

## Résumé – Filtration et détection des PM10 et 2.5 dans l'air

Virginie Blondeau-Patissier\*<sup>1</sup>, Lyes Djoumi<sup>2</sup>

Adresse(s) : <sup>1</sup> FEMTO-ST, 26 chemin de l'Épitaphe 25000 Besançon

<sup>2</sup>Ecologicsense, 605 Avenue Perroy 13790 Rousset

\*Contact: virginie.blondeau@femto-st.fr

Mots Clés : Capteurs SAW, PM10 et 2.5, pollution, filtration et détection

Résumé :

Les particules fines de 10 et 2,5 microns de diamètre, respectivement nommées PM10 et PM2,5, constituent une menace majeure pour la santé humaine, car ils peuvent facilement pénétrer dans les bronches et les poumons. Les appareils de mesure actuellement utilisés pour mesurer la concentration de ces particules ont l'inconvénient d'être imposants et coûteux (de l'ordre de 10k € à 30k €). L'utilisation de la micro technologie appliquée à la détection de particules fines peut offrir de nombreuses améliorations que ce soit en termes de coût, de taille et encore de sensibilité. Les capteurs à ondes élastiques de surface, en particulier, semblent être de très bons candidats en raison de leur sensibilité gravimétrique élevée (250 cm<sup>2</sup>/g). Mais, ceux-ci n'étant pas capables de différencier les particules selon leur taille, ce type de capteurs nécessite de positionner en amont un système de filtration permettant de séparer les particules avant leur mesure. Les impacteurs en cascade sont des instruments de mesure très usités pour la caractérisation des aérosols. Toutefois, afin d'obtenir des mesures appropriées avec ces appareils, il est nécessaire, et ce pour chaque mesure, de retirer la plaque d'impaction et de faire une pesée avant et après passage de l'aérosol. Ces étapes prennent du temps et nécessitent l'intervention d'un opérateur. Une analyse en temps réel n'est donc pas possible avec un impacteur classique.

Notre travail a consisté à démontrer le potentiel d'utilisation d'un impacteur combiné aux capteurs à ondes élastiques de surface pour la mesure en temps réel des particules fines dans l'air. Ce système intégré a prouvé son efficacité pour la mesure des PM10 et PM2.5 dans une gamme de concentration comprise entre 0 et 400 µg.m<sup>-3</sup>.

Les capteurs SAW, développés dans notre laboratoire, sont basés sur le principe des lignes à retard réalisés à partir d'un substrat de quartz. Une couche guidante de silice est ensuite déposée en surface permettant la génération des ondes de Love. Une précédente étude a en effet permis de montrer que cette configuration permettait d'obtenir une meilleure sensibilité aux particules fines. En outre, pour réaliser la séparation des particules, un système d'impaction fonctionnant à 3 lpm a été spécifiquement développé au sein de FEMTO-ST permettant l'intégration des capteurs à ondes élastiques montés sur des cartes de circuits imprimés. La figure 1 montre une photo de ce système complet. La mesure des particules fines se fait alors en continu par un suivi de la variation de phase à fréquence constante (125 MHz). Une électronique dédiée et très sensible (résolution au milli°) a été spécifiquement développée [1]. L'impact des particules filtrées à la surface des capteurs SAW provoque un effet gravimétrique qui modifie les conditions de propagation des ondes de Love qui se traduit par une diminution de la phase ; cette dernière étant caractéristique de la quantité de matière déposée à la surface du capteur.

Les tests de filtration et de mesure ont été effectués à partir de particules provenant de fumées d'un fil d'étain chauffé par un fer à souder. Un suivi de la concentration des particules générée a été réalisé en parallèle à l'aide de compteurs optiques commerciaux. Nos capteurs SAW se sont avérés être en mesure de détecter les particules PM10 et PM2,5 dans la gamme de concentration 0-400 µg/m<sup>3</sup>. La figure 2 montre la réponse en phase des deux capteurs respectivement positionnés sur les étages des PM2.5 et PM10. Le temps de réponse est quasi immédiat. L'efficacité du système de filtration a également pu être vérifiée par imagerie à l'aide d'un microscope optique (cf figure 3 et 4) ; les tailles des particules observées correspondant bien à celles attendues.

Figures et références éventuelles :



Figure 1 :  
Système complet de  
filtration et de mesure des  
PM10 et 2.5 (impacteur +  
capteurs SAW)

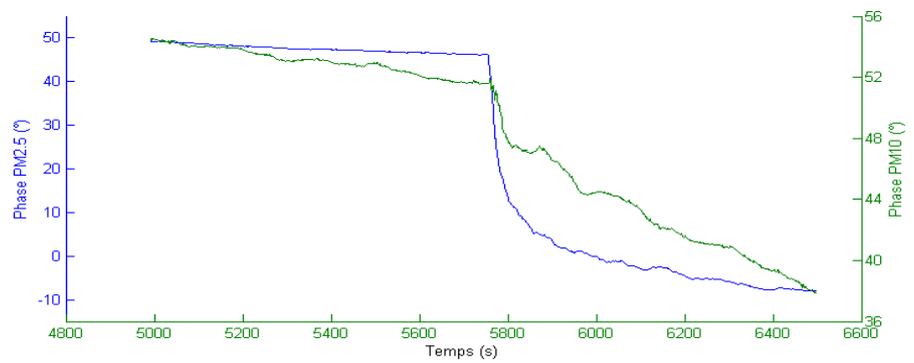


Figure 2 :  
Réponse en phase des capteurs SAW sur l'étage PM2.5 (bleue) et PM10  
(vert) en présence de particules provenant de la fumée d'étain

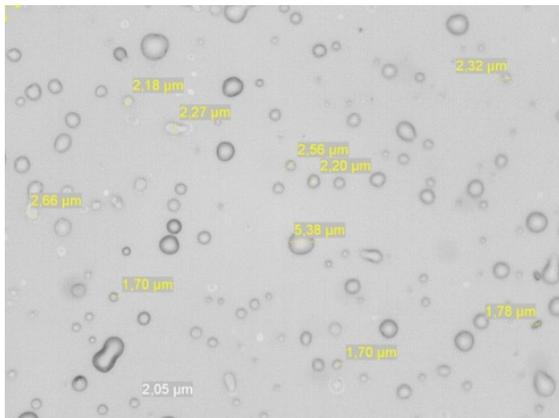


Figure 3 :  
Image par microscopie optique de la surface du  
capteur placé à l'étage des PM2.5 (zoom x 50)

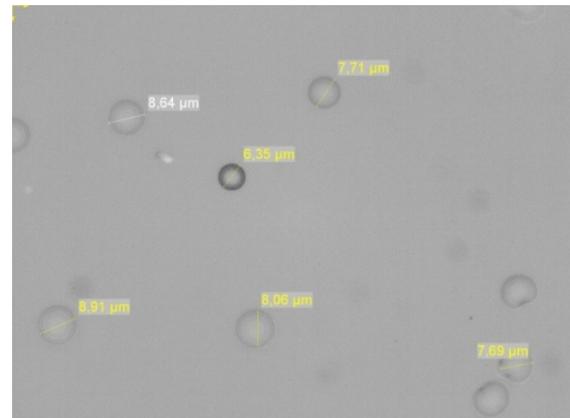


Figure 4 :  
Image par microscopie optique de la surface du  
capteur placé à l'étage des PM10 (zoom x 50)