

GT μCAPTEUR RÉUNION N° 2

14 Septembre 2017



Objectif : évaluer la capacité de micro-capteurs de particules low-cost à mesurer la concentration massique des particules de manière « **indicative** », i.e. selon la directive sur la qualité de l'air européenne, avec une incertitude

Polluant	Méthode de « mesure »			
	<i>Fixe (référence)</i>	Indicative	<i>Modélisation</i>	Estimation objective
SO ₂ , NO ₂ /NO _x , CO	± 15 %	± 25 %	± 50 %	± 75 %
Benzène	+ 25 %	+ 30 %	+ 50 %	+ 100 %
PM ₁₀ /PM _{2.5}	± 25 %	± 50 %	± 50 %	± 100 %
O ₃	± 15 %	± 30 %	± 50 %	± 100 %
À utiliser quand les concentrations en polluant sont				
	> SES	SEI ≤ [] ≤ SES	< SEI	< SEI

➤ **SES**, le Seuil d'Evaluation Supérieur et par **SEI**, le Seuil d'Evaluation Inférieur

➤ **Méthode indicative**: mesure qui respecte des OQD moins stricts que ceux qui sont requis pour les mesures fixes.

➤ **Estimation objective**: toute méthode formalisée permettant d'obtenir l'ordre de grandeur en polluant en un point donné ou sur une aire géographique sans nécessairement recourir à des outils mathématiques complexes ou aux équations de la physique.

Définition du périmètre « μ -capteurs de particules » :**➤ « Low-cost » :**

prix significativement inférieur aux méthodes de référence (ratio 1/5^{ème})

➤ « Micro » :

poids maximal proposé : 2kg

encombrement maximal proposé : 30x30x30cm.

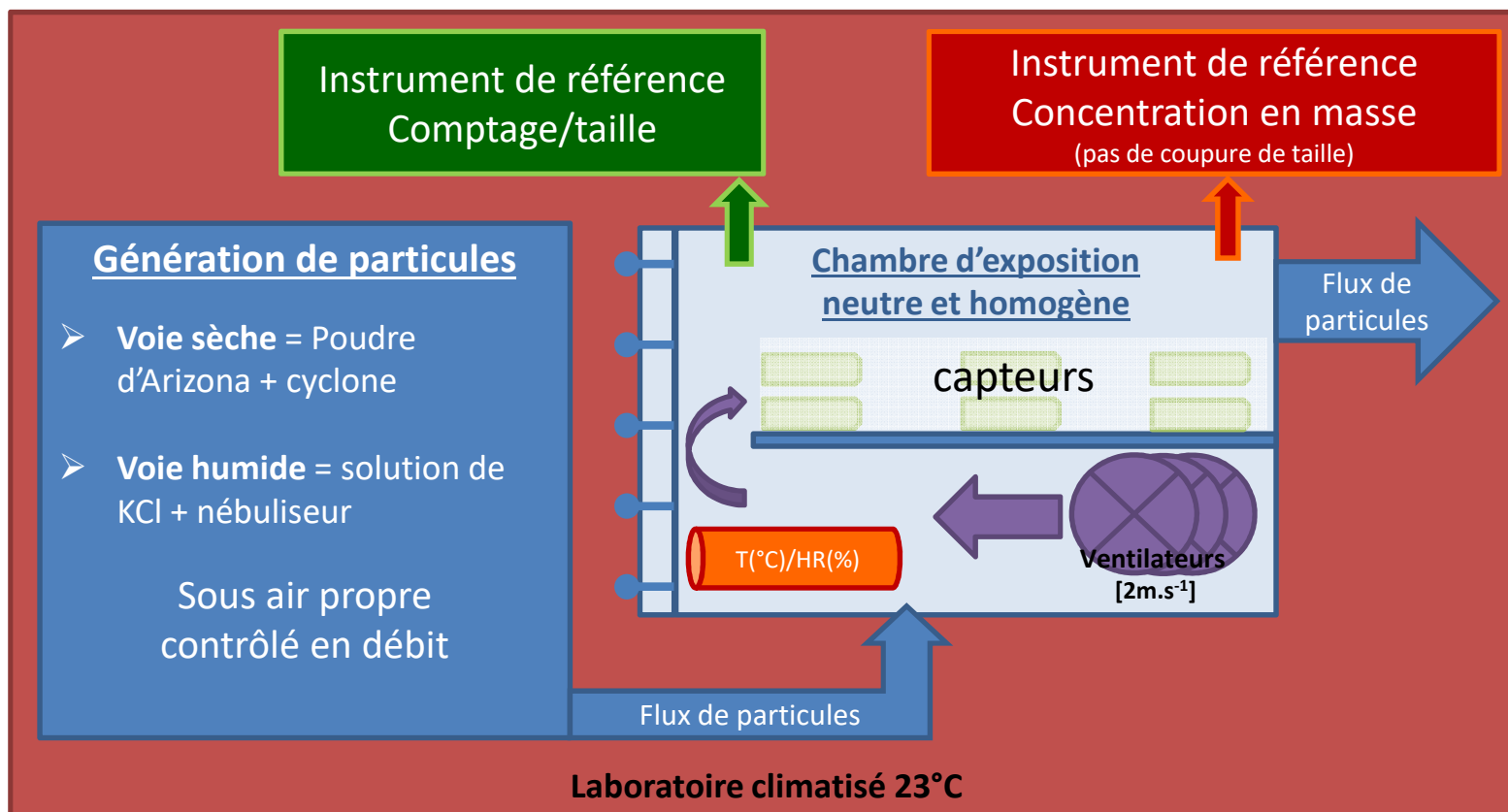
➤ « de particules » :

Comptage ou masse ? $\#/m^3$ ou $\mu g/m^3$, par gamme de tailles ?

Attention : portable $\neq$ mobile!

Destinataires :

- AASQA → préalable aux mesures terrain
- Constructeurs/Distributeurs → certification technique
- Lien avec les travaux du WG42 de la CEN

Conditions expérimentales en laboratoire

Instrument de référence comptage/Taille : AEROTRAK

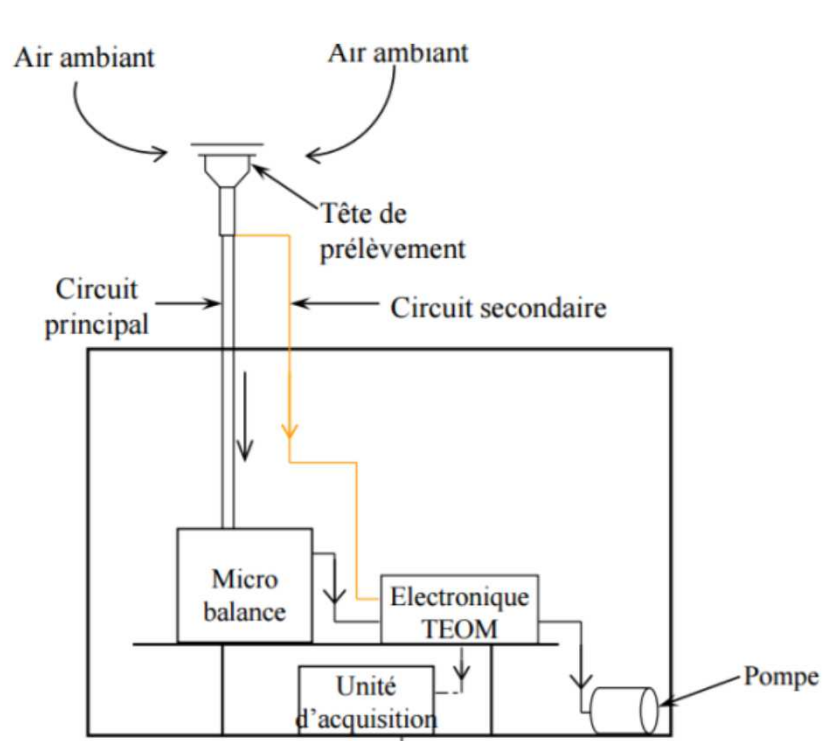
Aerotrak TSI 8220 : compteur optique de particules



- Classes de taille de 0,3 à 10 μm , réglables par l'utilisateur
- Calibré à 0,3; 0,5; 1; 3; 5 et 10 microns
- Efficacité de calcul :
 - 50 % $\pm$ 10% à 0,3 μm
 - 100 % autour de 0,45 μm
 - 50 % $\pm$ 10 % à toutes les tailles de calibration supérieures
- Résolution temporelle : 1 minute (50s de prélèvement + 10 s de calcul)
- Conforme ou supérieur aux normes JIS Calcul Zéro

Instrument de référence concentration en masse : teom

Tapered Element Oscillating Microbalance : microbalance à élément oscillant



➤ Micro-balance à quartz → $f_{oscill} = \sqrt{\frac{K}{masse}}$

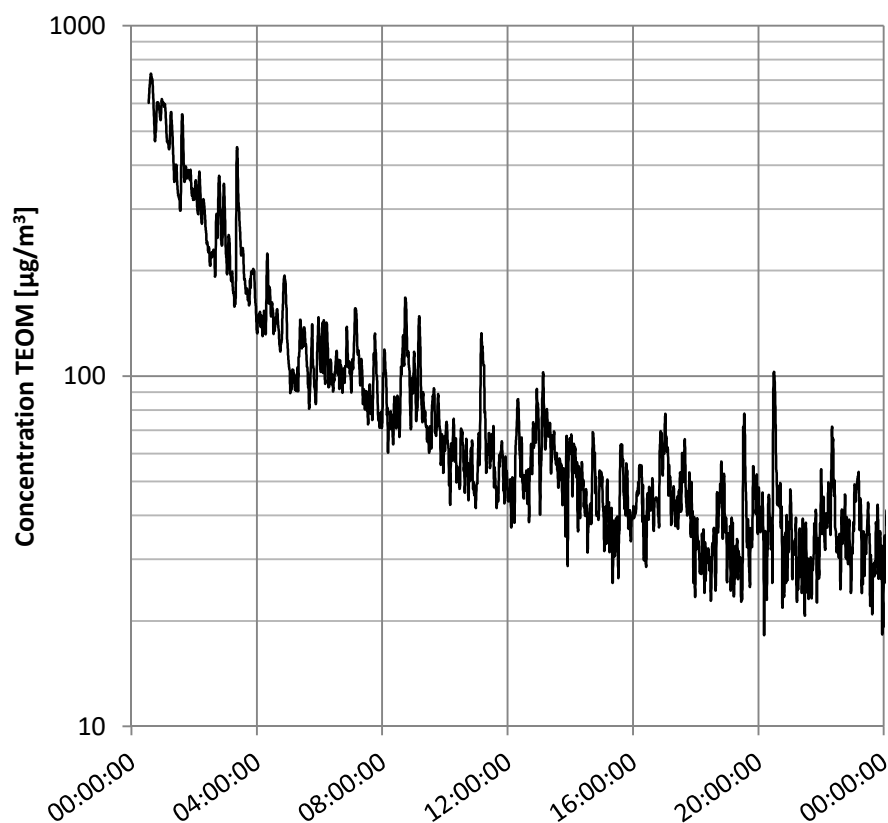
➤ Résolution temporelle :

- 1 heure : la justesse de l'instrument est de $\pm 0,75 \%$ et la précision de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Ici 1 minute en voie sèche et 15 minutes en voie humide → limite de stabilité

➤ En laboratoire : pas de tête de prélèvement → pas de séparation en taille d'une fraction des particules

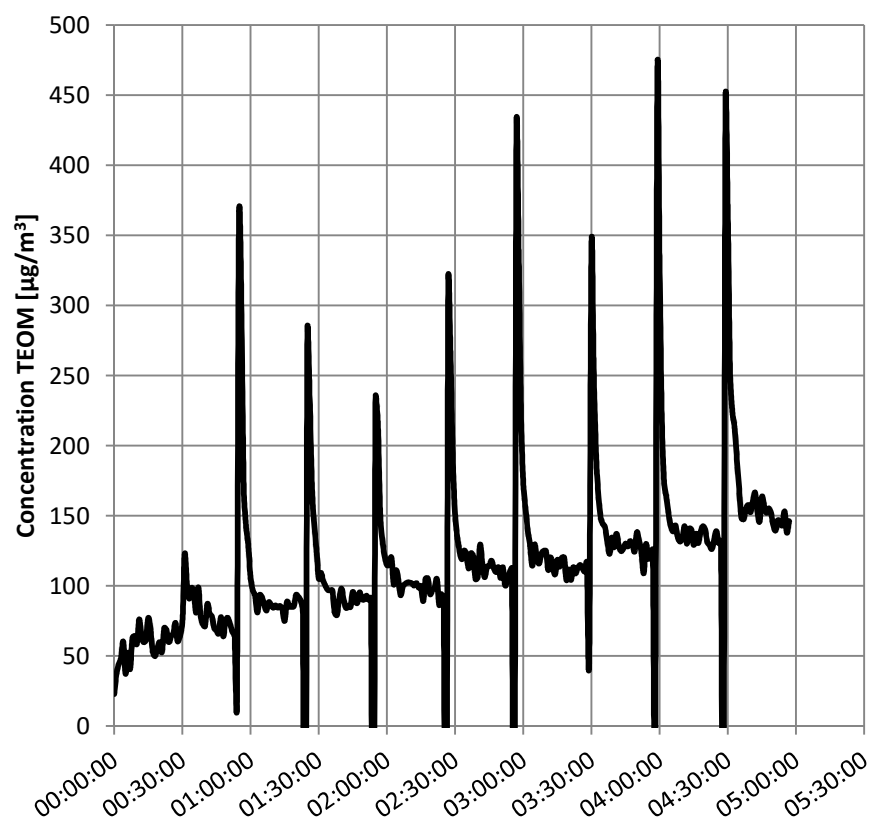
➤ Contrôle d'étalonnage : selon pratiques usuelles par cale étalon

Génération Voie sèche

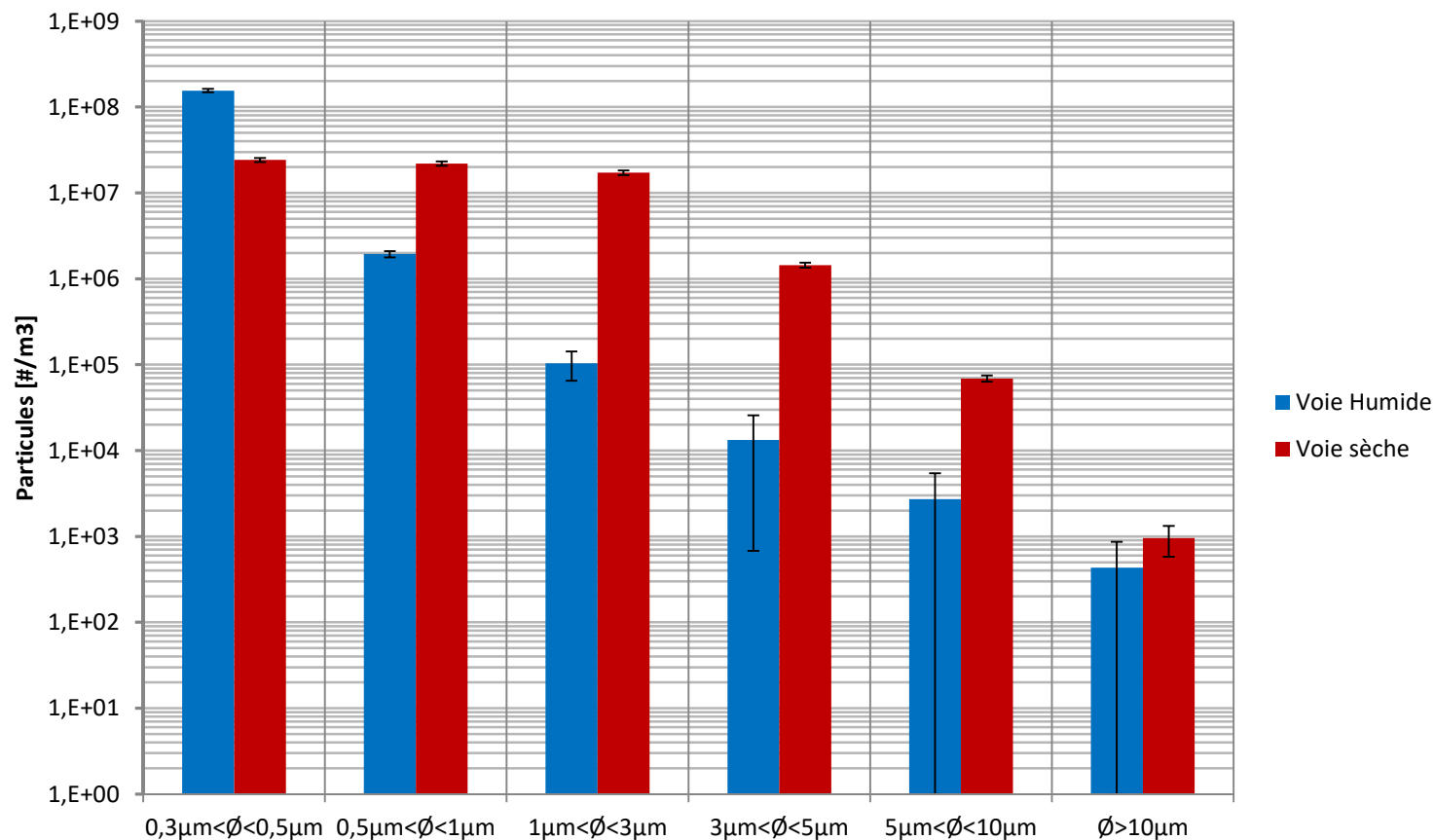


- Décroissance continue sur 24h
- Gamme couverte : 0 $\rightarrow$ $>800\mu\text{g}/\text{m}^3$

Génération Voie Humide



- Génération par palier de 30 minutes
- Moyenne stable sur 15 minutes
- Gamme couverte : 50 $\rightarrow$ $>150\mu\text{g}/\text{m}^3$

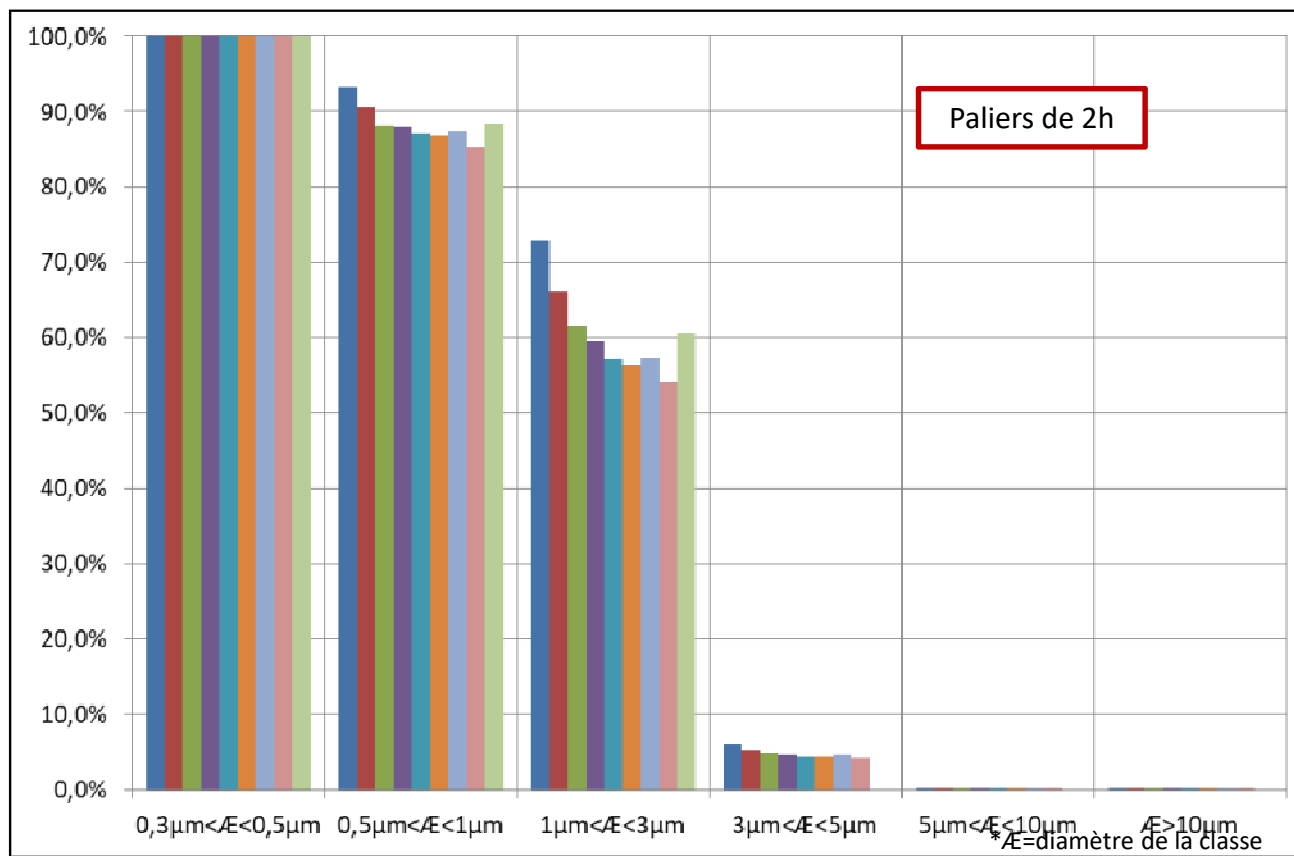
Distribution en nombre de particules/m³**Voie sèche :**

- Majorité de particules sub- et super-microniques jusque 3µm
- Dynamique temporelle à suivre

Voie humide

- Majorité de particules fines
- Dynamique temporelle stable

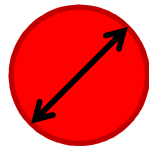
Dynamique temporelle de la distribution en nombre de particules/m³



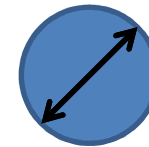
- **Voie sèche :**
- Conservation de la répartition entre gammes de taille tout au long des essais

Pour calculer l'équivalent de la distribution en masse, on fait l'hypothèse que les particules sont des sphères parfaites et de nature chimique pure, et on évalue la masse d'une particule par :

$$masse_{sphère} = Volume * Masse Volumique$$



$$\text{avec } volume = \frac{4}{3} \pi \left[\frac{Diamètre}{2} \right]^3$$



➤ Voie sèche : Poudre Arizona Dust 0-10µm

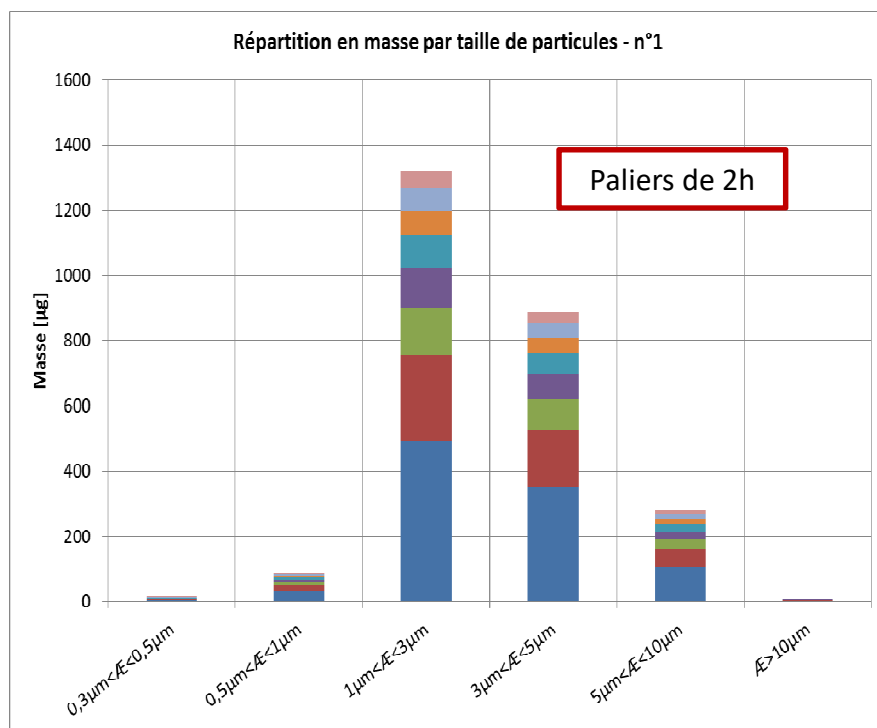
- Estimation de la masse volumique par pesée et mesure de volume (x3)
- 2300kg/m³, 2322kg/m³, 2315kg/m³

➤ Voie humide : Chlorure de potassium

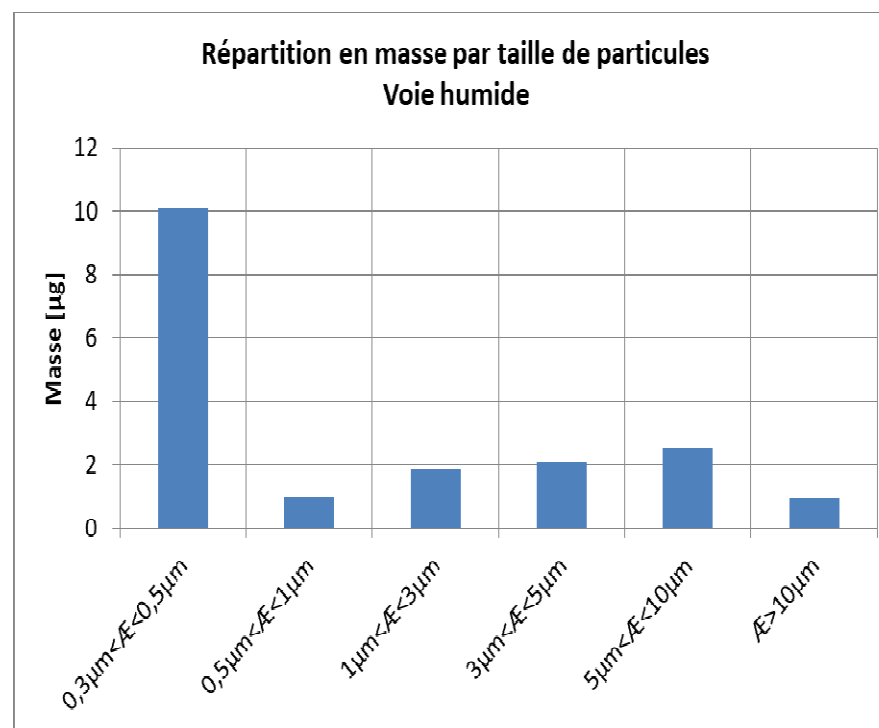
- Masse volumique tirée de la bibliographie
- 1980kg/m³

	0,3µm<Ø<0,5µm	0,5µm<Ø<1µm	1µm<Ø<3µm	3µm<Ø<5µm	5µm<Ø<10µm	Ø>10µm
Diamètre choisi (m)	4,00E-07	7,50E-07	2,00E-06	4,00E-06	7,50E-06	1,00E-05
Volume sphère (m ³)	3,35E-20	2,21E-19	4,19E-18	3,35E-17	2,21E-16	5,24E-16
Masse d'une sphère de KCl [µg]	6,64E-08	4,37E-07	8,29E-06	6,64E-05	4,37E-04	1,04E-03
Masse d'une sphère de Poudre d'Arizona [µg]	7,71E-08	5,08E-07	9,63E-06	7,71E-05	5,08E-04	1,20E-03

Voie sèche :
Poudre Arizona Dust 0-10 μ m



Voie humide :
Chlorure de potassium



CONCLUSIONS

- Protocole simple à mettre en œuvre 😊
- Larges gammes de tailles de particules couvertes 😊 mais descendre en concentration pour la voie humide ☹
- Deux natures de particules très différentes 😊 → quid de la représentativité par rapport aux atmosphères réelles complexes ?
- Mesure de référence :
 - Pas de sélection de tailles ☹
 - Instabilité sur voie humide ☹
 - Limite de résolution temporelle ☹
 - solution : outil équivalent type « Fidas » ? 😊
- Contrôle de l'humidité relative (ou absolue) à améliorer

Review capteurs particules : dispo sur site partageCapteurs testés – campagne 2017

OK



OK

Pollutrack



OK



No



No

**MERCI POUR VOTRE
PARTICIPATION ET POUR
LES AMÉLIORATIONS À
APPORTER !!**