

## Proposition de thèse CIFRE

**Titre : Développement durable et transition énergétique : piles à combustible à hydrogène**

**Mots clés : mobilité durable, chimie analytique, polymères, matériaux, pile à combustible à hydrogène**

### Description

Pour répondre à l'urgence climatique, l'électrification des véhicules est croissante. En complément des véhicules entièrement électriques, une stratégie consiste à développer des véhicules électriques intégrant des piles à combustible alimentées par de l'hydrogène embarqué dans le véhicule. Une pile à combustible est composée d'un assemblage de cellules électrochimiques, appelé stack, qui à partir d'hydrogène et de l'oxygène de l'air, fournit de l'électricité. Pour fonctionner, le stack a besoin d'auxiliaires, dont un système d'alimentation en air, en hydrogène et un système de refroidissement.

Le système de refroidissement de ces piles est constitué de différents organes métalliques, thermoplastiques et élastomères. Le fluide caloporteur circulant dans le circuit de refroidissement est un liquide constitué d'eau ultra pure, de glycol de haute pureté et de divers additifs présentant la particularité de ne pas augmenter la conductivité électrique. Pour assurer le bon fonctionnement de la pile à combustible, il est primordial que le fluide de refroidissement ne soit pas contaminé par des éléments extérieurs tels que des oligomères ou des additifs de formulation habituellement utilisés dans les thermoplastiques et les élastomères. Ils pourraient en effet augmenter la conductivité électrique du fluide ou contaminer les organes de la pile à combustible, ce qui nuirait au rendement de la pile ainsi qu'à sa durabilité. L'empoisonnement du stack peut également provenir d'une pollution en provenance du circuit d'air ou d'hydrogène si le matériau des conduits relargue des composés.

Le travail de recherche consistera donc à **développer des méthodes d'extraction, de séparation et de détection** pertinentes à cette problématique **pour identifier et quantifier les contaminants soit présents dans le fluide de refroidissement soit pouvant être relargués par les conduits où circulent les différents fluides (refroidissement, air ou hydrogène).**

Ensuite, dans une deuxième phase, il s'agira d'étudier les effets potentiels de ces composés sur les piles à combustible à hydrogène. Ce projet repose sur une **collaboration** entre le **Laboratoire de Sciences Analytiques, Bioanalytiques et Miniaturisation de l'ESPCI** et la **société Renault**.

## Techniques/méthodes utilisées

Les **échantillons** seront de différentes natures : **liquide** (fluide de refroidissement), **solide** (organes métalliques, thermoplastiques et élastomères) et **gazeux** (circuit d'air ou d'hydrogène). Les **composés ciblés** pourront être **volatils ou non volatils, organiques ou inorganiques** (métaux). Il s'agira donc de mettre en œuvre **plusieurs techniques d'extraction** : extraction liquide par ultra-sons en bain thermorégulé, extraction en espace de tête statique ou dynamique sur un adsorbant solide, SPME. Il s'agira d'optimiser également les paramètres de chacune de ces techniques.

Ensuite, en fonction de la nature des extraits et des composés ciblés, des techniques de séparation en **chromatographie en phase liquide (LC)** ou phase **gazeuse** mono- ou bidimensionnelle (**GC** ou **GCxGC**) seront mises en œuvre, couplées à de la **spectrométrie de masse**. Afin de pouvoir identifier les composés, des analyseurs de **haute résolution** tels que des temps de vol (**Tof, QTof**) ou **Orbitrap** seront privilégiés. Enfin, pour les éléments métalliques, un **ICP-MS** sera utilisé.

## Durée et période de la thèse

36 mois, automne 2024-automne 2027

## Lieu de la thèse

- Laboratoire de Sciences Analytiques, Bioanalytiques et Miniaturisation (LSABM), UMR Chimie, Biologie et Innovation (CBI) 8231 ESPCI Paris PSL – CNRS, ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75005 Paris
- Technocentre Renault, 1 Avenue du Golf, 78084 Guyancourt

## Profil recherché

**Diplômé(e) d'une école d'ingénieur** ou d'un **Master**, ayant des connaissances en **chimie analytique**, et plus particulièrement en sciences séparatives et spectrométrie de masse, en **matériaux** et en **polymères** motivé(e) par la recherche dans un environnement académique et industriel.

## Contact

Nathalie Delaunay (chercheure CNRS) et Jérôme Vial (Professeur ESPCI)

[nathalie.delaunay@espci.fr](mailto:nathalie.delaunay@espci.fr)

[jerome.vial@espci.fr](mailto:jerome.vial@espci.fr)