

THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE (1)

ECOLE DOCTORALE N° 602

Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes

Spécialité : Génie des procédés et Bioprocédés (3)

Par

Xuan Trinh TRUONG (4)

Caractérisation et évaluation des émissions particulières issues de l'interaction pneu-chaussée (5)

Thèse présentée et soutenue à Bouguenais, le 12 septembre 2024 (6)

Unité de recherche : Laboratoire Environnement-Aménagement, Sécurité et Eco-conception (EASE) (7)

Rapporteurs avant soutenance :

Laurence Le-Coq
Mohamed El Mansori

Professeur des universités, IMT Atlantique
Professeur des universités, Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8) (à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Karine Deboudt	Professeur des universités, Université du Littoral Côte d'Opale
	Frédéric Murzyn	Enseignant-chercheur, ESTACA
	Laurence Poirier	Professeur des universités, Nantes Université
Dir. de thèse :	Véronique Cerezo	ICPEF, l'Université Gustave Eiffel
	Bogdan Muresan	Chargé de recherche, l'Université Gustave Eiffel
	Yao Liu	Chargée de recherche, l'Université Gustave Eiffel

Titre : Caractérisation et évaluation des émissions particulaires issues de l'interaction pneu-chaussée

Mots clés : émission hors échappement au niveau contact pneu-chaussée, particule d'usure pneu-chaussée, mesure en temps réel sur route, dynamique d'émission, facteurs modulants d'émission, caractérisation physico-chimique

Résumé : La pollution atmosphérique due au trafic routier, notamment les particules hors échappement, constitue un défi majeur pour la santé publique et le développement durable. La caractérisation et l'évaluation des particules issues du contact pneu-chaussée (TRCP) est complexe en raison de leur mode de génération et de leurs propriétés physico-chimiques avec une variabilité des résultats due à l'absence de normalisation métrologique et méthodologique. Le projet doctoral a élaboré une plateforme analytique embarquée pour suivre et collecter les émissions de TRCP en conditions réelles sur cinq types de trajet. Un protocole de marquage chimique, ciblant spécifiquement les particules d'usure de pneus, a été développé. Les TRCP

collectées ont été analysées par microscope électronique couplé au micro-EDX pour identifier les particules d'usure pneu-chaussée (TRWP).

Les résultats révèlent que la conduite influence davantage les émissions de TRCP que les facteurs environnementaux. Selon le type de trajet, les émissions de TWP du pneu marqué représentent une part massique entre 1,9% et 8,3% de celles de TRCP. La variété morphologique et texturale des TRWP observées reflète les différents processus d'usure et mécanismes de transformation post-émission. Les éléments majoritaires demeurent stable alors que la variabilité de ceux minoritaires est liée aux contaminants.

Title : Characterization and assessment of particulate emissions from tire-road interaction

Keywords : non-exhaust emission at tire-road contact, tire-road wear particle, on-road real-time measurement, emission dynamics, emission modulating factors, physicochemical characterization

Abstract : Air pollution caused by road traffic, particularly non-exhaust particles, represents a major public health and environmental concern. The characterization and assessment of tire-road contact particles (TRCP) is complex due to their mode of generation and their physicochemical properties, with a variability of results due to the absence of metrological and methodological standardization.

The Doctor of Philosophy (Ph. D) thesis has elaborated an on-board analytical platform for monitoring and collecting TRCP emissions under real vehicle usage conditions on five types of routes. A chemical labelling protocol, specifically targeting tire wear particles, was also deve-

loped. The TRCP collected were analyzed by electron microscope coupled to micro-EDX to identify tire-road wear particles (TRWP).

The results show that driving style has a greater influence on TRCP emissions than environmental factors. Depending on the type of route, TWP emissions from the labelled tire represent a mass share of between 1.9% and 8.3% of TRCP emissions. The morphological and textural variety of TRWP observed reflects the different post-emission wear processes and transformation mechanisms. Majority elements remain stable, while the variability of minority elements is linked to different contaminants sources.