

Etude de l'intensification du micro mélange réactif et du mélange scalaire passif au sein d'un canal de réacteur ultrasonore continu.

Introduction au sujet de stage

Les réacteurs chimiques sont généralement de type batch, discontinus ou semi-continus. Les réacteurs dit continus présentent néanmoins l'avantage de maintenir un niveau de production industriels similaires voir supérieurs tout en renforçant les conditions de sécurités (diminution des volumes de réaction) et environnementales (diminution des cycles de lavage des cuves de réacteurs. Le processus de passage du réacteur discontinu au réacteur continu n'est pas aisé notamment à cause des temps de séjours à respecter. Ces derniers imposent généralement des régimes d'écoulements laminaires, fort désavantageux pour les transferts de matière et de chaleur. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre des méthodes permettant d'intensifier les transferts au sein des réacteurs continus. L'une de ces méthodes, dite active car nécessitant un apport d'énergie pour fonctionner, consiste en la mise en place d'ondes ultrasonores dans les écoulements. Des études antérieures ont montré que les ultrasons permettent d'obtenir des écoulements pseudo turbulent dans des régimes laminaires, d'intensifier les transferts thermiques et de matière ainsi que de limiter l'encrassement [1-8]. Ces propriétés font donc des ultrasons la technologie toute indiquée pour le développement d'échangeur-réacteurs continus intensifiés.

Missions

Une thèse de doctorat (Louis Ahoure) est actuellement en train de se terminer dans le cadre d'un partenariat de recherche entre l'IMT Nord Europe, JUNIA-HEI, MINAKEM et l'UGA sur le sujet des échangeurs réacteurs intensifiés par ultrasons. Au cours de cette thèse un banc expérimental (voir la figure 1) comprenant un canal de réacteur chimique vibrant à 30 kHz ainsi que le matériel métrologique associés a été développé. Elle a permis d'étudier les paramètres permettant d'obtenir le mélange de deux scalaires passifs (eau et colorant) le plus homogène possible entre deux fluides miscibles injectés séparément dans le réacteur. L'étude a été réalisée par colorimétrie, un fluide étant transparent et l'autre bleu. Cette méthode, permet de quantifier le mélange macroscopique passif mais pas le micro-mélange réactif, donnée pourtant essentielle pour s'assurer que les réactions chimiques se déroulent avec le meilleur rendement et le moins de co-produits possibles. L'objectif du présent stage sera donc de mener la campagne expérimentale, de dépouillement et d'analyse des résultats liés à l'étude du micro-mélange réactif dans un réacteur ultrasonore continu via le biais de la méthode Guilbert-Vuillermoz développée en 2020 au cours d'une thèse de doctorat au laboratoire IRPHEE de Marseille [9]. La méthode emploiera une réaction chimique compétitive donnant lieu à une fluorescence suivie par caméra CCD. Le stage sera Co-encadrée à Grenoble par Emilie Guilbert, co-auteurice et co-développeuse de la méthode. Le dépouillement sera réalisé sous le logiciel Matlab ou en Python selon les préférences du candidat.e.

Profil du Candidat.e

Le/la candidat.e devra être en dernière année d'un diplôme d'ingénieur ou de Master universitaire en génie des procédés (Master 2). Il/elle devra être motivé.e par le travail expérimental en recherche appliquée, posséder des connaissances en réacteurs chimiques, mécanique des fluides, phénomènes de transferts ainsi qu'en programmation Matlab ou Python.

Lieu du stage

Equipe Energétique, Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, 1209-1211 rue de la piscine_Domaine Universitaire, 38400 Saint-Martin-d'Hères, France.

Le Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels (LEGI) est une Unité Mixte de Recherche de l'Université Grenoble-Alpes, de Grenoble INP et du CNRS (UMR5519). L'équipe Énergétique du laboratoire est spécialisée dans le développement de procédés et de systèmes de production énergétiques efficaces.

Contact

Adresser vos candidatures (CV, Lettre de motivation) à :

Odin Bulliard-Sauret, Maître de Conférence en Énergie et Génie des Procédés

Mail : odin.bulliard-sauret@univ-grenoble-alpes.fr

Téléphone : 04.76.82.50.77

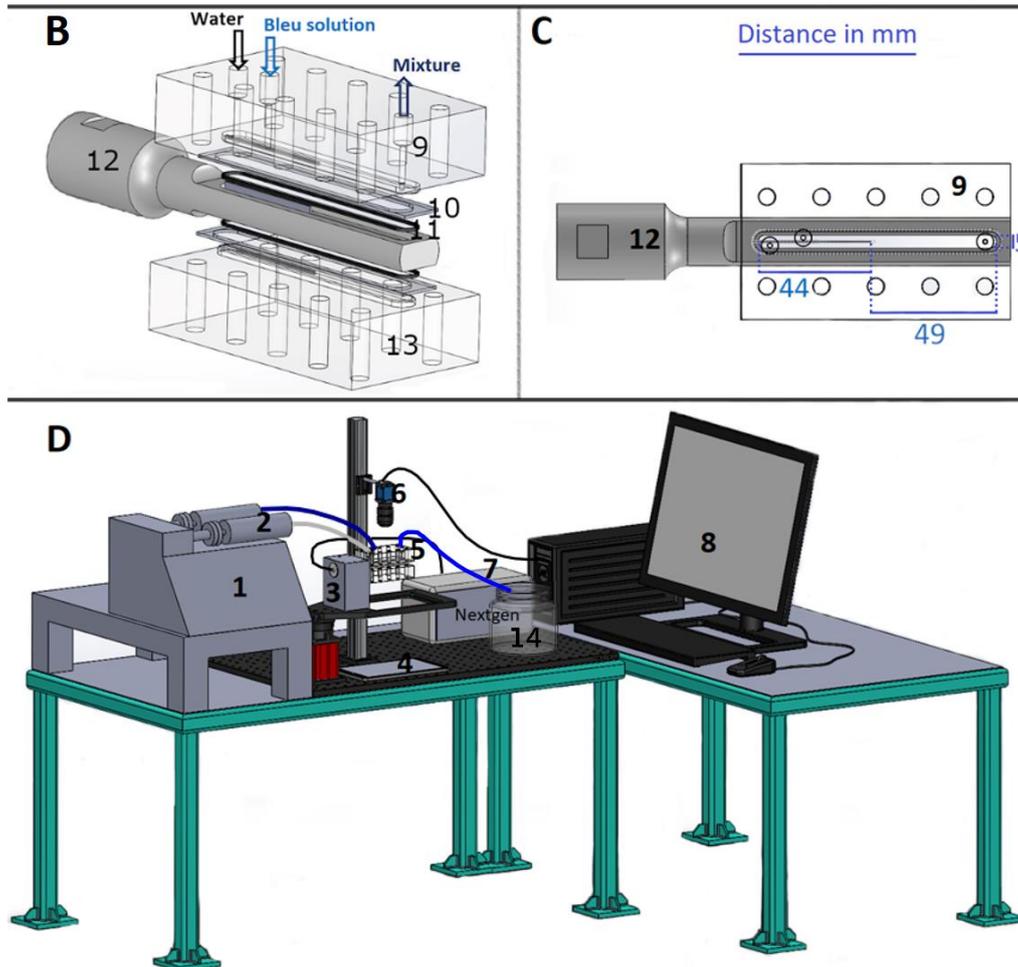


Figure 1: B Montage du réacteur. C vue du dessus du réacteur. D banc expérimental. 1 pousse seringue, 2 seringues, 3 support réacteur, 4 écran lumineux, 5 montage du réacteur, 6 camera, 7 boîtier de commande du réacteur, 8 pc d'acquisition, 9 couvercle supérieur, 10 silicone, 11 joints, 12 canal vibrant, 13 couvercle inférieur.

Bibliographie:

- [1] Flow Pattern in a Channel during Application of Ultrasonic Vibration, Shinfuku Nomura, Yuuichi Sasaki and Koichi Murakami, Japanese Journal of Applied Physics, Volume 39 (2000) Number 8R, DOI: 10.1143/JJAP.39.4987.
- [2] Effects of Turbulence by Ultrasonic Vibration on Fluid Flow in a Rectangular Channel, Shinfuku NOMURA, Koichi MURAKAMI and Makoto KAWADA, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 41 (2002), Number 11R, Part 1, No. 11A, November 2002, DOI: 10.1143/JJAP.41.6601.

- [3] Turbulence enhancement by ultrasonically induced gaseous cavitation in the CO₂ saturated water, Seung Youp Lee, Young Don Choi, KSME International Journal, Vol. 16 No.2. pp. 246- 254, 2002, DOI: 10.1007/BF03185176.
- [4] Heat transfer enhancement using 2 MHz ultrasound, Odin Bulliard-Sauret, Sebastien Ferrouillat, Laure Vignal, Alain Momponteil, Nicolas Gondrexon, Ultrasonics - Sonochemistry 39 (2017) 262–271, DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.04.021
- [5] Heat transfer intensification by low or high frequency ultrasound: Thermal and hydrodynamic phenomenological analysis, O. Bulliard-Sauret, J. Berindei, S. Ferrouillat, L. Vignal, A. Momponteil, C. Poncet, J.M. Leveque, N. Gondrexon, Experimental Thermal and Fluid Science 104 (2019) 258–271, DOI: 10.1016/j.expthermflusci.2019.03.003
- [6] Ultrasonically-enhanced convective heat transfer: Evidence of a relationship with the thermal boundary layer, Christophe Poncet, Sébastien Ferrouillat, Laure Vignal, Antoine Courouble, Odin Bulliard-Sauret, Nicolas Gondrexon, Applied Thermal Engineering 216 (2022) 119069, DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2022.119069
- [7] Respective contribution of cavitation and convective flow to local stirring in sonoreactors, J.-Y. Hihn, M.-L. Doche, A. Mandroyan, L. Hallez, B.G. Pollet, Ultrasonics Sonochemistry 18 (2011) 881–887, DOI: 10.1016/j.ultsonch.2011.02.006
- [8] Characterization of the activity of ultrasound emitted in a perpendicular liquid flow using Particle Image Velocimetry (PIV) and electrochemical mass transfer measurements, Magali Barthès, Gerald Mazue, Dimitri Bonnet, Remy Viennet, Jean-Yves Hihn, Yannick Bailly, Ultrasonics 59 (2015) 72–78, DOI: 10.1016/j.ultras.2015.01.015
- [9] Chemical reaction for mixing studies, Emilie Guilbert, Christophe Almarcha, Emmanuel Villermaux, PHYSICAL REVIEW FLUIDS 6, 114501 (2021), DOI: 10.1103/PhysRevFluids.6.114501