



## VALIDATION EXPERIMENTALE D'UN MODELE EULERIEN DIPHASIQUE.

Jean-François Paisant<sup>a,\*</sup>, Arnault Monavon<sup>b</sup>, Duhamet Jean<sup>c</sup>, Magnaud Jean-Paul<sup>d</sup>, Lamadie Fabrice<sup>a</sup>  
Tojonirina Randriamanantena<sup>a</sup>

(a) CEA, DEN, DTEC, SGCS, LGCI, F-30207, Bagnols sur Cèze, France

(b) Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252, Paris, France

(c) CEA, DEN, DTEC, F-30207, Bagnols sur Cèze, France

(d) CEA, DEN, DANS, DM2S, STMF, F-91191 Gif/Yvette, France.

\*Correspondant: [jean-francois.paisant@cea.fr](mailto:jean-francois.paisant@cea.fr)

**Résumé :** Dans le but de caractériser un modèle bi-fluide, nous avons étudié l'évolution d'un système diphasique liquide/solide au sein d'un écoulement élongationnel. La caractérisation de ce système s'est faite par couplage des méthodes PIV et FIL.

### 1 Contexte industriel

De nombreux procédés industriels mettent en œuvre des émulsions (extraction liquide-liquide, procédés pétroliers, etc.). Pour ces applications, la connaissance des caractéristiques fondamentales de l'émulsion (concentration, granulométrie, etc.) est importante depuis la R&D jusqu'au pilotage du procédé. Parmi ces caractéristiques, la surface d'échange de l'émulsion est d'une importance capitale. En effet, si réactions chimiques interphases il y a, celles-ci se déroulent à l'interface. La quantité d'interface est alors naturellement un paramètre crucial pour l'efficacité d'un quelconque procédé chimique. L'évolution de la surface d'échange est fonction de phénomènes tels que déformations, fragmentations et coalescences.

L'évolution de l'interface ou aire interfaciale est alors tributaire de l'hydrodynamique de l'appareil d'extraction. Dans le but de mettre en lumière les mécanismes à l'origine de création d'aire, simulation et caractérisation expérimentale sont employées.

Le travail présenté ici entre dans une démarche de validation d'un modèle diphasique de type Eulerien couplé à une équation de transport de l'aire interfaciale [1-2]. Dans ce but, un dispositif expérimental dédié a été réalisé. Il a été dimensionné afin de reproduire les vitesses caractéristiques d'une colonne pulsée [3-4].

### 2 Modèle physique

Le modèle développé est un modèle eulérien. Il repose sur six équations :

- une équation de conservation du volume,
- deux équations de conservation de la masse,
- deux équations conservation des quantités de mouvement
- une équation d'évolution de l'aire interfaciale.

Son originalité tient dans l'expression des termes de contrainte et de force.

Dans ce modèle, le taux de rétention, l'aire interfaciale et la vitesse de chacune des phases sont les grandeurs physiques déterminées numériquement. C'est sur ces grandeurs que le modèle a été validé expérimentalement.

### 3 Système expérimental.

Le dispositif expérimental est un canal de section rectangulaire (5 cm par 10 cm), d'une hauteur de 150 cm. Il est illustré en figure 1. Il est muni d'un diaphragme situé à 1m du sommet. Le système de phase étudié est un système liquide-solide composé de billes de verre (phase dispersées) et d'une solution aqueuse de KSCN (thiocyanate de potassium) à 64%, permettant de réaliser un ajustement d'indice. Elles circulent à co-courant et sont injectées au sommet du dispositif, par le biais d'une pompe, à un débit global variant de 500L/h à 1000L/h. Dans ces conditions, il se forme dans le dispositif un écoulement élongationnel au niveau de la restriction de section qui induit une variation des paramètres d'intérêt (aire interfaciale, vitesse de glissement).

La phase continue estensemencée avec de la rhodamine afin de discriminer les deux phases au moment du traitement.

La mesure repose sur un couplage PIV/FIL permettant d'obtenir simultanément les vitesses des phases (la vitesse de la phase dispersée est déterminée par PTV) et les taux de rétention dans un plan.

### 4 Démarche expérimentale

Au cours de l'exploitation du dispositif, nous avons appliqué plusieurs conditions opératoires. Les conditions que nous avons fait varier sont celles de

débit et de fraction volumique. Les débits imposés visent à être représentatif des vitesses existantes en colonnes pulsée en régime de fonctionnement normal [3]. Les taux de rétentions imposés vont de 0.1% à 10%. L'augmentation de ce taux vise à comprendre, entre autre, son influence sur les interactions inclusions-inclusions dans l'écoulement. Interactions qui se traduisent, notamment par des modifications de l'intensité des forces de frottement ou encore des contraintes visqueuses locales. Plusieurs types de types manips ont été réalisées :

- Sédimentation (sans diaphragme),
- Ecoulement stationnaire avec diaphragme

Les manips de sédimentation visent à calibrer : d'une part le dispositif, d'autre part le modèle, dans un cas d'écoulement simple. L'écoulement avec diaphragme, lui, va amplifier localement les vitesses de glissement et le taux de rétention. Ce qui permet ainsi la mise en lumière des effets décrit plus haut, habituellement complexes à isoler. La confrontation entre les résultats numériques et ceux issus des expériences permet la validation des équations de fermetures utilisées.

## 5 References

- [1] Lhuillier D., Theoffanous T.G., Liou M.S., *Multiphase Flows: Compressible Multi-Hydrodynamics*, (Handbook of Nuclear Engineering, 2010).
- [2] Randriamanantena. T., *Caractérisation et modélisation du comportement de la phase dispersée dans les colonnes pulsée*, (PHD THESIS, UPMC 2011).
- [3] Paisant J.-F., Amokrane A., Lamadie F., Charton S., Randriamanantena T., Duhamet J., Use of synchronized PIV to measure a pulsed flow velocity field in a discs and doughnuts

column. *10th International Symposium on Particle Image Velocimetry (PIV13)*, paper A057, 1-3 July, Delft, The Netherlands, 2013.

[4] Amokrane A., Charton S., Lamadie F., Becker J., Klein J.P., Puel F., Study of the dispersed phase behaviour in a pulsed column for oxalate precipitation in an emulsion, *The ninth International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO*, 10-12 December, Melbourne, Australia, 2012.

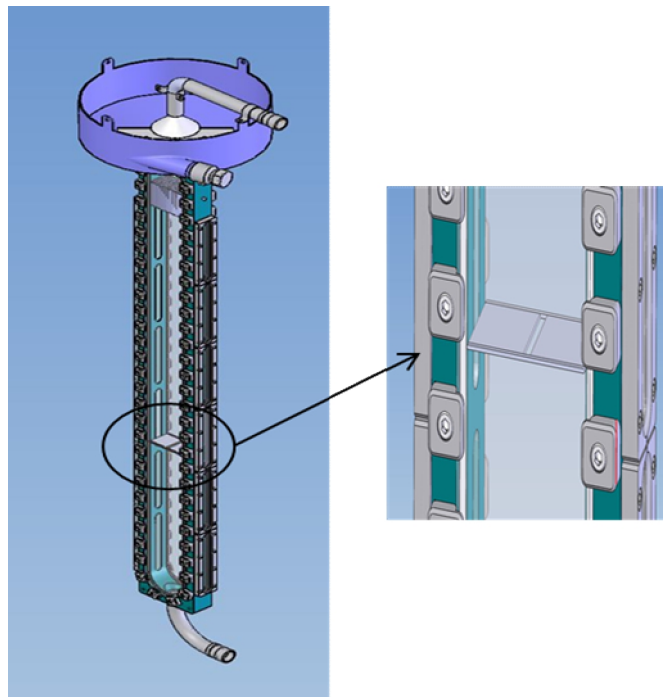


Figure 1: Dispositif expérimental, zone d'écoulement élongationnel.