

OFFRE STAGE – Recherche appliquée – Ingénierie de procédés biologiques

Mesure des activités hydrogénotrophes dans les procédés de fermentation gazeuse : développement d'un test hydrogénométrique.

Contexte :

Un intérêt croissant des communautés scientifique et industrielle porte sur la valorisation des effluents gazeux. Cela pourrait non seulement améliorer le bilan carbone de nombreux procédés, mais également permettre de valoriser certains déchets complexes via une étape de gazéification. Des procédés biologiques pour la conversion de gaz carbonés se développent, avec notamment des installations industrielles de méthanation biologique déjà opérationnelles. D'autres procédés moins matures visent la production de précurseurs de biocarburants, tels que des acides organiques à courte et moyenne chaîne, ainsi que des alcools.

Des questionnements et des verrous constituent encore un frein au développement massif de la méthanation biologique ainsi qu'au développement de la fermentation gazeuse pour la valorisation du CO₂ ou du syngaz.

La caractérisation des activités biologiques est cruciale pour comprendre et optimiser les bioprocédés. Dans les procédés de fermentation gazeuse ou de méthanation biologique, le CO₂ est valorisé via un apport de dihydrogène, utilisé comme agent réducteur du CO₂ par les microorganismes. La solubilité de l'hydrogène étant faible, il est souvent considéré comme le substrat limitant de la réaction. Mais de légères variations de certains paramètres tels que la pression, la température ou l'activité biologique peuvent faire varier momentanément et localement la concentration en hydrogène dissous et modifier fortement la pression de sélection appliquée sur le consortium microbien. En effet, dans ce type de système, la compétition microbienne pour H₂ est forte, et c'est le facteur principal déterminant la sélection microbienne (Laguillaumie et al., 2023; Fu et al., 2019; Weijma et al., 2002).

A ce jour, le suivi des substrats gazeux pendant les fermentations est essentiellement réalisé par la mesure de la composition de la phase gazeuse par chromatographie, et la mesure de pression. Cependant, l'information générée par ce type de mesures est souvent insuffisante pour comprendre les dynamiques microbiologiques au sein du consortium. En effet, il est difficile d'évaluer la concentration en gaz dissous dans les réacteurs par cette méthode. De nombreux paramètres influencent les concentrations en gaz dissous, tels que la pression, la température, la concentration en biomasse active, et le taux de transfert. Ainsi, une composition stable de la phase gazeuse ne suffit pas toujours à maintenir une concentration stable en gaz dissous.

La connaissance de la concentration en H₂ dissous est donc cruciale pour la compréhension et le contrôle des procédés de fermentation gazeuse, notamment ceux mettant en jeu des consortiums microbiens, puisque des microorganismes différents peuvent être favorisés en fonction de la disponibilité en hydrogène soluble.

A ce jour, peu de méthodes fiables existent pour accéder à cette donnée. Des capteurs sont développés et commercialisés. Bien qu'ils soient encore peu robustes et à durée de vie limitée, il nous semble intéressant de tester leur utilisation.

Sujet et objectif du stage :

Le stage consiste à valider la méthode en cours de développement au laboratoire pour la mesure d'activité hydrogénotrophe. Pour cela, le stagiaire sera en charge de mener des tests d'activité en bouteilles, comme habituellement fait, et en parallèle avec le nouveau dispositif. Les deux méthodes seront comparées afin de valider ou non l'intérêt de la nouvelle méthode. La fiabilité et la durabilité de la sonde à H₂ dissous seront aussi évaluées.

Travaux à réaliser :

- Mise en place et suivi de bioréacteurs avec l'aide de l'encadrante du stage
- Réalisation d'analyses (chromatographie, dosages physico-chimiques)
- Exploitation des résultats expérimentaux et restitution sous forme de rapports et de présentations orales
- Réalisation et suivi d'un cahier de laboratoire
- Participation à la vie collective et à l'entretien du laboratoire

Compétences développées pendant le stage :

- Démarche de recherche scientifique
- Suivi de cinétiques microbiennes en bioréacteurs
- Chimie analytique
- Métabolisme et croissance microbienne

Profil recherché : M2/ingénieur.e Génie des bioprocédés – Génie microbiologique

Des compétences en génie des procédés, notamment la réalisation de bilans de matière sont attendues. Une bonne connaissance théorique de la conduite de réacteurs biologiques serait appréciée.

Curiosité et motivation pour réaliser des travaux de recherche

Rigueur et capacité à s'organiser en autonomie

Environnement de travail :

Le stage s'effectuera au sein de l'équipe de recherche SYMBIOSE (EAD9) au sein du laboratoire TBI sur le campus de l'INSA-Toulouse. Il sera encadré et dirigé par Léa Laguillaumie (chargée de recherche INRAE).

Durée du stage : 6 mois entre janvier et septembre 2026

Gratification : Ce stage sera rémunéré par une gratification lissée par mois d'environ 620 euros (cette valeur est informative, le plafond horaire de 2026 n'étant pas encore connu).

Intéressé.e ? Envoyez CV+ Lettre de motivation à laguilla@insa-toulouse.fr