

---

# Étude expérimentale de la dynamique d'un nouveau réacteur pour de la catalyse hybride

Myriam Frey\*<sup>1</sup>, Léo Violet<sup>†2</sup>, Serge Simoëns<sup>‡3</sup>, Dominique Richard<sup>§2</sup>, and Pascal Fongarland<sup>¶4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie des Procédés Catalytiques (LGPC, UMR CNRS 5285, CPE, Univ. C.B Lyon I) – École Supérieure Chimie Physique Électronique de Lyon : UMR5285, CNRS : UMR5285, Université Claude Bernard - Lyon I (UCBL) – France

<sup>2</sup>Laboratoire de Génie des Procédés Catalytiques (LGPC, UMR CNRS 5285, CPE, Univ. C.B Lyon I) – Centre National de la Recherche Scientifique : UMRCNRS5285, École Supérieure Chimie Physique Électronique de Lyon : UMR5285 – France

<sup>3</sup>Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, UMR 5509 CNRS, ECL, INSA Lyon, UCB Lyon I (LMFA) – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR5509 – France

<sup>4</sup>Laboratoire de Génie des procédés catalytiques (LGPC, UMR CNRS 5285, CPE, Univ. C.B Lyon I) – CNRS : UMR5286 – France

## Résumé

La catalyse enzymatique a largement été étudiée ces dernières années [1]. Par contre l'utilisation de cette dernière simultanément (dans un même réacteur) avec la catalyse classique (hétérogène ou homogène) est peu courante.

Les études relatives à de nouveau(x) réacteur(s) pour de telles combinaisons, pour une réaction catalytique hybride, sont donc très peu nombreuses [2]. L'objectif du présent travail est l'étude d'un tel réacteur combinant une catalyse hétérogène et une catalyse enzymatique supportée. Pour réaliser de tels réacteurs, la contrainte principale est que les conditions de fonctionnement des deux catalyses soient compatibles. En particulier la température est souvent un frein à de telles situations car la majorité des catalyses enzymatiques nécessitent des températures largement inférieures aux catalyses hétérogènes. La première partie de ce travail a donc consisté en la détermination de réactions consécutives et compatibles [3] dans des conditions de températures compatibles. Un réacteur a ensuite été construit : 1) pour optimiser les rendements de ces réactions; 2) en présupposant la possibilité de localiser chacune des réactions dans un domaine du réacteur tout en permettant un échange, via l'hydrodynamique locale, entre les 2 zones sans pour autant générer une homogénéisation en température au sein du réacteur total. Un gradient de température relativement important doit donc être possible entre deux zones du domaine d'écoulement.

L'optimisation des réactions s'obtient ensuite par la détermination de la température locale nécessaire et à fixer dans chaque zone séparément et simultanément. Pour ce faire des

---

\*Auteur correspondant: mfr@lgpc.cpe.fr

†Auteur correspondant: lev@lgpc.cpe.fr

‡Intervenant

§Auteur correspondant: dri@lgpc.cpe.fr

¶Auteur correspondant: pascal.fongarland@univ-lyon1.fr

systèmes de "serpentins" ont été disposés au dessus du panier pour le catalyseur solide (haut) et en dessous du panier pour le catalyseur supporté (bas). On est ainsi à même de générer des flux de chaleur permettant une température de 368°K en haut du réacteur et 288°K en bas du réacteur.

Dans le panier supérieur se trouve une pale auto-aspirante pour l'éjection gaz nécessaire à la réaction catalytique du premier panier. En dessous du panier du bas se trouve un agitateur magnétique à même de réguler l'hydrodynamique à l'aide de la combinaison de ces mobiles d'agitation.

Pour mettre au point ce type d'expérience des mesures globales en conditions de températures sont réalisées. Des mesures de  $K_{La}$  (coefficient de transfert volumique) pour la dissolution de l'oxygène (disposé initialement en ciel gazeux au au sommet de la cuve et au dessus du panier du haut) et des temps de mélange par conductimétrie suite à des injections de NaCl sont obtenues. En parallèle sont réalisées des mesures de vitesse par PIV ainsi que des calculs numériques par CFD et modélisation K-epsilon via FLUENT.

Dans ce travail nous présenterons essentiellement pour certaines combinaisons des vitesses d'agitation des 2 mobiles des résultats relatifs à la dynamique générées comme elles ont pu être réalisée par le passé pour réacteur Mahoney Robinson simple flux [4]. En particulier on présentera les champs moyens et turbulents. Ces résultats seront comparés à des cas numériques réalisés.

F. Rudroff, M. D. Mihovilovic, H. Gröger, R. Snajdrova, H. Iding et U. T. Bornscheuer, Opportunities and challenges for combining chemo- and biocatalysis, *Nature Catalysis* 1, 12 – 22, 2018.

F. R. Bisogno, M. G. López-Vidal, G. de Gonzalo, *Organocatalysis and Biocatalysis Hand in Hand: Combining Catalysts in One-Pot Procedures*, *Advanced Synthesis & Catalysis* 359 (12), 2026–2049, 2017.

M. Frey, L. Seyidova, D. Richard, P. Fongarland, Hybrid catalysis: study of a model reaction for one-pot reactor combining an enzyme and a heterogeneous catalyst, submitted to *Catalysis Today*, 2018.

M Mitrovic, I Pitault, M Forissier, S Simoens, D Ronze, Liquid–solid mass transfer in a three-phase stationary catalytic basket reactor, *AIChE journal* 51 (6), 1747-1757, 2005.

**Mots-Clés:** PIV, Catalyse, Dynamique, Température, Hybride, Enzymatique