

# Offre de thèse

## Production hydrogène à grande échelle : Développement de nouveaux matériaux polymères pour électrolyseur alcalin.

- Date : septembre 2023 – août 2026 (possibilité de décalage)
- Financement : Contrat recherche avec partenaires académiques et industriels
- Thème scientifique (domaine disciplinaire) : Chimie des matériaux polymères
- Laboratoire d'accueil : Laboratoire de Physicochimie des Polymères et Interfaces (LPPI – CY Cergy Paris Université)
- Formation recherchée : Master 2 et/ou Ingénieur en Matériaux Polymères.
- Compétences recherchées : Connaissances générales et expérimentales des méthodes de synthèse organique, de polymérisation et de caractérisations physico-chimiques des matériaux polymères. Des connaissances en électrochimie serait un plus.
- Compétences annexes : Esprit de synthèse, travail en équipe, autonomie, bonne communication orale et écrite en Français et en Anglais.
- Mot clé : polymères conducteurs ioniques, électrolyseur, électrolyse de l'eau, hydrogène.

### Résumé du sujet proposé :

Les besoins énergétiques actuels nécessitent de trouver une alternative aux énergies fossiles polluantes. Par ailleurs, l'usage de l'hydrogène apparaît de plus en plus comme l'une des solutions pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> pour atteindre les objectifs de la transition énergétique. La technique la plus prometteuse pour produire sans hydrocarbures ce précieux combustible est l'électrolyse de l'eau. Elle consiste à produire et séparer les gaz H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> à partir d'eau en utilisant une cellule d'électrolyse. Malheureusement, cette électrolyse est une opération énergivore en raison de ses limitations thermodynamiques et cinétiques. Ainsi, l'efficacité énergétique d'un tel système reste un facteur déterminant pour l'avenir de cette technologie. Parmi les systèmes d'électrolyseurs actuels, l'électrolyseur à membrane échangeuse d'anions (AEMWE) est le plus avantageux en termes de coût. Toutefois, certains verrous restent à lever avant d'envisager leur développement industriel, notamment la stabilité des membranes et des ionomères utilisés. Ces deux composants polymériques sont essentiels car d'une part, la membrane assure à la fois la séparation de H<sub>2</sub> et de O<sub>2</sub> et le transfert sélectif des ions entre les deux compartiments d'électrolyse, et, d'autre part, les ionomères sont des liants pour les matériaux d'électrodes (ils ont pour rôle d'assurer la conductivité ionique au sein des couches catalytiques). Aujourd'hui, l'amélioration des performances des électrolyseurs nécessite d'identifier et de développer des membranes / ionomères plus stables dans les conditions de fonctionnement.

Ce sujet de thèse est inscrit dans un projet collaboratif regroupant 5 partenaires académiques et 2 partenaires industriels (<https://www.pepr-hydrogene.fr/projets/daemonhyc/>) et ayant pour ambition de permettre le développement à grande échelle de l'électrolyse de l'eau en développant la technologie à membrane anionique sans métaux nobles pour permettre la production d'hydrogène. Dans ce cadre, le LPPI a pour objectif de développer de nouveaux polyélectrolytes qui puissent être utilisés, à la fois, dans la composition de la membrane et comme ionomère. Les membranes résultantes devront présenter une conductivité et une sélectivité ionique élevées, une excellente stabilité thermique et mécanique, une faible

perméabilité aux gaz (H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>). Enfin, les ionomères devront aussi être compatibles avec les matériaux électrodes utilisés. Pour atteindre cet objectif, la démarche proposée est de réaliser :

- Un état de l'art pour identifier les paramètres clés pour la conception des matériaux
- La synthèse et le développement de nouvelles structures polyélectrolytes anioniques
- L'élaboration de membranes anioniques à partir des nouveaux polyélectrolytes et/ou en modifiant des séparateurs commerciaux par ces polyélectrolytes
- L'intégration des polyélectrolytes dans la formulation des couches catalytiques.

L'ensemble des caractéristiques (physico-chimiques, mécaniques, électrochimiques, stabilité chimique en milieu alcalin) des membranes/ionomères seront évaluées.

### **Présentation labo d'accueil**

Le Laboratoire de Physicochimie des Polymères et Interfaces (<https://lppi.cyu.fr/>) regroupe des enseignants-chercheurs de divers profils (polyméristes, électrochimistes, chimistes inorganiciens, physiciens des surfaces et interfaces). Leurs compétences lui permettent de proposer des solutions innovantes, voire des ruptures technologiques, sur des problématiques académiques ou industrielles nécessitant des nouveaux matériaux structurels, fonctionnels ou stimulables. Cette démarche est principalement appliquée aux problématiques de stockage et transformation de l'énergie, aux matériaux « stimulables », aux biomatériaux pour la santé ainsi qu'aux problématiques de la préservation et la restauration du patrimoine matériel culturel.

### **Profil du candidat**

Titulaire d'un master 2 ou d'un diplôme d'ingénieur avec une solide formation dans le domaine de la chimie des polymères, le (la) candidat(e) devra posséder de bonnes bases en synthèse de polymères et techniques de caractérisation des matériaux, ainsi qu'un goût prononcé pour l'expérimentation. Des connaissances en électrochimie seraient un plus.

**Personnes à contacter et/ou pour candidater** : Envoyer CV + Lettre de motivation + Relevés de notes du Master 1 et 2.

o Linda Chikh : [linda.chikh@cyu.fr](mailto:linda.chikh@cyu.fr)

o Thi Khanh Ly Nguyen : [thi-khanh-ly.nguyen@cyu.fr](mailto:thi-khanh-ly.nguyen@cyu.fr)