

Caractérisation physico-chimique des particules d'usure des pneumatiques (Master 2025)

Encadrement : Michal Ruzek (enseignant GM), Alice Mirailler (doctorante), Ana-Maria Trunfio-Sfarghiu (CR CNRS)

Contexte :

Les émissions de particules routières sont une des sources majeures de particules en milieu urbain et périurbain (Thunis, et al., 2021). Ces émissions sont constituées des émissions à l'échappement et hors échappement. Les premières proviennent principalement de la combustion, et les secondes de l'usure et de l'abrasion des pneus, des freins et de la route ainsi que des phénomènes de remise en suspension. Les émissions à l'échappement sont très souvent étudiées, ce qui n'est pas le cas des émissions hors échappement qui constituent pourtant 59% des émissions particulières des véhicules (Grigoratos, et al., 2015). Concernant la toxicité des particules émises hors échappement, quelques études non normées sont menées dans différents laboratoires de recherche mais aucune norme reliant la pollution atmosphérique et la toxicité n'est encore en vigueur. Dans ce contexte, nous avons développé au laboratoire un dispositif mobile de collecte des particules sur un modèle biomimétique du surfactant pulmonaire (Projet DPPA). Ce système permet d'aspirer les particules inférieures à 10 μm pendant 2h directement dans deux ballons : un contenant du surfactant biomimétique (préalablement fabriqué au laboratoire) et l'autre contenant du milieu de culture afin de tester la cytotoxicité sur des cultures cellulaires de type macrophagique. Ce système a été adapté pour collecter les particules issues du freinage sur deux voitures : une Toyota Yaris 2011 essence et l'autre Citroën Berlingo 2013 diesel dans la première année de thèse de doctorat de Alice MIRAILLER.

Nous souhaiterions ainsi utiliser ce dispositif dans le cadre d'une étude en partenariat avec Michelin sur les émissions de particules d'usure des pneumatiques pour ces deux mêmes voitures.

Objectifs du projet :

- Enrichir les connaissances sur les phénomènes d'usure des pneumatiques
- Appréhender la problématique émergente des impacts des particules d'usure issues des pneumatiques sur la santé en milieu urbain et périurbain
- Utiliser et contribuer au développement d'un dispositif innovant de collecte des particules et d'évaluation de la toxicité des particules

Besoin Michelin :

- 2 paires de pneumatiques roues avant pour les deux types de voitures (une pour référence et manip laboratoire et l'autre pour manip sur voitures)
- Financement stage + accompagnement (7k€)

Contenu du travail :

PFE Mécanique : 'Caractérisation physico-chimique des particules d'usure des pneumatiques'

- Mesures massiques et d'épaisseur des pneumatiques au moment de l'installation et équilibrage sur les deux voitures

- Collectes sur 2 trajets : 100 km urbain (à définir avec Michelin) et 100 km périurbain (à définir avec Michelin) ; 3 fois répéter les collectes dans des jours avec des conditions météorologiques et circulation semblables
- Traitement des données du compteur de particules : granulométrie, couplage conditions de freinage et émission de particules
- Analyse MEB-EDX des particules sur membrane de carbone : analyse statistique de la composition chimique des particules

Grigoratos, Martini, G., 2015 : « Brake wear particle emissions: a review, » *Environ Sci Pollut Res*

Thunis, P., Pisoni, E., Bessagnet, B., Wilson, J., Vignati, E., De Meij, A., Mascherpa, A., 2021 : « Urban PM2.5 Atlas », *Publications Office of the European Union*