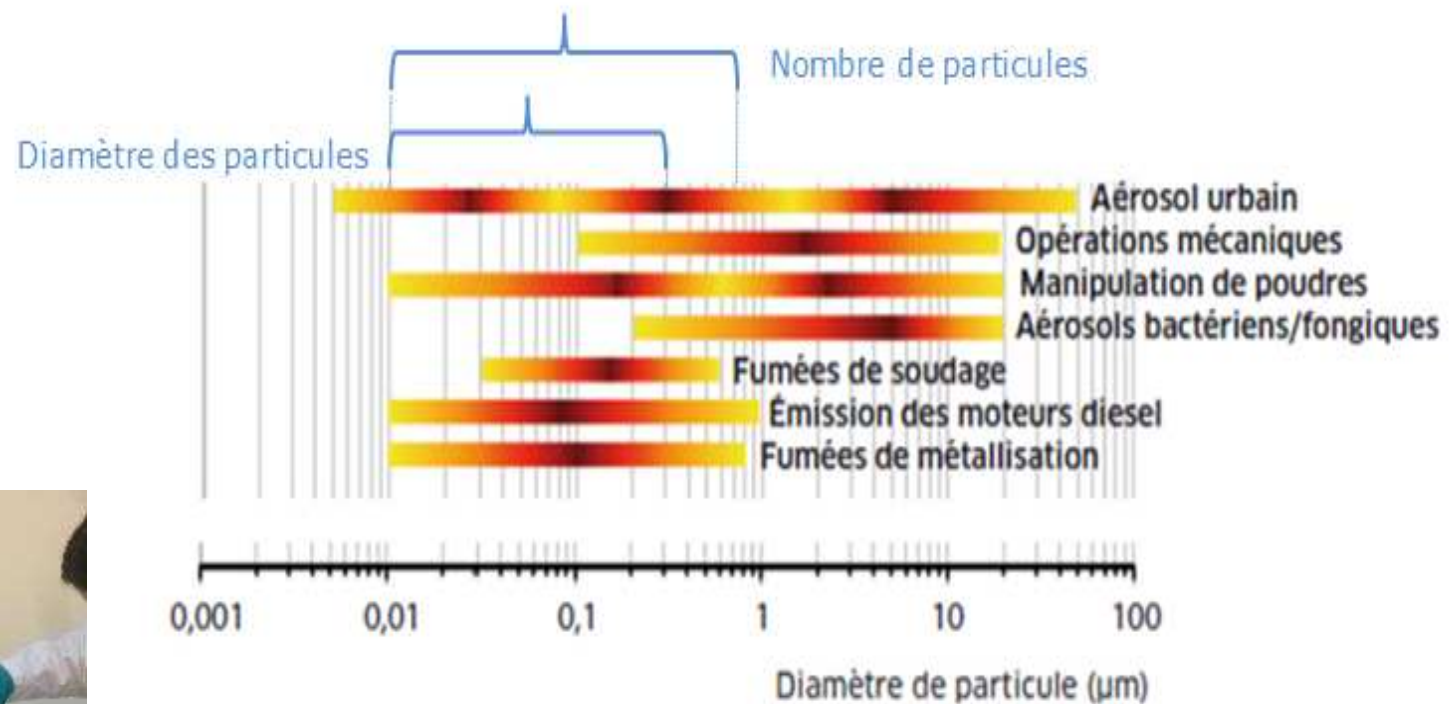
Impacteur sélecteur
à 700 nm



Précision à +/- 30%



DÉTECTION ET ÉVALUATION MÉTROLOGIE EN TEMPS RÉEL (4/4)



Nécessité de réaliser une mesure dite de « blanc » de terrain



DÉTECTION ET ÉVALUATION PRÉLÈVEMENTS INDIVIDUELS (1/3)



Objectifs :

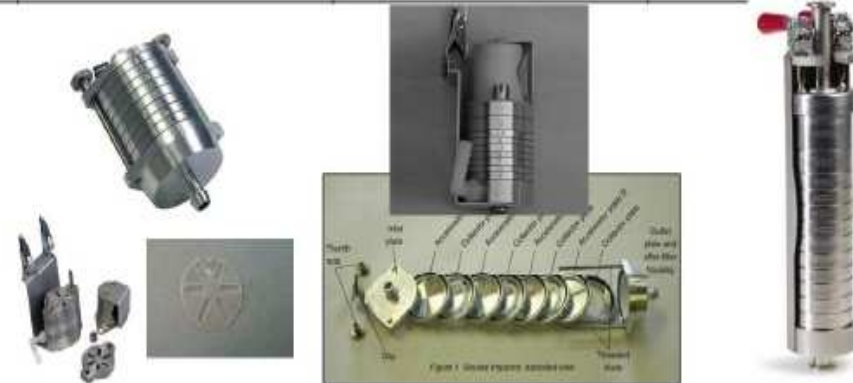
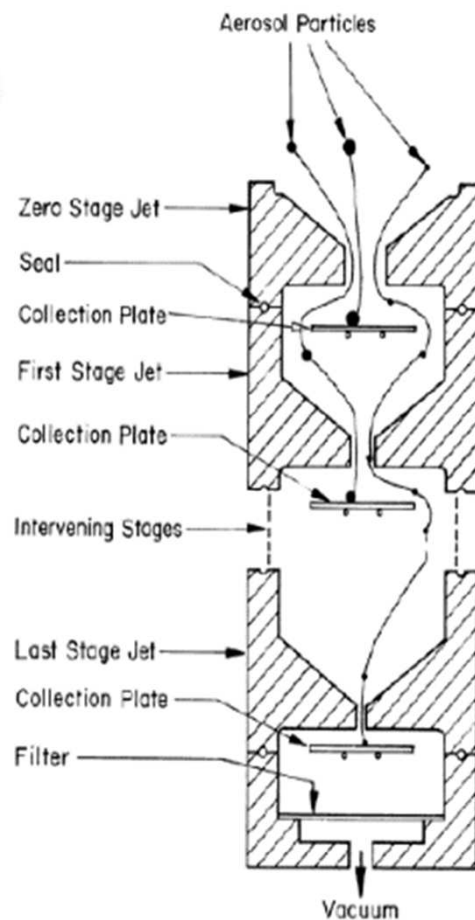
- ❖ Mesurer une concentration massique pour les salariés
- ❖ Quantifier l'empoussièrement nanos
- ❖ Déterminer le profil d'exposition (alvéolaire, thoracique ou/et inhalable)



DÉTECTION ET ÉVALUATION PRÉLÈVEMENTS INDIVIDUELS (2/3)

Impacteurs en cascade

	MARPLE	SIOUTAS	DLPI
Nature prélèvement	Individuel	Individuel	Ambiance
Nombre d'étages	8	4	13
Classes granulométriques	0.52 – 21.3 µm	0.25 – 2.5 µm	0.03 – 10 µm
Débit nominal	2 L.min ⁻¹	9 L.min ⁻¹	10 L.min ⁻¹
Support d'impaction	PET 34 (Disque Mylar) graissé	PVC 25 (GLA 5000) graissé	PVC 25 (GLA 5000) graissé
Filtre terminal	PVC 34	PTFE 37	Fibre de verre 47 (constr.) PVC 47 (IP-LAICA)





DÉTECTION ET ÉVALUATION PRÉLÈVEMENTS INDIVIDUELS (3/3)

Impacteur en cascade **MARPLE** avec 9 étages de filtration de 10 nm à 50 µm



Numéro de l'étage	Classe Diamètres limites	
	d1	d2
	(µm)	(µm)
F	0,01	0,52
8	0,52	0,93
7	0,93	1,55
6	1,55	3,50
5	3,50	6,00
4	6,00	9,80
3	9,80	14,80
2	14,80	21,30
1	21,30	50,00





EXEMPLES DE MESURES EN ENTREPRISE

- ✓ Mélange et conditionnement de poudres
- ✓ Thermolaquage en cabine ventilée
- ✓ Thermolaquage automatisé
- ✓ Pesées en laboratoire de silice amorphe

- ✓ Impression additive
- ✓ Filtre à particules sur chariot automoteur

MÉLANGE ET CONDITIONNEMENT DE POUDRES



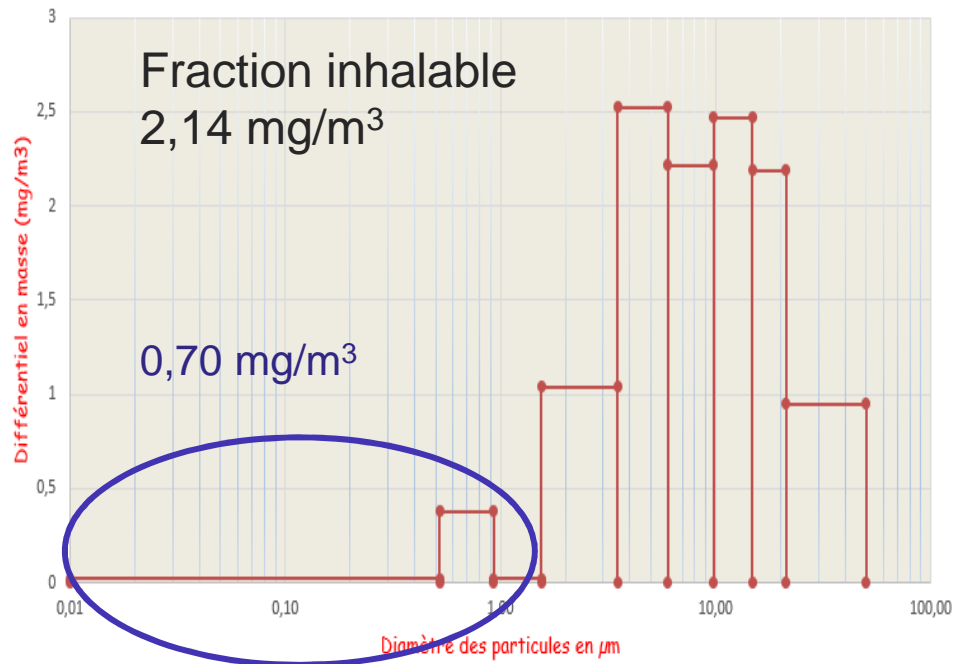
Stockage des produits en cuves
au niveau supérieur

Ensachage des mélanges au RDC

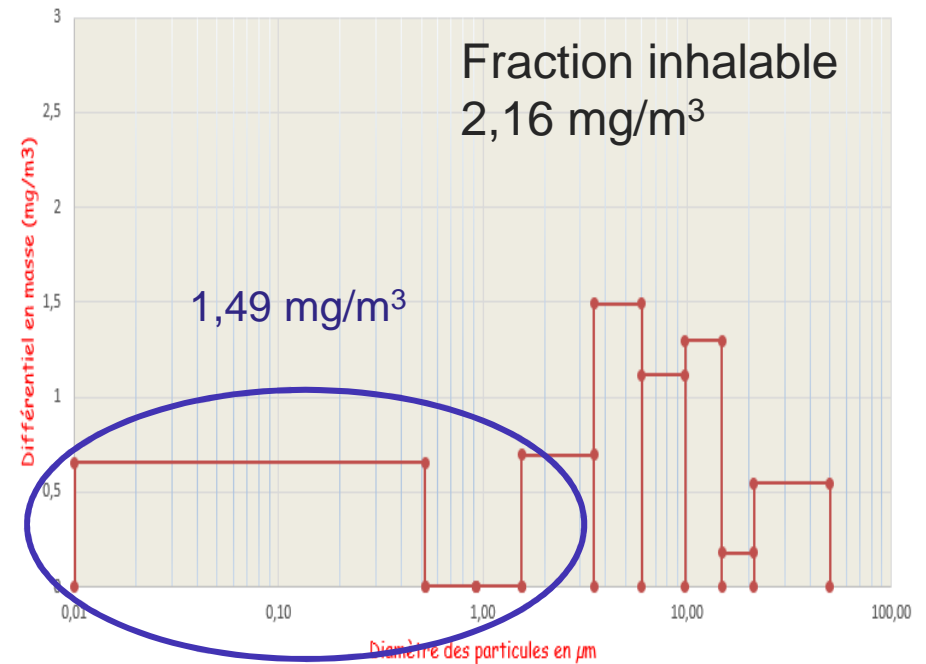
Dispositifs Marple sur ces 2 zones



MÉLANGE ET CONDITIONNEMENT DE POUDRES



Mesure d'ambiance au niveau des cuves de poudres – étage



Mesure d'ambiance à l'ensachage RDC

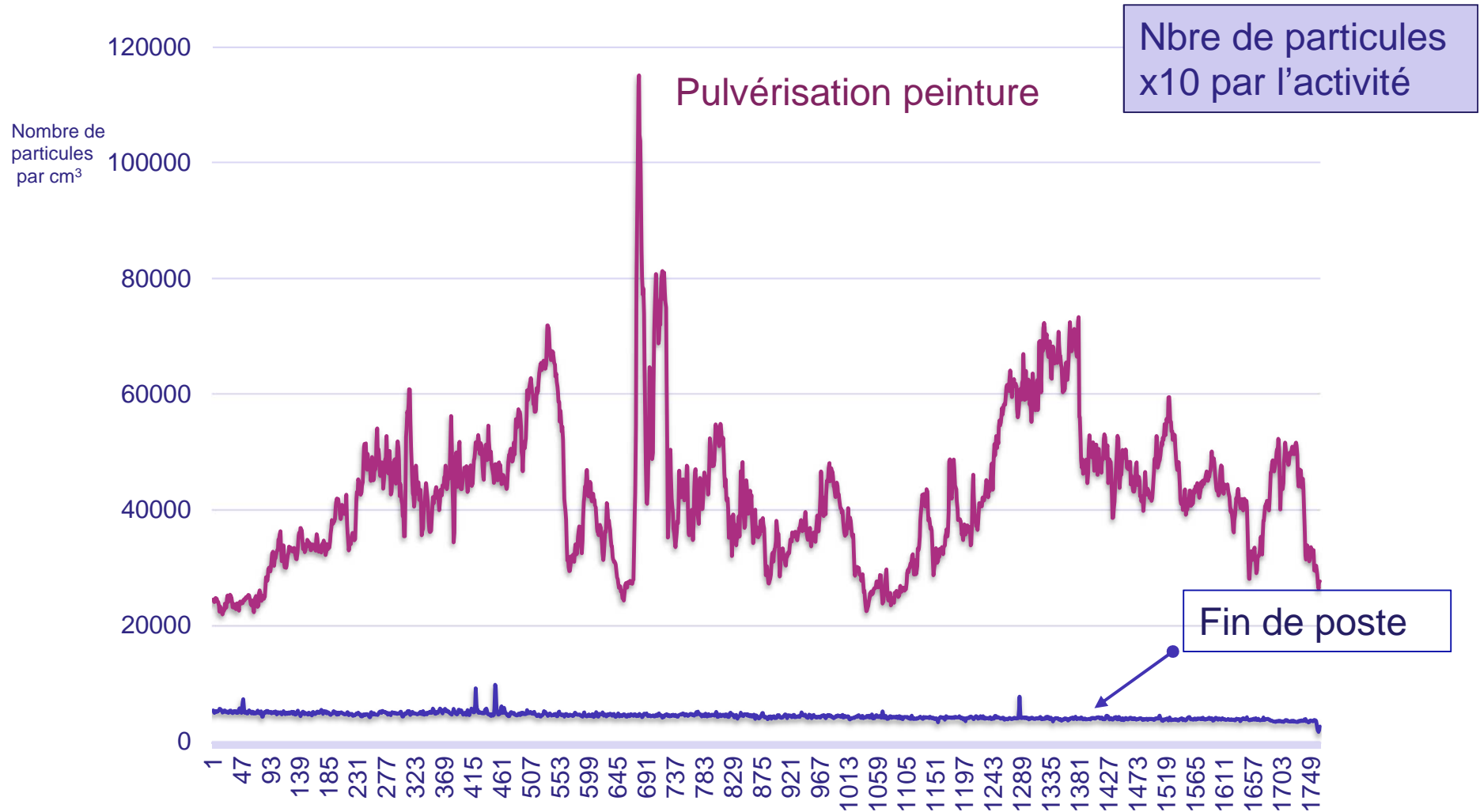


THERMOLAQUAGE EN CABINE VENTILÉE

Discmini positionné à 2 m de l'opératrice



THERMOLAQUAGE EN CABINE VENTILÉE

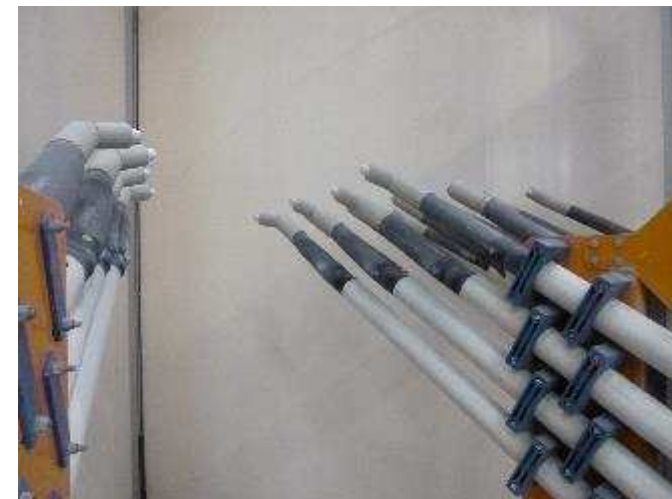


THERMOLAQUAGE AUTOMATISÉ



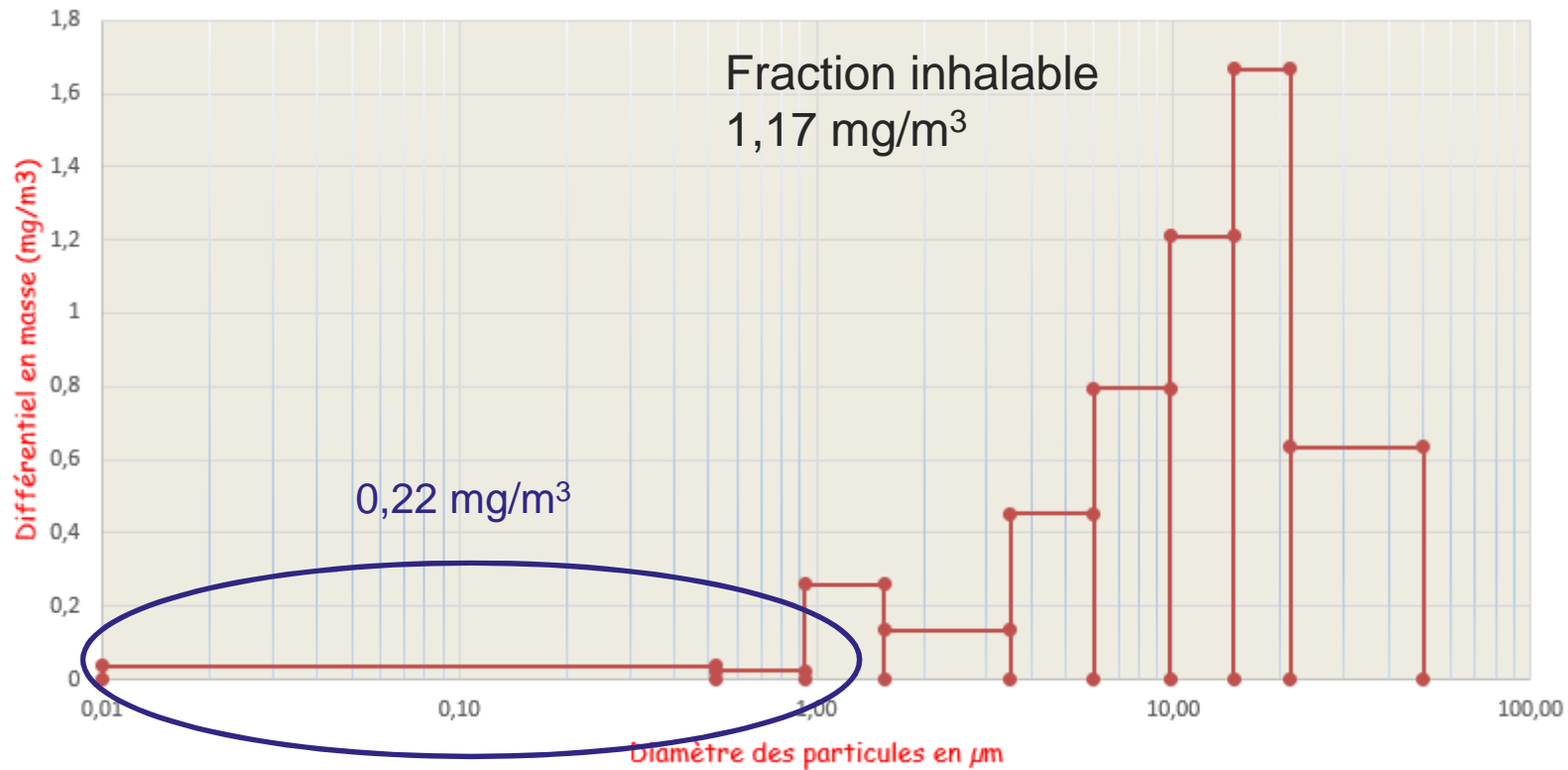
Projection de poudre de peinture par buses
Plénums aspirants

Opérateur en charge de l'alimentation en
poudre du système





THERMOLAQUAGE AUTOMATISÉ





PESÉES EN LABORATOIRE DE SILICE AMORPHE

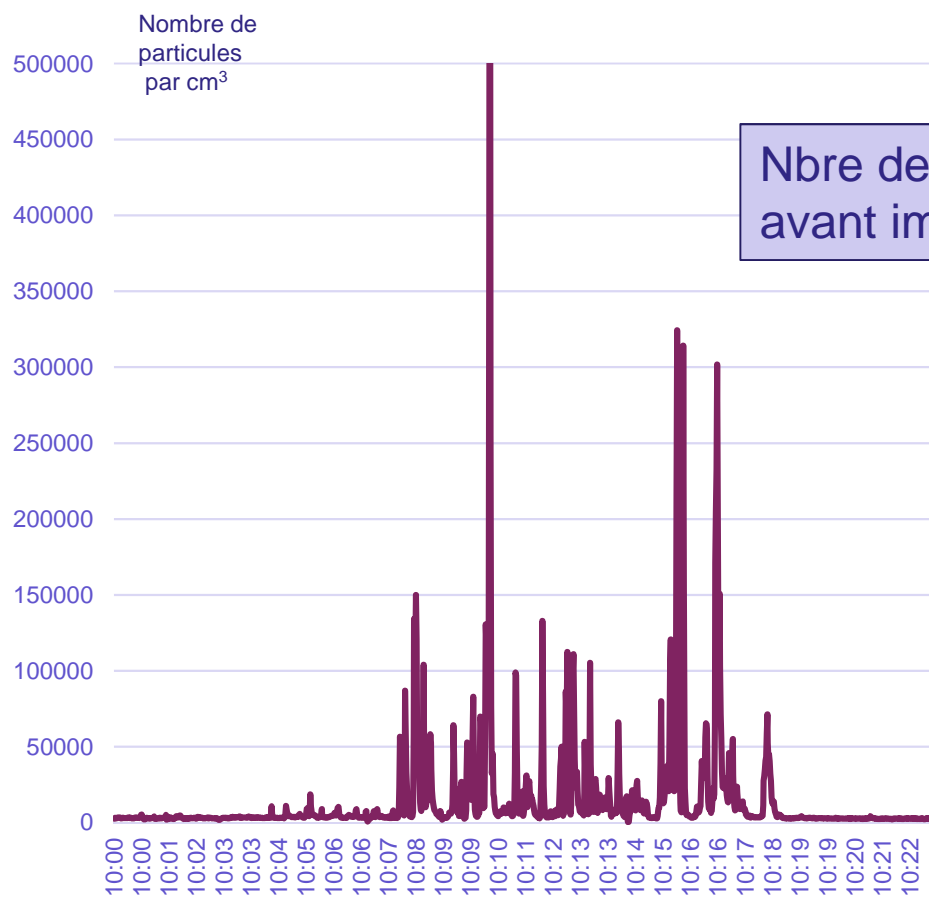
Pesées de lots de 200 g
de silica gel 70-230 MESH

Pesées de lots de 5, 20 et 25 g
de silice imprégnée

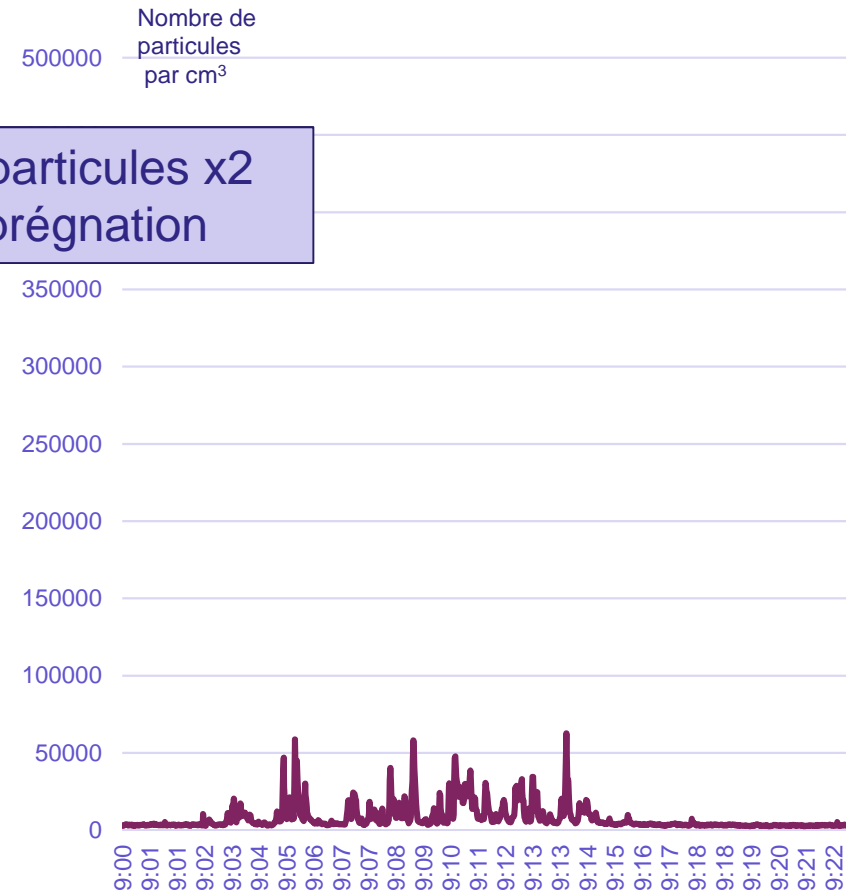
Discmuni positionné à proximité des opératrices



PESÉES EN LABORATOIRE DE SILICE AMORPHE



Nbre de particules x2 avant imprégnation



Pesées de lots de 200 mg de silice amorphe

Blanc laboratoire 2 500 part/cm³

Pesées de lots de 5, 20 et 25 g de silice imprégnée



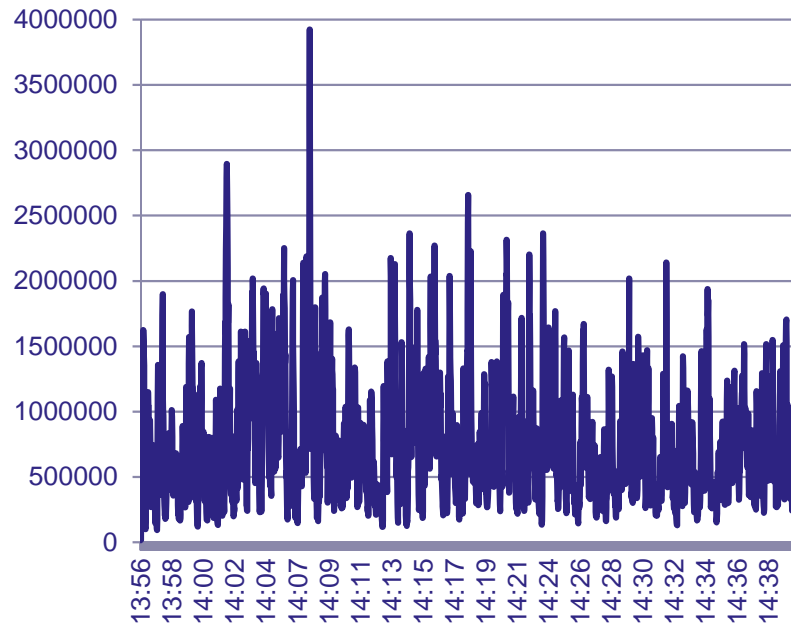
IMPRESSION ADDITIVE

Mesures Discrimini sur deux
références d'imprimantes
additives (polymères)



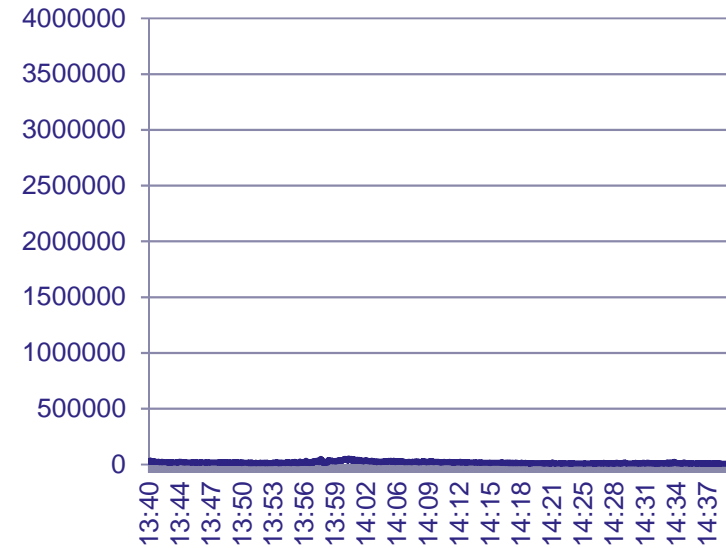
IMPRESSION ADDITIVE

Imprimante A



730 000 part/cm³ en moyenne

Imprimante B



17 800 part/cm³ en moyenne

Blanc salle sans activité
8 000 part/cm³ en moyenne



FILTRE À PARTICULES SUR CHARIOT AUTOMOTEUR

Evaluation de l'efficacité d'un filtre à particules

Discmini positionné dans la zone de test

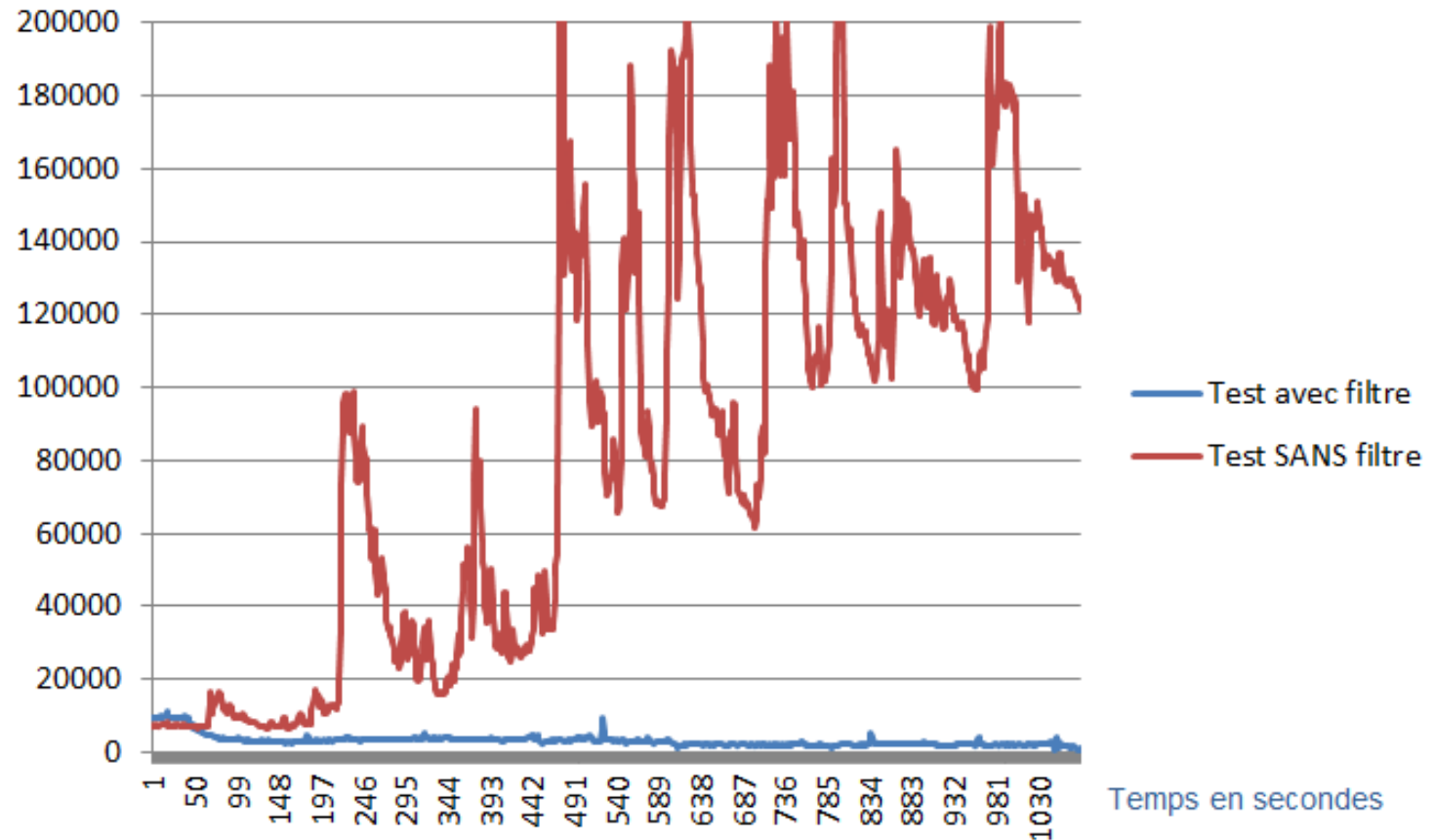
Fonctionnement du chariot avec et sans filtre sur 2-3 h pour chaque configuration



FILTRE À PARTICULES SUR CHARIOT AUTOMOTEUR

Mesures du nombre de particules pendant les tests

Nombre de particules
(diamètre entre 10 et
700 nm)



Retours d'expérience en métrologie « nanos »



Mesures essentiellement comparatives et ... exploratoires

Dans l'attente de valeurs de référence ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, nombre de particules par cm^3 , par substances, génériques ?) et de méthodes de prélèvement

Fort développement des appareils à lecture directe sur la gamme nanométrique, mais ...

Accompagnement de l'INRS en appui technique, formation, retours d'expérience, ...

Participation au groupe de travail du réseau INRS/Carsat et à l'étude en cours du SSTRN

POUR PLUS D'INFORMATIONS

Séverine Gourbil-Borvon

severine.gourbil-borvon@carsat-pl.fr
02 51 72 84 63