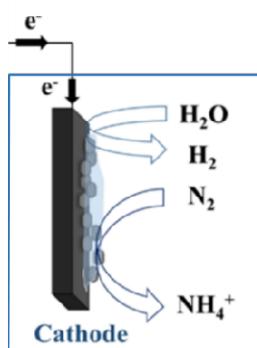


# Elaboration de cathode moléculaire pour la production d'hydrogène : Intégration au sein d'un système hybride biologique inorganique pour la fixation de l'azote

## Contexte

L'ammoniaque est un produit chimique crucial notamment dans l'agriculture où il est utilisé comme fertilisant. Actuellement, sa production industrielle par la réduction de l'azote atmosphérique repose sur le procédé Haber-Bosch, qui consomme à lui seul plus de 1% de la production globale d'énergie et est responsable d'environ 2% des émissions globales de dioxyde de carbone. Il est donc nécessaire de développer des alternatives renouvelables pour la fixation de l'azote. Ce projet de thèse s'intègre au sein du projet collaboratif CATHOMIX financé par l'Agence Nationale de la Recherche, qui propose de développer des biofilms mixtes pour la fixation électrochimique de l'azote, c'est à dire la réduction bioélectrochimique de l'azote en ammoniaque.

## Description du projet de thèse



L'objectif de ce travail de thèse est l'élaboration de cathodes hybride biologique inorganique (HBI) pour la fixation de  $N_2$ . Elles sont composées d'un catalyseur inorganique pour la réduction de l'eau en hydrogène utilisable ensuite comme réducteur par un biofilm microbien pour la fixation électrochimique efficace de l'azote. Dans le cadre de ce projet, le travail de thèse portera dans un premier temps sur la réalisation et la caractérisation de cathode efficace pour la production d' $H_2$ . Le carbone étant le matériau d'électrode le plus utilisé pour cultiver les biofilms, il sera en conséquent utilisé pour l'élaboration de ces cathodes. Différentes approches pour immobiliser des catalyseurs biomimétiques inorganiques

sur des électrodes de carbone seront étudiées. Les cathodes (HBI) pour la fixation de  $N_2$  seront ensuite fabriquées via la colonisation des cathodes par un biofilm. Une attention particulière sera portée sur la biocompatibilité des électrodes avec les biofilms. Pour caractériser la structure et les performances de la cathode avant et après développement du biofilm, nous utiliserons des méthodes électrochimiques (voltammétrie et électrolyse) couplées à d'autres méthodes de caractérisation in-situ comme la spectroscopie (UV-visible, Raman et IR) et la microbalance à quartz.

## Contexte de travail

Ce projet collaboratif de recherche implique trois laboratoires, l'INRAE de Narbonne, l'ISCR de Rennes et le CEMCA de Brest. Le(a) doctorant(e) développera ses travaux principalement à CEMCA, mais il(elle) sera amené(e) à effectuer des missions ponctuelles au sein des laboratoires partenaires.

## Profil du candidat

Le sujet de thèse est à l'interface entre la chimie inorganique, la fonctionnalisation de surface, la biologie et la catalyse. Nous recherchons un candidat motivé, titulaire d'une maîtrise ou d'un diplôme équivalent en sciences chimiques, physiques ou biologiques (chimie, biochimie, chimie

physique, chimie analytique et génie chimique). Des connaissances en synthèse inorganique, électrochimie, modification de surface ou biofilms seraient très appréciées. Le dossier de candidature complet doit être envoyé en un seul fichier pdf (CV détaillé, lettre de motivation d'une page, notes universitaires et coordonnées des précédents directeurs de stages).

### **Références**

[1] The ins and outs of microbial-electrode electron transfer reactions. A. Kumar, H.-H. Hsu, P. Kavanagh, F. Barrière, P. N. L. Lens, L. Lapinsonnière, J. H. Lienhard, U. Schröder, X. Jiang & D. Leech. *Nature Reviews Chemistry* 2017, 1, 0024.

[2] Ambient nitrogen reduction cycle using a hybrid inorganic–biological system. C. Liu, K. K. Sakimoto, B. E. Colon, P. A. Silver & D. G. Nocera. *PNAS* 2017, 114, 6450.

[3] A super-efficient cobalt catalyst for electrochemical hydrogen production from neutral water with 80 mV overpotential. L. Chen M. Wang, K. Han, P. Zhang, F. Gloaguen L. Sun. *Energy & Environmental Science* 2014, 7,329.

[4] Electro-fermentation: how to drive fermentation using electrochemical systems. R. Moscoviz, J. Toledo-Alarcon, E. Trably & N. Bernet. *Trends in Biotechnology* 2016, 34, 856-865.

### **Contacts**

Frédérique Gloaguen ([fgloague@univ-brest.fr](mailto:fgloague@univ-brest.fr))

Noémie Lalaoui ([noemie.lalaoui@univ-brest.fr](mailto:noemie.lalaoui@univ-brest.fr))