



Sonde de particules P4000



Définition

Les Matières Particulaires," également connu comme "Particulate matter" ou PM, est un mélange complexe de particules extrêmement petites et de gouttelettes liquides. La pollution particulaire est constituée d'un certain nombre de composants, y compris des acides (par exemple les nitrates et les sulfates), des produits chimiques organiques, des métaux, et des particules de sol ou de la poussière.

La pollution aux particules serait à l'origine de 42.000 morts prématurées par an en France et de nombreuses maladies (asthme, allergies, maladies respiratoires et cardio-vasculaires, cancer du poumon).

Les plus grossières (supérieures à 2.5 micromètres) retombent assez vite, Leur durée de séjour dans l'air est de l'ordre de 1 jour, tandis que les plus fines peuvent rester jusqu'à 1 semaine en suspension et parcourir des milliers de kilomètres. Une fois déposées, les particules peuvent ensuite être remises en suspension sous l'action du vent ou en zone urbaine, sous l'action du trafic routier.

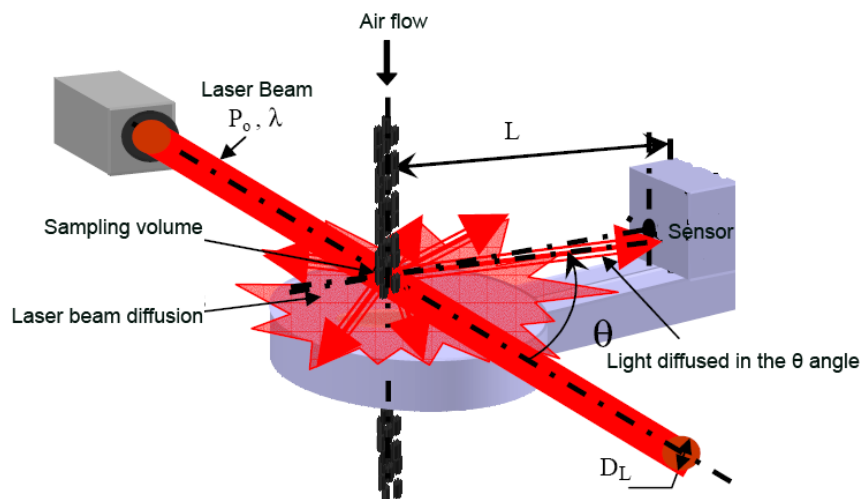
Principe de détection

Le P4000 utilise la technologie de la diffraction laser (Light Scattering)

Le principe est le suivant : quand un faisceau laser traverse de l'air pur, le faisceau est invisible. Lorsque le faisceau est visible, c'est parce que le faisceau se diffracte sur des particules tout au long de son chemin. Si on regarde le faisceau de côté, plus le faisceau est visible, plus la densité de particules est importante.

Cette sonde de particule utilise un capteur avec une source proche de l'infrarouge (diode laser). Le capteur est une photodiode à avalanche avec amplificateur. L'infrarouge est utilisé pour éviter toute interférence avec la lumière du jour entrant dans la chambre de mesure.

Le principe de détection ressemble à ceci :



La densité de poussière dépend principalement de l'écoulement de l'air.

Le laser et le capteur ainsi que les lentilles de collimation sont orientés vers le bas pour éviter que de la poussière ne se dépose sur l'optique lorsque la source de flux d'air montant est éteinte.

(À noter qu'une résistance chauffante réchauffe l'air en amont du capteur et l'air chaud, plus léger, génère un flux constant).

L'angle optimal entre source et capteur est issu d'expérimentations.

Chaque particule qui passe devant le faisceau laser diffracte une partie de ce faisceau vers la photodiode et le flux d'air étant constant, la largeur de l'impulsion mesurée permet de classer les particules par taille.

Une moyenne glissante des quantités de particules par catégorie est réalisée sur une période de 30 secondes.

Comme les plus grosses particules ne portent pas atteinte à la santé, bien que présentes dans l'environnement intérieur (en particulier les fibres de tissu), les particules supérieures à 10 microns ne sont pas comptabilisées.

La mesure se fait selon la classification standard.

Les PM (Particle Matter) se réfèrent au poids total des particules par volume d'air. C'est un vestige du temps où la technologie disponible était incapable de détecter des particules individuelles. Pour chaque taille de particule on attribue une masse typique pour exprimer le résultat en une unité normalisée soit en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les équipements de surveillance modernes comme la P4000, comptent les particules individuelles dans trois classes de tailles qui sont en corrélation avec les PM10, les PM2.5 et les PM1. L'hypothèse pour le calcul de masse est que les particules sont sphériques ce qui n'est pas toujours le cas.

Valeurs Standard

La taille des particules est directement liée à leur dangerosité potentielle vis-à-vis de la santé. Les organismes environnementaux sont préoccupés par les particules qui ont un diamètre inférieur ou égale 10 micromètres parce que ce sont les particules qui passent généralement par le biais de la gorge et du nez et pénètrent dans les poumons. Une fois inhalés, ces particules peuvent affecter le cœur et les poumons et causer des effets graves sur la santé.

Les particules sont classées en quatre catégories:

- **«PM10»**, particules grossières inhalables telles que celles trouvées près des routes et des industries poussiéreuses, elles sont inférieure à 10 micromètres de diamètre et incluent les particules fines, très fines et ultrafines.
- **«PM2.5»**, particules fines telles que celles contenues dans la fumée et la brume, sont inférieures ou égales à 2,5 micromètres de diamètre. Ces particules peuvent être émises directement à partir de sources telles que les incendies de forêt, ou elles peuvent se former lorsque des gaz, émis par des centrales électriques, des industries et des automobiles réagissent dans l'air. Les moteurs diesel en sont la source principale. Incluent les particules très fines et ultrafines.
- **«PM1»**, particules très fines (les plus dangereuses pour la santé) sont inférieure ou égales à 1 micromètre de diamètre. Elles ne sont pratiquement éliminées que par les précipitations et ont le temps de s'accumuler dans l'air. Incluent les particules ultrafines.
- **«PM0.1»**, particules ultrafines dont le diamètre est inférieur à 0,1 micromètre, appelées également « nanoparticules » Leur durée de séjour est très courte, de l'ordre de quelques minutes à quelques heures.

Les PM2.5 et les PM1 peuvent aller dans la partie la plus profonde (alvéolaire) des poumons lorsque les échanges gazeux se produisent entre l'air et le sang. Ce sont les particules les plus dangereuses parce que la partie alvéolaire des poumons n'a pas de moyens efficaces de les éliminer et si les particules sont solubles dans l'eau, elles peuvent passer dans le flux sanguin en quelques minutes. Si elles ne sont pas solubles dans l'eau, elles restent dans la partie alvéolaire des poumons pendant une longue période. Les éléments solubles peuvent être des HAP (**H**ydrocarbure **A**romatique **P**olycyclique) ou des résidus de benzène classés comme cancérogène.

Standards:

	Europe (2010)	OMS	USA
	PM10 (<10 µm)		
limite journalière P50*	50 µg/m ³ (moins de 35 fois/an)	50 µg/m ³	150 µg/m ³
Limite annuelle	30 µg/m ³	20 µg/m ³	Annulé en 2006
	PM2.5 (<2.5 µm)		
limite journalière P50*		25 µg/m ³	
limite journalière P98*			35 µg/m ³
Limite annuelle	25 µg/m ³ en 2010 20 µg/m ³ en 2020	10 µg/m ³	15 µg/m ³

*: La valeur ne doit pas dépasser 50% (98%) du temps.

Les PM1 ne sont pas encore règlementés

Performances.

Interface :

- Sortie numérique RS485 Modbus (voir document sur le protocole Modbus pour détails)
Modbus en mode ASCII ou RTU (à préciser à la commande)
Compatible sonde E4000 pour interface EnOcean, KNX ou LON (version ASCII seulement)
20 adresses BUS sélectionnables (1 à 10 en RTU + 11 à 20 en ASCII avec un cavalier).
- EnOcean
EEP : 4BS : A5-09-07
Appairage via le bouton poussoir

Densités de PM1, PM2.5 et PM10 exprimées en µg/m³,

Densité de PM1, PM2.5 et PM10 également t exprimées en quantité par m³

Gamme de mesure 0-950 µg/m³ et 0-65 535 000 particules /m³

Résolution 1µg/m³ et 1000 particules par m³

Moyenne glissante sur 30 secondes

Le capteur ne peut voir les particules en dessous de 0.5µm

Alimentation 12 à 24V DC ou AC

Puissance : 1W

Température d'utilisation : 0 à 45°C.

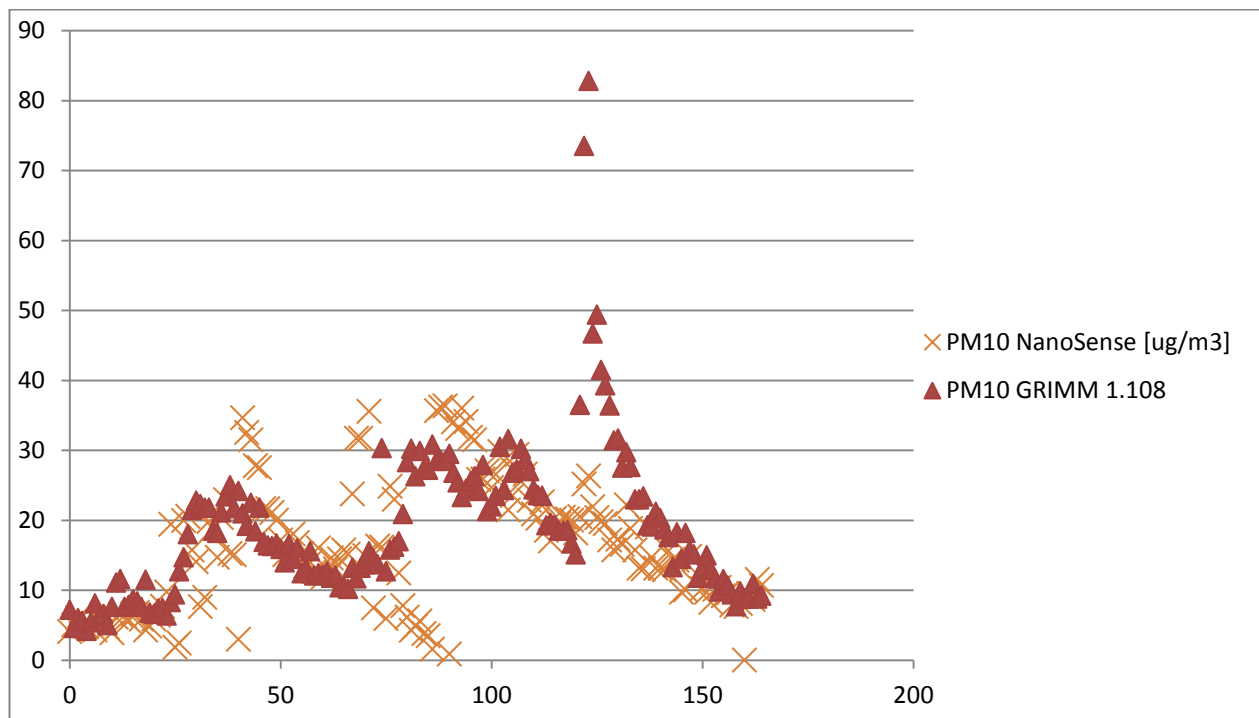
Température de stockage : -30 à 60°C

Calibrage

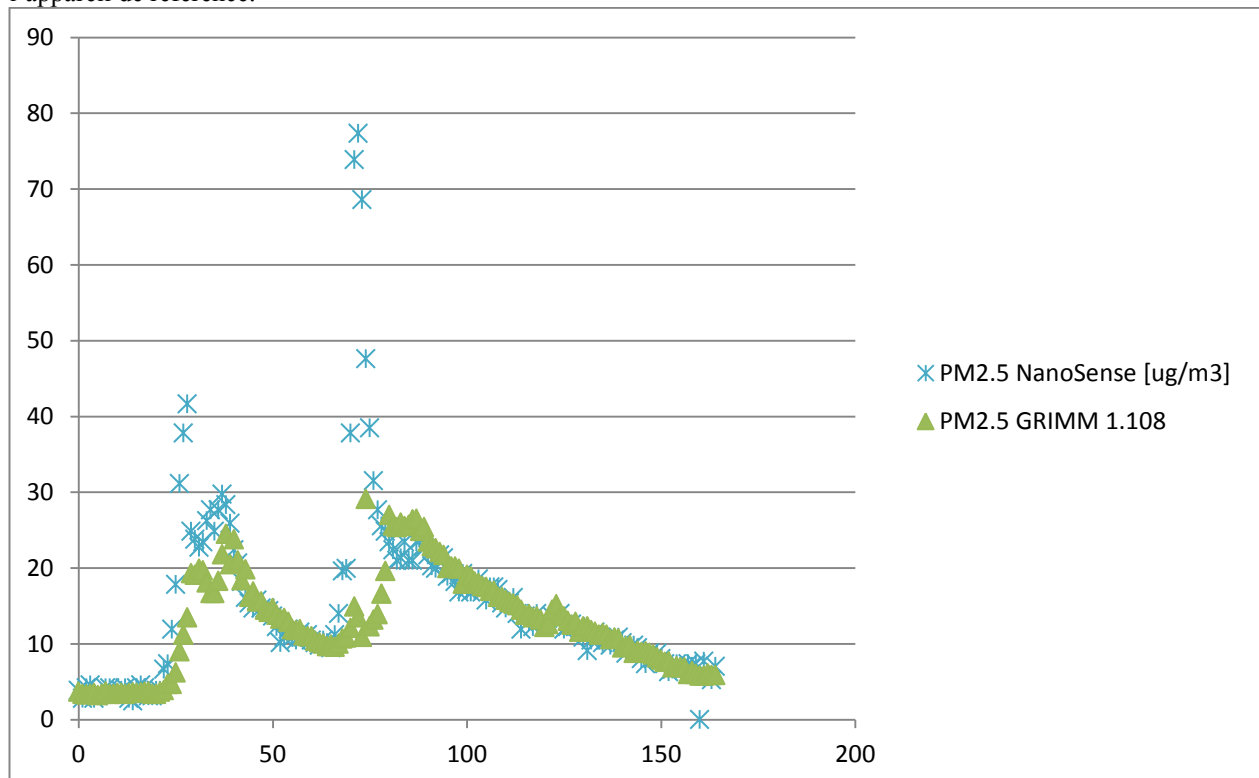
Réalisé en usine. Ne pas toucher au potentiomètre. Pas de recalibrage nécessaire si la maintenance préventive est effectuée selon les règles.

Comparaison avec un appareil de mesure de référence

Les courbes ci-après montrent que la sonde P4000 présente des mesures assez proches de l'appareil, de référence. (Essais réalisés avec un bâton d'encens).



Les pics vus par la sonde E4000 sont vraisemblablement dues à un temps d'intégration des mesures plus court que pour l'appareil de référence.



Les mesures en PM1 sont similaires en comptage mais insignifiantes en masse.

Exemples



Les travaux publics sont une des nombreuses sources de particules en suspension (ici aggravée par l'utilisation d'air comprimé pour nettoyer le substrat)



Ici c'est une souffleuse portative qui, sous prétexte de nettoyage disperse dans l'atmosphère d'un centre-ville peuplé la poussière, y compris des particules de fientes d'oiseaux et d'excréments de chiens



Envol tourbillonnaire de poussières de plomb toxique (source de saturnisme), Usine Métaleurop-Nord, peu avant sa fermeture



Particules polluant l'air intérieur (type suies et fumées de diesel), laissées sur un plafond autour d'une bouche de climatisation