



Stage au Laboratoire de Génie Chimique (LGC) à Toulouse

4 à 6 mois – démarrage au 1^{er} octobre 2021 (à discuter)

Sujet : Catalyse hybride métal-microorganismes de l'hydrogénation du CO₂

Ce sujet fait actuellement l'objet d'un soutien financier du CNRS

Mots clefs : Valorisation du CO₂, Gas fermentation ; Hydrogénation microbienne du CO₂ ; Catalyse métal microorganismes ; Microfluidique ; Analyse méta génomique

Laboratoires d'accueil : Laboratoire de Génie Chimique - Département BIOSYM (Site de Labège : Campus INP-ENSIACET) – Equipe Ingénierie des biofilms - 4 allée Emile Monso 31030 Toulouse

Contexte et enjeux scientifiques: Le LGC a mis en évidence et breveté le concept de catalyse hybride [Métal-Microorganismes] d'hydrogénation du CO₂ en molécules plateformes ou en biocarburants. D'un point de vue phénoménologique, la synergie catalytique est évidente entre les microorganismes et le métal puisque les cinétiques d'hydrogénation microbienne du CO₂ augmentent de 70% à 265% en présence du métal. Le métal seul, lui, n'a pas d'effet catalytique détectable dans les mêmes conditions « douces » (30°C, pression atm.) de mise en œuvre. L'enjeu du stage proposé est de comprendre, d'un point de vue mécanistique, comment opère cette coopération catalytique entre les microorganismes fermentaires et différentes formes, solubles ou solides, du métal. L'approche scientifique repose d'abord sur une compréhension claire du comportement et de la physico-chimie du métal dans le milieu de fermentation microbienne, puis sur une investigation multi échelle des interactions entre les différentes formes du métal et les cellules microbiennes qui constituent le biocatalyseur d'hydrogénation du CO₂.

Objectifs généraux du stage :

L'objectif principal du stage est d'élucider le rôle du fer dans le mécanisme de catalyse hybride de l'hydrogénation du CO₂. La compréhension de son intervention dans le ou les mécanisme(s) catalytique(s) et/ou de son interaction avec les microorganismes est essentielle pour trouver les voies permettant d'exacerber la coopération catalytique. Sa participation sous forme soluble ou solide, son état d'oxydation optimal, sont par exemple des informations essentielles qui dicteront les conditions de mise en œuvre et d'extrapolation de la catalyse.

Nous voulons également dans le cadre du stage **déterminer si la catalyse hybride est propre au fer, ou bien si elle est générique aux métaux, ou plus largement aux matériaux conducteurs.** L'accent sera alors porté sur le nickel comme autre métal investigué car c'est un catalyseur bien caractérisé des réactions d'hydrogénation, de l'oxydation de H₂, et parce qu'il entre en outre dans la composition chimique des centres [Ni-Fe] de certaines hydrogénases bactériennes. Le graphite sera quant à lui exploité comme matériau conducteur en raison de sa biocompatibilité et de sa capacité déjà démontrée à véhiculer des électrons entre cellules microbiennes.

Deux échelles d'étude seront menées en parallèle. Une première, macroscopique, sera conduite en réalisant des fermentations microbiennes standardisées dans des bioréacteurs macroscopiques (de plusieurs centaines de mL) à partir de H₂ et de CO₂ (sous la forme HCO₃⁻) comme unique substrats et en concentrations maîtrisées. Une autre approche, microscopique celle-ci, totalement innovante, consistera à explorer à l'échelle micrométrique la complexité des interactions matériaux – microorganismes et l'organisation structurale des catalyseurs hybrides dans des réacteurs microfluidiques transparent.

Profil du candidat :

Le sujet de stage proposé est à la frontière entre plusieurs disciplines : procédés, génie microbien, physico-chimie et chimie analytique. Dans tous les cas, le candidat, curieux, devra avoir un fort attrait pour la multidisciplinarité et les travaux expérimentaux. Ouverture d'esprit, rigueur, esprit de synthèse sont d'autres qualités recherchées. La motivation du candidat fera, sans aucun doute, la différence.

Contacts : Les dossiers de candidature (CV + lettre de motivation, relevés de notes) doivent être envoyées à Benjamin Erable (CR CRNS) : benjamin.erable@ensiacet.fr Tél/ 05 34 32 36 23