

Etude d'un réacteur à enzyme immobilisée pour la capture et le stockage chimique du CO₂

Encadrement : S. Alfenore, S. Mathé et M. A. Fernández, enseignants chercheurs à l'INSA Toulouse-TBI

Sujet : La capture du CO₂ est un enjeu environnemental majeur qui se décline aujourd'hui en enjeux politiques et socio-économiques, technologiques et industriels. La carboxylation, ou fixation du CO₂ par une molécule organique, est la base de la photosynthèse, réalisée naturellement principalement par les plantes. L'objectif de ce projet est de mimétiser la réaction de carboxylation qui a lieu lors de la photosynthèse, en l'intensifiant, dans un réacteur à enzyme immobilisée.

L'étude proposée vise à :

1- Caractériser l'activité enzymatique de l'enzyme disponible. Le protocole de mesure de l'activité enzymatique est déjà maîtrisé par l'équipe. Il sera d'abord appliqué sur l'enzyme en solution. Les résultats obtenus serviront de référence de travail, tant pour la validation des procédés d'immobilisation que, plus généralement, pour le fonctionnement du réacteur.

2 - Après une étude bibliographique approfondie, les procédés d'immobilisation de l'enzyme à tester seront sélectionnés. L'utilisation des polymères reste parmi les plus fréquents, mais l'utilisation des supports où l'enzyme est fixée par affinité ou interactions électrostatiques seront aussi envisagés. Une attention particulière sera portée à l'identification des sites catalytiques de l'enzyme, pour assurer leur disponibilité après immobilisation. La stabilité de l'enzyme immobilisée sera aussi un critère important pour le choix de la méthode. Pour les méthodes d'immobilisation validés, l'influence des conditions opératoires dans le réacteur (température, débit liquide, ...) sera étudiée, car le relargage de l'enzyme constitue une des premières raisons de perte d'efficacité de ce type de réacteur. Suite à cette première étude, un ou deux procédés d'immobilisation seront définitivement sélectionnés.

3- Enfin, la réaction de carboxylation sera mise en œuvre dans un réacteur instrumenté en utilisant l'enzyme immobilisée. La réaction étant triphasique, les conditions hydrodynamiques dans le réacteur devront être optimisées afin de minimiser les limitations par le transfert du CO₂. Une fois le transfert caractérisé, le suivi de la concentration de CO₂ et des produits de la réaction permettra d'établir, et de caractériser, l'activité de l'enzyme en conditions de fonctionnement. Le modèle de Michaelis-Menten sera utilisé, afin de comparer les résultats obtenus avec ceux issus de la littérature.

Profil :

- Compétences / connaissances souhaitées : de bases en génie des procédés, chimie ou biochimie seront fortement appréciées. Une certaine aisance dans le travail expérimental sera aussi appréciée.
- Date de commencement : février 2023
- Lieu de stage : Toulouse Biotechnology Institute (TBI), équipe EAD10, INSA Toulouse, Toulouse
- Durée du stage : 6 mois
- Gratification : indemnités légales
- Date limite de candidature : 10 décembre 2025 ; Communication des résultats : 18 décembre 2025

Contacts : Maria A Fernández (mafernan@insa-toulouse.fr), Sandrine Alfenore (alfenore@insa-toulouse.fr), Stéphane Mathé (mathes@insa-toulouse.fr).

Pour candidater : Envoyer CV et lettre de motivation aux contacts indiqués.

