RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

OFFRE DE STAGE

Caractérisation *in vitro* de particules ultrafines issues de chaudières biomasse de puissance entre 1 MW et 20 MW

Nos réf. : Ineris - ID 2877484

Date de publication : 19/11/2026
Lieu : Verneuil-en-Halatte (60) - accessible en transports en commun, à 40 min au Nord de Paris
Type de contrat : stage
Contact : Abd El Rahman EL MAIS, abd-el-rahman.el-mais@ineris.fr - Tél. : 03 44 55 62 01 pour plus d'information

La combustion de biomasse constitue une source importante d'émissions de particules (particulate matter, PM) dans l'air ambiant, influençant négativement la qualité de l'air, le climat et la santé humaine. La littérature scientifique montre que la majorité des études consacrées à ces émissions s'intéresse aux $PM_{2,5}$ et aux PM_{10}, tandis que les particules ultrafines (PUF, $PM_{0,1}$; diamètre ≤ 100 nm) restent relativement peu étudiées, notamment concernant leur composition chimique et leur potentiel d'activité biologique.

Les PM émises présentent une composition complexe de composés organiques et inorganiques, comprenant notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des HAP oxygénés et nitrés, ainsi que de nombreux autres produits issus de la combustion. La caractérisation de ces émissions repose traditionnellement sur des méthodes d'analyse chimique ciblant des contaminants spécifiques. Bien que ces méthodes offrent une excellente sensibilité, elles restent limitées à une liste prédéfinie de composés et ne permettent pas d'évaluer l'effet combiné des mélanges complexes ni la présence de contaminants bioactifs non ciblés. Les bioessais *in vitro* constituent ainsi une approche complémentaire permettant d'investiguer les effets potentiels de contaminants ciblés et non ciblés, à travers différents modes d'action biologiques, tout en intégrant l'effet de mélange.

Dans ce contexte, le présent stage portera sur les PUF émises par des chaudières biomasse de puissance comprise entre 1 et 20 MW, soumises à des exigences réglementaires en matière d'émissions atmosphériques. L'objectif sera de caractériser leur potentiel d'activité biologique à l'aide de bioessais *in vitro* ciblant deux mécanismes d'action : l'activation du récepteur des hydrocarbures aromatiques (AhR), impliqué notamment dans la réponse cellulaire aux xénobiotiques, et l'interaction avec la transthyrétine (TTR), une protéine de transport des hormones thyroïdiennes, permettant d'explorer le potentiel de perturbation de la signalisation endocrinienne.

Le stage s'articulera autour de trois missions principales :

1. Réaliser une synthèse de la littérature scientifique portant sur les émissions de PUF issues de chaudières biomasse et leurs caractéristiques physicochimiques.

2. Acquérir des compétences dans la mise en œuvre de l'approche expérimentale et bioanalytique, incluant l'extraction des filtres de PUF par la méthode QuEChERS, la réalisation de bioessais *in vitro* (AhR et TTR), ainsi que traitement et l'exploitation des données expérimentales.
3. Établir et comparer les profils d'activité biologique (AhR et TTR) des échantillons de PUF collectés sur différentes chaudières biomasse de puissance comprise entre 1 et 20 MW. Pour les échantillons présentant une activité, les résultats seront exploités à partir de courbes concentration-réponse et exprimés en équivalents bioanalytiques (BEQ), rapportés à la quantité de PUF collectée et/ou à l'énergie consommée.

Ce stage permettra de développer des compétences en caractérisation de contaminants environnementaux, préparation et extraction d'échantillons, bioessais *in vitro*, analyse de données et interprétation de réponses biologiques.

PROFIL

Bac +5 - Ce stage s'adresse à un(e) étudiant(e) en Master 2 ou en dernière année d'école d'ingénieur, spécialisé(e) en chimie analytique, chimie de l'environnement, écotoxicologie, toxicologie environnementale ou dans un domaine connexe.

Expérience / Compétence

- Intérêt marqué pour le travail expérimental, la recherche scientifique et les problématiques liées à la qualité de l'air et à la caractérisation des contaminants environnementaux.
- Bonnes connaissances en chimie analytique et/ou en écotoxicologie environnementale.
- La connaissance de logiciels tels que R, Python ou GraphPad Prism serait un plus.
- Autonomie, rigueur scientifique, esprit critique, capacité d'adaptation et aptitude au travail en équipe.
- Bonnes capacités de communication et de rédaction scientifique.

DIVERS

Durée : 6 mois à partir de janvier 2027.
Indemnité de stage : Environ 550 €/mois, avec prise en charge des frais de transport selon le barème en vigueur à l'INERIS.

Merci de transmettre un CV accompagné d'une lettre de motivation.

Ce poste est ouvert aux personnes en situation de handicap.