www.onera.fr

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

# PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Aérosols secondaires : Origine et devenir dans l'atmosphère des émissions aéronautiques**

Référence : **MFE-DMPE-2024-13**
*(à rappeler dans toute correspondance)*

| | |
|---|---|
| **Début de la thèse :** Octobre 2024 | **Date limite de candidature :** Juin 2024 |

**Mots clés**

Aérosol secondaire ; Emission, Turboréacteur, Carburants Durables

**Profil et compétences recherchées**

Master de recherche (Université ou ingénieur)

Chimie de l'atmosphère / Physico-chimie des aérosols / Métrologie des aérosols

**Présentation du projet doctoral, contexte et objectif**

Actuellement, le secteur aéronautique se concentre sur la réduction de ses émissions et donc de son impact sur la qualité de l'air et le climat. Le développement de nouvelles technologies et de carburants durables a entraîné une diminution significative des émissions de suies. En revanche, les émissions en termes de particules totales restent similaires. Cela semble être dû au fait que la réduction des émissions de suies a entraîné une augmentation de la formation de particules volatiles à partir des gaz de combustion, d'autres mécanismes entrent donc en jeu. Jusqu'à présent, la formation de ces particules volatiles était liée à la concentration de soufre dans le carburant. Mais des études récentes utilisant des carburants sans soufre ont montré que des particules volatiles continuent de se former. Aujourd'hui, le mécanisme de formation de ces particules est inconnu. Les principaux candidats pour expliquer ce phénomène sont les composés organiques émis par l'avion (les imbrûlés), l'acide nitrique formé par l'oxydation des NOx ou les émissions liées à l'huile de lubrification. Il faut ajouter également l'effet potentiel de la charge électrique de certains composés présents dans les émissions. Dans ce cadre, le travail de thèse proposé s'appuie sur l'expérience acquise dans d'autres projets tels que VOLCAN (DGAC), UNREAL (ANR), ALTERNATE (H2020). Il vise à déterminer les mécanismes de formation de particules volatiles autres que celles actuellement considérées qui sont liées au soufre. Parmi les paramètres étudiés, nous évaluerons l'influence de la nature de la composition chimique de surface des particules et de leur état de charge électrique (Kirkby et al. 2011).

Le brûleur CAST disponible dans notre laboratoire sera mis en œuvre pour étudier différents carburants durables. Ce dispositif permet de générer des suies représentatives sur certains aspects des suies aéronautiques produites par un turboréacteur. Il a été comparé à d'autres sources de combustion, depuis une chambre de combustion fonctionnant en conditions réelles jusqu'à un groupe auxiliaire de puissance. L'impact de la composition du carburant sur la taille ainsi que la concentration en nombre et en masse des suies produites est identique à celui observé pour les autres sources (Barrellon–Vernay et al. 2021). Les émissions produites par la combustion de ces biocarburants, c'est-à-dire les suies et les gaz, seront ensuite vieillies de manière contrôlée dans un réacteur d'oxydation à flux PAM (Potential Aerosol Mass Oxidation Flow Reactor) pour simuler les interactions avec l'atmosphère. Ce système permet de contrôler la température, l'humidité relative et la quantité de radicaux hydroxyles. Différentes techniques de mesure disponibles au laboratoire seront utilisées pour caractériser les émissions et l'effet de l'interaction avec l'atmosphère (Delhaye et al. 2017) et notamment la caractérisation de la concentration en nombre et de la distribution en taille des particules formées et le prélèvement d'échantillons pour la caractérisation chimique avec les techniques disponibles dans notre laboratoire telles que la chromatographie en phase gazeuse. De manière complémentaire, les techniques de caractérisation disponibles au laboratoire CINAM, comme la microscopie électronique en transmission, ou bien encore des analyses chimiques par dispersion des rayons-X (EDX) seront également utilisées. En plus des expérimentations en laboratoire, il est également prévu de réaliser des mesures lors des campagnes prévues dans différents projets, tel que PAREMPI (Horizon Europe) en collaboration avec la Finlande.

| **Collaborations envisagées** | |
|---|---|
| Centre Interdisciplinaire de Nanoscience de Marseille<br>Université d'Helsinki / Tampere (Finlande)<br>VTT (Finlande) | |
| **Laboratoire d'accueil à l'ONERA**<br>Département : Département Multi-Physique pour l'Energétique<br>Lieu (centre ONERA) : Palaiseau<br>**Contact** : David Delhaye / Ismael Ortega<br>Tél. : 0180386014/86015<br>Email : david.delhaye@onera.fr / ismael.ortega@onera.fr | **Directeur de thèse**<br>Nom : Daniel Ferry / Ismael Ortega<br>Laboratoire : Centre Interdisciplinaire de Nanoscience de Marseille / ONERA<br>Tél. : +33(0)6 60 30 28 25 / 01 80 38 60 15<br>Email : daniel.ferry@cnrs.fr / Ismael.ortega@onera.fr |

Pour plus d'informations : https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche