



**HAL**  
open science

## Développement et optimisation de capteurs de type MEMS pour la détection d'aérosol

Pierre Didier, Emmanuelle Algre, Charles Motzkus, Stéphane Moularat,  
Evelyne Gehin

► **To cite this version:**

Pierre Didier, Emmanuelle Algre, Charles Motzkus, Stéphane Moularat, Evelyne Gehin. Développement et optimisation de capteurs de type MEMS pour la détection d'aérosol. Instrumentation pour le suivi environnemental : cycle d'ateliers nationaux 2021, EFLUVE; ESYCOM, Sep 2021, Paris, France. hal-03956509

**HAL Id: hal-03956509**

**<https://hal.science/hal-03956509>**

Submitted on 25 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Atelier 2 – Mesure qualité de l'air

29 et 30 septembre 2021

Lieu : EFLUVE – Enveloppes fluides : de la ville à l'exobiologie. Organisation conjointe EFLUVE – ESYCOM

A soumettre au plus tard le 8 juillet 2021 à :

<https://framaforms.org/formulaire-dinscription-atelier-2-insuisis-mesure-de-la-qualite-de-lair-1623230732>

TITRE : Développement et optimisation de capteurs de type MEMS pour la détection d'aérosol

Auteurs : Pierre Didier<sup>1</sup>, Emmanuelle Algré<sup>2</sup>, Charles Motzkus<sup>3</sup>, Stéphane Moularat<sup>3</sup>, Evelyne Géhin<sup>1</sup>

Affiliations :

<sup>1</sup> Univ Paris Est Creteil, CERTES, F-94010 Creteil, France

<sup>2</sup> Université Paris-Est, ESYCOM (EA 2552), ESIEE Paris, Cite Descartes, B.P. 99, 93162 Noisy le Grand, France

<sup>3</sup> CSTB, 84 Avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, France

Résumé (1/2 page) :

Le développement de nouveaux moyens de contrôle et de suivi de la qualité de l'air va devenir un enjeu sociétal et sanitaire majeur à travers le monde. Depuis 2013, le Centre International de Recherche sur le cancer a classé la pollution atmosphérique et les particules la composant comme des composés « cancérigènes certains pour l'homme » qui peuvent avoir des effets néfastes à court et long terme sur l'organisme (apparition de bronchite, maux de têtes ou encore des pathologies cardiovasculaires ou respiratoires [1], [2]). Parmi les polluants réglementés, les PM10 et PM2.5 (concentration massique en particules de diamètres aérodynamiques respectifs de 10 et 2.5  $\mu\text{m}$ ) peuvent être mesurées en quasi-temps réel par des méthodes validées par les instances réglementaires, telles que la jauge bêta, le TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) ou encore le TEOM-FDMS (Filter Dynamics Measurement System) [3] – [5]. Cependant, elles possèdent des limites dans leurs utilisations dues à leurs encombrements importants, leurs temps d'échantillonnages importants ou leurs coûts. Ainsi, ces solutions ne sont pas adaptées pour le déploiement massif dans les différents territoires d'étude. Ainsi, une des voies majeures d'amélioration dans le développement de nouveaux systèmes de détection se porte vers la miniaturisation de ces derniers.

Dans ce contexte, des micro-capteurs résonants de type Micro- Electro- Mechanical System (MEMS), dédiés à la détection et à la caractérisation de particules atmosphériques, ont été développés pour permettre la mesure en temps réel de la concentration massique en aérosols, en accord avec les directives et normes réglementaires. Le principe de base du capteur, dont la surface active est de 1mm<sup>2</sup>, repose sur le décalage de sa fréquence de résonance avec l'ajout et le retrait de particules à sa surface tout en permettant une analyse massique en temps réel. Afin d'améliorer les performances des capteurs d'études, ils sont intégrés à un dispositif miniature de tri, composé d'un système de prélèvement et d'un impacteur à étages [6]. Au travers de précédentes études, une preuve de concept du microsystème pour la mesure de la masse de particules d'aérosols triées en taille a été démontrée [7], [8].

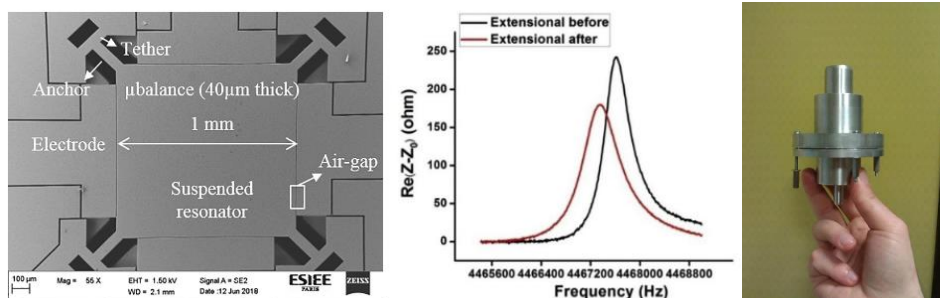


Figure 1, A gauche, image SEM de la structure du capteur de type MEMS développé. A droite, réponse fréquentielle du capteur avant (courbe noire) et après (courbe rouge) dépôt de particules à sa surface. A droite, photographie du micro-impacteur développé.

Références :

- [1] *Bilan de la qualité de l'air en France en 2014*. 2015.
- [2] L. B. Lave and E. P. Seskin, "Air Pollution and Human Health: The quantitative effect, with an estimate of the dollar benefit of pollution abatement, is considered," *Science (80-. )*, vol. 169, no. 3947, pp. 723–733, Aug. 1970, doi: 10.1126/science.169.3947.723.
- [3] K. Zhu, J. Zhang, and P. J. Lioy, "Evaluation and comparison of continuous fine particulate matter monitors for measurement of ambient aerosols," *J. Air Waste Manag. Assoc.*, vol. 57, no. 12, pp. 1499–1506, 2007, doi: 10.3155/1047-3289.57.12.1499.
- [4] G. Allen, C. Sioutas, P. Koutrakis, R. Reiss, F. W. Lurmann, and P. T. Roberts, "Evaluation of the TEOM ® Method for Measurement of Ambient Particulate Mass in Urban Areas," *J. Air Waste Manage. Assoc.*, vol. 47, no. 6, pp. 682–689, Jun. 1997, doi: 10.1080/10473289.1997.10463923.
- [5] W. Chueinta and P. K. Hopke, "Beta Gauge for Aerosol Mass Measurement," *Aerosol Sci. Technol.*, vol. 35, no. 4, pp. 840–843, Jan. 2001, doi: 10.1080/027868201753227398.
- [6] E. Algre *et al.*, "Fine particle sensor with cascaded microscales," WO 2020/044000 A1, 2020.
- [7] U. Soysal, F. Marty, E. Géhin, C. Motzkus, and E. Algré, "Fabrication, electrical characterization and sub-ng mass resolution of sub- $\mu\text{m}$  air-gap bulk mode MEMS mass sensors for the detection of airborne particles," *Microelectron. Eng.*, vol. 221, no. November 2019, p. 111190, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.mee.2019.111190.
- [8] U. Soysal, F. Marty, E. Algre, E. Gehin, and C. Motzkus, "Sub- $\mu\text{m}$  air-gap resonant MEMS mass sensors fabrication and electrical characterization for the detection of airborne particles," in *2018 Symposium on Design, Test, Integration & Packaging of MEMS and MOEMS (DTIP)*, May 2018, vol. 0, pp. 1–5, doi: 10.1109/DTIP.2018.8394231.

Ces travaux de recherche ont-ils déjà fait l'objet d'une collaboration entre une équipe INSIS et une équipe INSU ?  
Non

Qu'attendez-vous de cet atelier ?

