



HAL
open science

Caractérisation expérimentale de gouttes et de l'aire interfaciale dans les systèmes d'extraction liquide-liquide par la diffractométrie arc-en-ciel

Mariam Ouattara

► **To cite this version:**

Mariam Ouattara. Caractérisation expérimentale de gouttes et de l'aire interfaciale dans les systèmes d'extraction liquide-liquide par la diffractométrie arc-en-ciel. 16^{èmes} Journées Scientifiques de Marcoule (JSM - 2016), Jun 2016, Bagnols sur Cèze, France. hal-02441912

HAL Id: hal-02441912

<https://cea.hal.science/hal-02441912>

Submitted on 27 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.

CARACTÉRISATION EXPÉRIMENTALE DE GOUTTES ET DE L'AIRE INTERFACIALE DANS LES SYSTÈMES D'EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE PAR LA DIFFRACTOMETRIE ARC-EN-CIEL

Nom, Prénom : Ouattara Mariam
Responsable CEA : Lamadie Fabrice
Directeur universitaire : Onofri Fabrice
Laboratoire d'accueil : LGCI
Date de début de thèse : 02/10/14

Contrat : CTBU
Organisme co-financier : Aucun
Université d'inscription : Aix-Marseille
Ecole doctorale : ED 353
Master : ENSICAEN

I. Contexte

L'extraction liquide-liquide est mise en œuvre comme méthode de séparation dans le procédé hydro-métallurgique de retraitement des combustibles nucléaires irradiés, PUREX[®]. Le transfert de matière s'effectue à la surface de contact entre les deux phases liquides d'une émulsion constituée de fines gouttelettes dispersées dans une phase continue. Afin d'améliorer ce procédé, il est important de déterminer la capacité d'extraction du solvant et la surface d'échange des liquides. La 'diffractométrie arc-en-ciel' offre le double avantage de mesurer simultanément les diamètres et les indices de réfraction (indicateurs de la composition relative), en plus d'être non intrusive.

II. Principe et montage

L'arc-en-ciel classique est produit lorsque des particules sphériques, transparentes, et dont l'indice de réfraction est supérieur à celui du milieu, sont éclairées par un faisceau dont la longueur d'onde est faible par rapport à la taille de ces particules. Le premier arc-en-ciel correspond à un angle de déviation limite pour les rayons subissant une seule réflexion interne dans la particule. Le principe de l'étude est de comparer les portions de sections 2D des cônes de lumière produits par le phénomène (les franges) aux prédictions de modèles électromagnétiques (théories de Lorenz-Mie ou Debye) afin de déterminer le diamètre et l'indice de réfraction de ces particules (l'indice de réfraction est utilisé pour caractériser in fine la fraction de mélange des particules). Dans un premier temps, des gouttes de tétrapropylène hydrogéné (TPH) auquel une portion variable de Marcol a été ajoutée ont été étudiées. Les gouttes sont en ascension dans de l'eau. Les indices de réfraction des différentes solutions ont été mesurés au préalable.

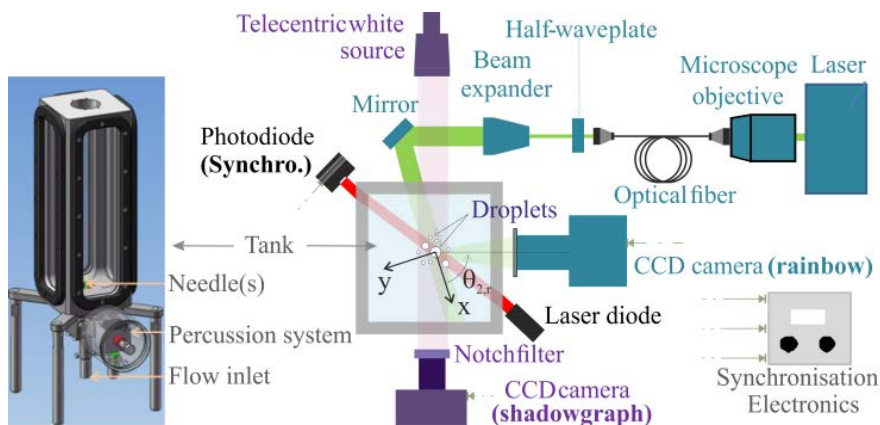


Figure 1 Montage mis en œuvre

Le montage est constitué d'un dispositif de formation de gouttes et d'une chaîne optique à deux voies pour l'enregistrement du phénomène d'arc-en-ciel et l'enregistrement des images des gouttes par ombroscopie (cf. Figure 1). Des calculs dimensionnels ont permis de valider la sphéricité des gouttes. Le dispositif a également été testé sur des nuages de gouttes avec les mêmes solutions

III. Résultats

La figure 2 montre les résultats obtenus sur des gouttes uniques. La diffractométrie arc-en-ciel permet d'une part d'obtenir une précision de $\pm 5\%$ par rapport aux diamètres mesurés par ombroscopie, et d'autre part une précision de 4.10^{-4} par rapport aux indices mesurés au réfractomètre d'Abbe, soit une estimation à 0.8% près de la concentration en Marcol. Les résultats obtenus sur les nuages (non montrés) donnent une précision quasi similaire sur l'estimation du diamètre moyen et de l'indice du nuage.

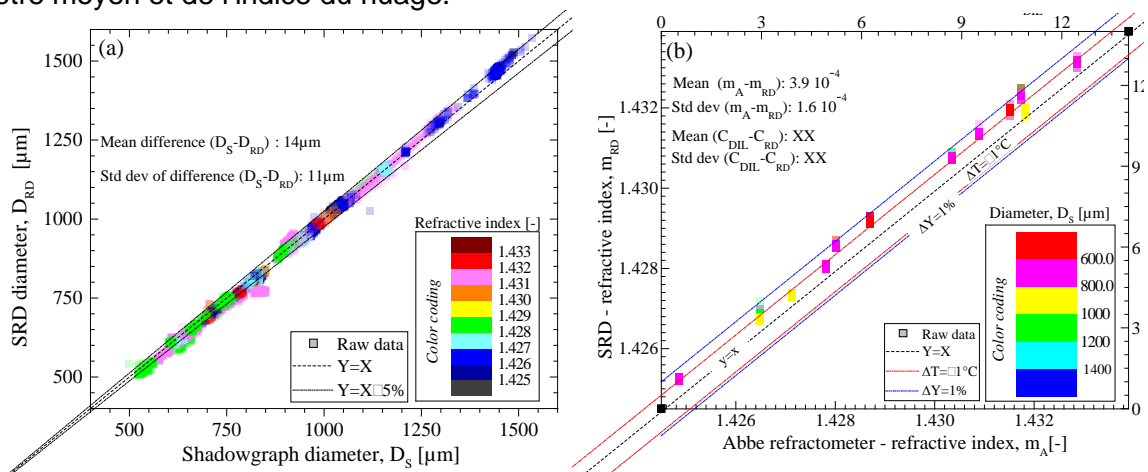


Figure 2 (a) Comparaison des tailles de gouttes obtenues pour différentes compositions mesurées par diffractométrie arc-en-ciel ; (b) Comparaison des indices de réfraction de gouttes obtenus par diffractométrie arc-en-ciel et au réfractomètre d'Abbe. Les résultats correspondent à plus de 5700 gouttes.

IV. Conclusions et perspectives

Fort de ces résultats, des premiers essais ont été menés sur des gouttes sessiles dans une phase continue statique. Ils ont confirmé la faisabilité de la mesure dans cette configuration. Les prochaines études vont porter sur :

- la poursuite des essais sur gouttes sessiles,
- la prise en compte dans le modèle optique des gradients de concentration au sein des gouttes et de leur déformation (écart par rapport à la sphéricité),
- l'extension de la technique à appareils de génie chimique à section cylindrique.

REFERENCES

1. Onofri, F. and S. Barbosa, Optical Particle Characterization. Laser Metrology in Fluid Mechanics, 2012.
2. Lamadie, F., et al., Digital holographic measurement of liquid-liquid two-phase flows, Optics and Lasers in Engineering, 2012.
3. Vetrano, M. R., et al., (2004). "Global rainbow thermometry: improvements in the data inversion algorithm and validation technique in liquid-liquid suspension." Applied Optics 43(18): 3600-3607.
4. Ouattara, M., et al., "Characterization of droplets size and composition in liquid-liquid flows with rainbow diffractometry", to be submitted for publication in Applied Optics, 2016.
5. Sentis, M.P., et al., "Scattering of light by large bubbles: Coupling of geometrical and physical optics approximations", Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 2016.