RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

OFFRE DE STAGE

Caractérisation des émissions de particules ultrafines (PUF, $PM_{0,1}$) issues de différentes sources de chauffage au bois

Nos réf. : Ineris - - ID 2877875

Date de publication : 25/11/2026
Lieu : Verneuil-en-Halatte (60) - accessible en transports en commun, à 40 mn au Nord de Paris
Type de contrat : stage
Contact : sergio.harb@ineris.fr - Tél. : 06 58 27 18 64 pour plus d'information
(Envoyer un CV, une lettre de motivation et si possible une lettre de recommandation pour postuler par courriel.)

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

La combustion du bois-énergie dans des appareils domestique ou des chaudières industrielles constitue une source importante d'émissions de particules atmosphériques. Si les émissions de particules fines, notamment les $PM_{2,5}$ (diamètre inférieur à 2,5 µm) et les PM_1 (diamètre inférieur à 1 µm), sont relativement bien documentées, celles des particules ultrafines (PUF, $PM_{0,1}$; diamètre inférieur à 0,1 µm) restent encore peu étudiées.

Les PUF suscitent un intérêt croissant en raison des risques sanitaires potentiels qui leur sont associés. En raison de leur très faible taille, elles peuvent pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire et atteindre la circulation sanguine. À ce jour, il n'existe pas de valeur limite réglementaire spécifique aux PUF en France et en Europe, que ce soit en matière de concentration dans l'air ambiant ou d'émissions à la source. Toutefois, depuis 2018, la réglementation française prévoit une surveillance spécifique et pérenne des polluants atmosphériques d'intérêt national, parmi lesquels figurent les PUF. Par ailleurs, la nouvelle directive européenne sur la qualité de l'air ambiant (directive 2024/2881) introduit une obligation de surveillance des PUF dans l'air ambiant pour les États membres.

Bien que leur contribution à la masse totale des particules émises soit généralement faible, les PUF peuvent représenter plus de 90 % du nombre total de particules émises par la combustion du bois-énergie. Plusieurs paramètres susceptibles d'influencer les émissions en nombre et les caractéristiques physicochimiques des particules méritent notamment d'être approfondis, tels que la nature et les caractéristiques du combustible utilisé, la technologie et la génération de l'appareil de combustion, les conditions de combustion, ainsi que la présence ou l'absence de systèmes de traitement des fumées et leur nature.

Dans ce contexte, ce stage vise principalement à caractériser les émissions en nombre des particules et notamment des PUF issues de différentes sources de chauffage au bois. L'étude portera à la fois sur des appareils domestiques anciens et récents (poêles à bûches et à granulés) et sur des chaudières biomasse de puissance comprise entre 1 et 20 MW, équipées de différents systèmes de traitement des fumées. En fonction de la disponibilité des données, une exploitation complémentaire de la composition chimique des PUF pourra être envisagée.

DEROULEMENT DU STAGE ET MISSIONS

Le stagiaire sera associé à un projet de recherche appliquée portant sur une problématique émergente de qualité de l'air, à l'interface entre combustion, métrologie des aérosols et réduction des émissions atmosphériques. Le stage comporte deux volets :

Premier volet : caractérisation des émissions des appareils domestiques (poêles à bûches et à granulés)

Ce premier volet portera sur l'exploitation et l'interprétation de données expérimentales déjà acquises lors de campagnes de mesures réalisées sur six poêles domestiques : quatre poêles à bûches (anciens et récents) et deux poêles à granulés récents. L'objectif sera de comparer les émissions en nombre de particules, et notamment de PUF, ainsi que leurs distributions granulométriques, afin d'évaluer l'influence de la génération et du type d'appareil, ainsi que des conditions de combustion.

Deuxième volet : caractérisation des émissions des chaudières biomasse (1 à 20 MW)

Ce second volet portera sur l'étude des émissions en nombre de particules, et notamment de PUF, issues de chaudières biomasse de puissance comprise entre 1 et 20 MW, équipées de différents systèmes de traitement des fumées. Le stagiaire pourra participer à certaines campagnes de mesures réalisées sur des installations en fonctionnement. Cette participation lui permettra de découvrir les méthodes de caractérisation des émissions à la source et de se familiariser avec les contraintes métrologiques associées aux mesures dans les fumées de combustion.

Le travail portera également sur l'exploitation et l'interprétation des données relatives aux émissions en nombre et aux distributions granulométriques des particules (ainsi que des gaz de combustion, voire de la composition chimique des PUF), afin de caractériser les émissions des chaudières et d'évaluer les performances des différents systèmes de traitement des fumées.

PROFIL

Étudiant(e) en Bac+ 5 : Master 2 à l'université ou en école d'ingénieur, avec une formation en lien avec l'un des domaines suivants :

- Sciences de l'environnement et qualité de l'air ;
- Physico-chimie de l'atmosphère ;
- Énergétique et combustion
- Mesures physiques/Chimie.

Expérience / Compétence

- Goût pour l'expérimentation et les mesures sur le terrain ;
- Connaissances en physico-chimie, en métrologie ou en instrumentation pour la mesure des particules ;
- Maîtrise des outils de traitement et d'analyse de données (Excel, R ou équivalent) ;
- Rigueur scientifique, autonomie et capacité d'analyse ;
- Bon niveau de français et d'anglais, à l'oral comme à l'écrit ;
- Aptitude au travail en équipe.

DIVERS

Durée : 5-6 mois

Début du stage : de préférence début 2027
Stage conventionné et indemnisé
Stage basé à Verneuil-en-Halatte (Oise), à 60 km au Nord de Paris, accessible en transports en commun (40 mn à partir de Paris Gare du Nord). Des navettes gratuites font les trajets matin et soir entre la gare de Creil et l'Ineris.
Restauration possible sur place (subventionnée)
Perspectives : en fonction de l'avancement du projet et des résultats obtenus, une possibilité de poursuite des travaux dans le cadre d'une thèse de doctorat pourra être envisagée.

Ce poste est ouvert aux personnes en situation de handicap.