

OFFRE DE THESE

Etude d'un procédé millifluidique innovant pour la récupération intensifiée d'un acide biosourcé

Contexte de l'offre :

L'acide 3-hydroxypropionique (3-HP) est une molécule entrant dans la synthèse de nombreux dérivés chimiques (acides et polymères). Il est notamment un intermédiaire-clé dans la production d'acide acrylique, et de ses polymères dérivés. Actuellement produit par voie pétrosourcée, la recherche d'une alternative biosourcée est aujourd'hui un enjeu majeur : selon le Department of Energy (DoE), l'acide 3-HP est en effet l'une des 10 molécules plateformes à produire urgemment à partir de biomasse.

Des efforts de recherche, notamment dans l'UMR SayFood, sont donc menés pour produire cette molécule en bioréacteur, et la récupérer par le biais d'un procédé de séparation¹. Le procédé actuel de séparation servant à la récupération de l'acide est un contacteur membranaire. L'objectif de cette thèse est d'étudier de manière approfondie une alternative à cette technologie : un procédé continu intensifié à l'échelle milli/microfluidique. Une preuve de concept a déjà été menée sur l'acide lactique (isomère de position de l'acide 3-HP) par une équipe de recherche colombienne^{2, 3, 4} (Figure 1).

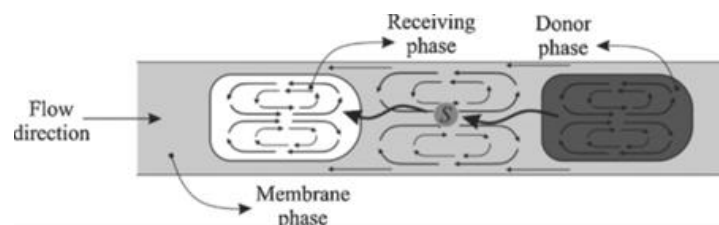


Figure 1 : principe de l'extraction de l'acide lactique en millifluidique

La phase donneuse contient l'acide à extraire. Elle est dispersée dans une phase organique continue (membrane phase), qui inclut un agent d'extraction (amine). La molécule extraite va ensuite être récupérée par une phase receveuse. Les vortex de Taylor, structures hydrodynamiques particulières typiquement rencontrées en écoulement fluide/fluide confiné, permettent d'assurer le transfert de l'acide complexé de la phase donneuse à la phase réceptrice, ainsi que le renouvellement de matière à l'intérieur des gouttelettes.

Objectifs de la thèse :

La thèse proposée s'inscrit dans le cadre du projet ANR JCJC IMPRINTS (financement Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs de l'Agence Nationale de la Recherche), et en constitue la pierre angulaire. Les objectifs de cette thèse sont les suivants :

- Etudier mécanistiquement en **microfluidique** la cinétique d'extraction de l'acide 3-HP, en milieu multiconstituant typique d'un moût de fermentation ;
- Développer un procédé de séparation triphasique **millifluidique** et l'étudier de manière exhaustive ;

- **Modéliser** les performances de transfert en micro/millifluidique par analyse dimensionnelle, et modéliser l'écoulement biphasique par CFD en vue de design et d'optimisation de la géométrie.

Afin d'effectuer ces tâches, la personne retenue pourra compter sur le soutien d'un encadrement scientifique pluridisciplinaire, réparti dans les équipes et ModiC et ProBioSSep de l'UMR SayFood, ainsi que des compétences techniques de la halle technologique de l'UMR SayFood. Le prototypage pourra par ailleurs aussi se faire dans le fab-lab de l'Ecole Polytechnique. Des communications écrites ou orales, en anglais, seront effectuées tout au long de cette thèse. Le doctorant sera inscrit à l'école doctorale ABIES, et dans ce cadre, bénéficiera de formations scientifiques et en « soft skills » le long de la thèse.

Profil recherché :

Nous recherchons un étudiant/une étudiante de formation en Génie Chimique/Génie des Procédés ou Mécanique des Fluides, de niveau Master 2 ou équivalent (bac +5). La personne retenue devra faire preuve d'autonomie et de curiosité scientifique, savoir lire et écrire en anglais de manière fluide. Une expérience préalable en laboratoire de recherche est requise. Des bases de programmation scientifique sous Python ou MATLAB, ainsi que des compétences en planification expérimentale seront fortement appréciées.

Informations générales :

- Entité : UMR SayFood, campus Agro Paris-Saclay, Palaiseau ;
- Durée : 3 ans à partir de Octobre 2026 (possibilité de décalage selon le candidat retenu) ;
- Indemnité : 2300€ brut par mois. Le transport est remboursé par l'employeur à 75% ;
- Logement : Possibilité de [louer un logement étudiant](#) sur place ;
- Laïcité : La personne recrutée sera sujette à la [charte de la laïcité dans les services publics](#) (loi 2021-1109 du 24 Août 2021). En particulier, aucun signe religieux ne pourra être porté sur le lieu de travail.

Candidatures :

Les candidatures, et demandes d'informations complémentaires, sont à adresser aux personnes ci-dessous. Le dossier comprendra notamment les pièces suivantes : CV, lettre de motivation, relevés de notes des trois dernières années d'étude, attestation d'un niveau B2/C1 en anglais si disponible (type TOEIC/TOEFL). Les candidatures seront traitées par ordre d'arrivée, pour une **date limite de dépôt le 22.04.2026**.

- Violaine ATHES-DUTOIR (violaine.athes-dutour@agroparistech.fr) ;
- Kevin LACHIN (kevin.lachin@agroparistech.fr) ;
- Murielle HAYERT (murielle.hayert@agroparistech.fr).

Références bibliographiques :

¹Arana Agudelo et al., *Reactive liquid-liquid extraction of bio-based 3-hydroxypropionic acid using a biocompatible organic phase containing a tertiary amine: A model-based approach to elucidate dominant mechanisms*, Separation and Purification Technology, 294 (2022), 1-13

²Pérez et al., *Integration of a liquid membrane in Taylor flow regime with a fermentation by Lactobacillus casei ATCC 393 for in-situ lactic acid removal*, Chem. Eng. Process.: Process Intensification, 140 (2019), 85-90

³Pérez et al., *Modeling of a liquid membrane in Taylor flow integrated with lactic acid fermentation*, Chem. Eng. Process. : Process Intensification, 144 (2019), 1-9

⁴Pérez et al., *A new concept of liquid membranes in Taylor flow: Performance for lactic acid removal*, Chem. Eng. Process. : Process Intensification, 139 (2019), 95-102