

Proposition sujet de stage niveau Master

Titre Développement, validation et application d'une méthode d'analyse des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans les matrices environnementales par l'approche « total oxidizable precursor assay » (TOP) et chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse

Unité d'accueil

LABoratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments (**LABERCA**), École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique (**ONIRIS**), 101 route de Gachet, Nantes, France.

Le Laboratoire d'étude des résidus et contaminants dans les aliments (LABERCA) est une Unité mixte de recherche de l'École nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation Nantes atlantique (Oniris VetAgroBio), dépendant du Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. Placé sous la tutelle de la Direction générale de l'enseignement et de la recherche (DGER) et de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE, département AlimH), il est par ailleurs le Laboratoire National de Référence (LNR) de la Direction générale de l'alimentation (DGAI) en ce qui concerne l'analyse de contaminants chimiques et résidus de promoteurs de croissance interdits dans les denrées alimentaires. Du point de vue scientifique, le domaine d'activité général du laboratoire est celui de la caractérisation de l'exposition de l'homme aux dangers chimiques, dans une démarche globale d'appréciation du risque depuis l'agrofourniture jusqu'à l'homme et sa descendance. Le LABERCA s'attache en effet à générer des données et des connaissances relatives aux sources, transfert et métabolisme des composés étudiés, afin de caractériser à la fois l'exposition (occurrence dans les denrées) et l'imprégnation (occurrence dans les fluides et tissus biologiques) des consommateurs vis-à-vis de ces polluants chimiques. Du point de vue analytique, les trois principaux domaines de compétence et de reconnaissance du LABERCA sont (i) le traitement des échantillons biologiques complexes en vue de l'isolement des substances étudiées présentes au sein de ces matrices à l'état de trace, (ii) la mesure fine de ces composés par diverses techniques et couplages basés sur la spectrométrie de masse et (iii) le traitement post-acquisition de données massives par scripts bio-informatiques en vue de leur interprétation. La reconnaissance de ce savoir dans le domaine de l'analyse de polluants chimiques par des méthodes spécifiques de confirmation est aujourd'hui attestée par les nombreux projets de recherche auxquels celui-ci participe au plan national (DGAI, Anses, INRAE) et international (dont UE avec les programmes H2020 et Horizon Europe). Le parc instrumental du laboratoire constitue l'un des plus remarquables en Europe dans le domaine de la spectrométrie de masse. Celui-ci regroupe ainsi des couplages de type GC-MS (Q), GC-MS/MS (QqQ), GC-C-IRMS, GC×GC-TOFMS, GC-HRMS (secteur électromagnétique, Orbitrap), LC-MS/MS (QqQ), LC-HRMS (Orbitrap) et LC-IMS-QTOF. L'ensemble des activités du laboratoire est conduit sous un système de management de la qualité associant une accréditation selon le référentiel ISO 17025 (portée flexible de niveau 3) et une certification selon le référentiel ISO 9001:2015 pour la conception, conduite et valorisation de projets de recherche.

Contexte

Le LABERCA œuvre depuis sa création dans le domaine de la sécurité chimique des aliments. Il s'intéresse par conséquent aux principales familles de polluants chimiques depuis leurs sources, leur présence et leur devenir le long de la chaîne alimentaire, jusqu'à l'imprégnation de l'homme et sa descendance. Par son statut de LNR pour un certain nombre de substances de type résidus de substances hormonales ou contaminants environnementaux, le LABERCA mène donc un ensemble de projets de recherche orientés tant sur le plan méthodologique que sur le plan fondamental. Parmi les familles de substances chimiques d'intérêt, les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) font l'objet d'une attention particulière.

Les PFAS représentent plusieurs milliers de molécules anthropiques qui ont été massivement produites depuis les années 1950. Ces molécules, hautement fluorées sont très stables chimiquement et thermiquement. La recherche du début des années 2000 a mis en avant le caractère très persistants et toxiques de ces contaminants ainsi qu'un risque pour les populations qui sont majoritairement exposées *via* l'alimentation. Parmi les milliers de PFAS existants, seule une poignée d'entre eux sont réglementés en terme d'usage et de production.

L'analyse des PFAS se fait traditionnellement par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS). Cette méthode d'analyse est sensible et sélective. Elle a cependant le défaut de ne pouvoir quantifier qu'un nombre limité de composés puisqu'il est nécessaire d'avoir des solutions standards commerciales afin de valider la bonne présence de la molécule ciblée. L'absence de solutions commerciales rend difficile l'évaluation de la présence globale de l'ensemble des PFAS dans les matrices complexes. Des solutions alternatives basées sur des approches dites indiciaires ont été développées. C'est le cas notamment de l'approche TOP qui se base sur un processus d'oxydation des PFAS pour générer des produits quantifiables par analyse ciblée (Houtz and Sedlak, 2012). Cette approche indirecte permet d'estimer le pool de PFAS qui n'est pas quantifié par les méthodes traditionnelles. De plus, en étudiant les profils d'oxydation de certains standards, il est possible d'estimer la structure des précurseurs non identifiés. Un précédent stage réalisé en 2025 a permis de lever certains verrous liés à la mise en place de la méthode notamment sur les matrices aqueuses.

L'objectif principal de ce stage sera donc de finaliser le développement et la validation de la méthode TOP en vue de son application sur des matrices environnementales (eau de surface, sédiments, poissons). Une importance particulière sera accordée à la mise en place de procédures pour la maîtrise des points critiques de la méthode.

Objectifs

- Réaliser une revue de la bibliographie sur la méthode TOP
- Finaliser la mise en place de la méthode sur matrices aqueuses avec une gestion des points critiques
- Développer l'approche TOP pour les matrices solides
- Valider les méthodes par l'évaluation des profils d'oxydation de précurseurs connus selon les protocoles retenus
- Appliquer la méthode sur des échantillons environnementaux réels contaminés en PFAS dans le cadre d'un projet de recherche

Compétences requises

Etudiant en Master de chimie ou de chimie analytique. Des connaissances en préparation d'échantillons, en chromatographie liquide et en spectrométrie de masse sont attendues. Des notions sur les méthodes de quantification par spectrométrie de masse seraient appréciées. L'étudiant devra avoir un esprit de curiosité et une rigueur pour travailler en laboratoire sur de l'analyse de composés à l'état de trace particulièrement sensibles en termes de contamination des blancs de laboratoire.

Gratification de stage

Selon barème en vigueur.

Durée

Quatre à six mois, entre janvier et août 2026.

Contacts

Candidatures à adresser sous forme d'un dossier pdf unique contenant *a minima* une lettre de motivation et un CV à

- Dr Nicolas Macorps, post-doctorant UMR LABERCA nicolas.macorps@oniris-nantes.fr
- Dr Gaud Dervilly, directrice adj. UMR gaud.dervilly@oniris-nantes.fr

Références :

Houtz, E.F., Sedlak, D.L., 2012. Oxidative Conversion as a Means of Detecting Precursors to Perfluoroalkyl Acids in Urban Runoff. Environmental Science & Technology 46, 9342–9349.