



**HAL**  
open science

# Influence d'une phase dispersée sur l'écoulement de Taylor-Couette

D. Dherbecourt

► **To cite this version:**

D. Dherbecourt. Influence d'une phase dispersée sur l'écoulement de Taylor-Couette. Journées Scientifiques de Marcoule 2015 (JSM), Jun 2015, Bagnols sur Cèze, France. cea-02489568

**HAL Id: cea-02489568**

**<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-02489568>**

Submitted on 24 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# INFLUENCE D'UNE PHASE DISPERSÉE SUR L'ÉCOULEMENT DE TAYLOR-COUETTE

Nom, Prénom : Dherbecourt Diane  
Responsable CEA : Charton Sophie  
Directeur universitaire : Climent Eric  
Laboratoire d'accueil : LCGI  
Date de début de thèse : Octobre 2012

Contrat : CTBU  
Organisme co-financier : -  
Université d'inscription : INP Toulouse  
Ecole doctorale : MEGEP  
Master : Ingénierie pour le Nucléaire (Paris VI)

Dans le cadre du développement et de l'expérimentation à l'échelle laboratoire de nouveaux procédés pour le retraitement des combustibles irradiés, le Laboratoire de Génie Chimique et Instrumentation du CEA de Marcoule a conçu et réalisé une colonne d'extraction liquide-liquide dénommée « Colonne Couette » qui permet de reproduire, à faible débit et avec un encombrement réduit, les performances de séparation d'une colonne pulsée industrielle, devenant ainsi un prototype de choix pour la R&D nucléaire [1].

La colonne Couette, constituée de deux cylindres co-axiaux entre lesquels circule le fluide, a pour particularité de présenter plusieurs régimes d'écoulement selon la vitesse de rotation du cylindre interne (le cylindre externe est fixe). Le premier régime observé est un écoulement laminaire (écoulement azimutal de Couette pur). A partir d'une rotation critique, l'instabilité de Taylor se développe : l'apparition de rouleaux toroïdaux amène au régime de Taylor-Couette. En augmentant la rotation, les rouleaux se mettent à onduler et le régime devient instationnaire, avant d'être complètement déstabilisé et transiter vers la turbulence développée.

Les performances d'extraction de la colonne dépendent fortement des propriétés de mélange de l'écoulement dans l'espace annulaire, elles-mêmes fortement liées au régime [2]. Le mélange et la dispersion axiale dans l'écoulement monophasique ont été étudiés récemment à l'aide de techniques globale (Distribution de Temps de Séjour) et locale (Vélocimétrie par Images de Particules, Fluorescence Induite par Laser) [2]. Ces techniques sont maintenant transposées à l'étude de l'écoulement diphasique, et en particulier de l'influence des gouttelettes sur les mécanismes de mélange.

Dans un premier temps, ces gouttelettes de petite taille sont modélisées par des particules solides (de Polyméthacrylate de méthyle, PMMA) pour éviter les phénomènes de déformation, coalescence et rupture des interfaces.

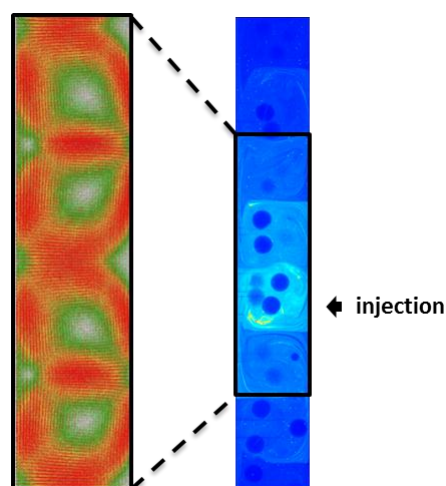


Figure 1 : à gauche, champ de vitesses moyen sur deux paires de rouleaux obtenu grâce à des mesures PIV. À droite, image de fluorescence (PLIF) représentant l'étalement au bout de quelques rotations d'un colorant initialement injecté avec une impulsion de type Dirac.

Des sphères de 800  $\mu\text{m}$  à 3 mm de diamètre sont utilisées, à des rétentions pouvant atteindre 16%. Ces sphères sont mises en suspension dans un liquide (mélange de Diméthylsulfoxyde, de Thiocyanate de Potassium et d'eau) adapté en densité et en indice de réfraction aux billes de PMMA.

Comme dans les travaux de Disting et Balabani [3], un paramètre d'intensité de ségrégation  $I$  est introduit afin de quantifier le mélange, dépendant de la déviation standard de la concentration  $\sigma_c^2$  et de la concentration moyenne maximale  $\sigma_n^2$  dans la zone d'intérêt :

$$I = \sigma_c^2 / \sigma_n^2$$

$I$  tend vers zéro lorsque le colorant est parfaitement mélangé, permettant de définir un temps de mélange (figure 2). L'influence de la taille des billes et de la quantité de billes en suspension sur le ce temps de mélange est ainsi mise en évidence expérimentalement.

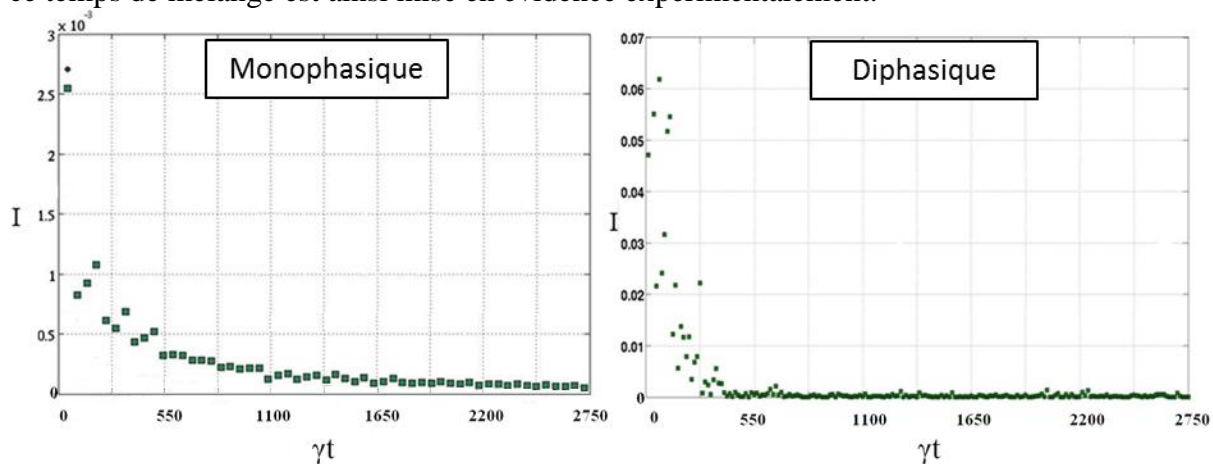


Figure 2 : Comparaison de l'indice de ségrégation du mélange avec et sans billes, dans un régime donné (rouleaux ondulants) et à même rotation, sans billes (à gauche) et en présence de 4% de billes de 3 mm de diamètre (à droite). Le temps est adimensionné par la contrainte de cisaillement  $\gamma$ .

Le couplage des résultats sur les champs de vitesses et la dispersion du traceur fluorescent permet de mettre en évidence les mécanismes de mélange, et plus particulièrement :

- L'effet de l'écoulement (instabilités) sur le mélange
- L'effet de la phase dispersée sur l'hydrodynamique de l'écoulement
- L'effet induit par la présence des billes elles-mêmes sur le mélange

Grâce à la compréhension de ces phénomènes, la quantification de la dispersion axiale en fonction du taux de rétention de la phase dispersée et de la taille des billes est possible. Cette information est capitale dans les modèles de génie chimique, qui l'intègrent afin de prédire l'efficacité des colonnes d'extraction.

#### Références :

- [1] Lanoë J.Y., « Performances d'une colonne d'extraction liquide-liquide miniature à écoulement de Taylor-Couette », Rapport scientifique ATALANTE pp. 245-251 (2002)
- [2] Nemri M., « Etude expérimentale et numérique du mélange et de la dispersion axiale dans une colonne à effet Taylor-Couette », Thèse de l'Université de Toulouse (INP Toulouse, 2013)
- [3] Disting J. and Balabani S., "Mixing in a Taylor-Couette reactor in the non-wavy flow regime", Chemical Engineering Science, Vol. 64, pp. 3103-3111 (2009)