



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

M. Ouattara, F. Lamadie, F. Onofri

## ► To cite this version:

M. Ouattara, F. Lamadie, F. Onofri. Caractérisation expérimentale de gouttes et de l'aire interfaciale dans les systèmes d'extraction liquide-liquide par la technique arc-en-ciel. Journées Scientifiques de Marcoule (JSM 2015), Jun 2015, Bagnols Sur Cèze, France. cea-02491625

**HAL Id: cea-02491625**

**<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-02491625>**

Submitted on 26 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 TECHNIQUE 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-financeur : 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<sup>®</sup>. 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 'réfractométrie' ou 'granulométrie arc-en-ciel' offre le double avantage de mesurer simultanément les diamètres et les indices, en plus d'être non intrusive.

## II. L' ARC-EN-CIEL, QU'EST-CE QUE C'EST ?

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.

Comme la diffraction vers l'avant, ce phénomène produit des "cônes" de lumière, bien identifiables. De manière simplifiée, l'ouverture et l'écartement angulaire de ces derniers dépend fortement de l'indice de réfraction et de la taille de la particule.

Pour observer ce phénomène, il convient de se placer à l'infini, c.-à-d. dans le plan focal d'une lentille. On visualise alors une coupe 2D de ces cônes, qui prennent la forme de franges ou portions d'anneaux alternativement brillantes et sombres.

La comparaison des caractéristiques de ces franges, avec les prédictions de modèles électromagnétiques (théories de Lorenz-Mie ou Debye) permet de déterminer le diamètre et l'indice de réfraction de ces particules. Dans ce travail, l'indice de réfraction est utilisé pour caractériser in fine la fraction de mélange des gouttes.

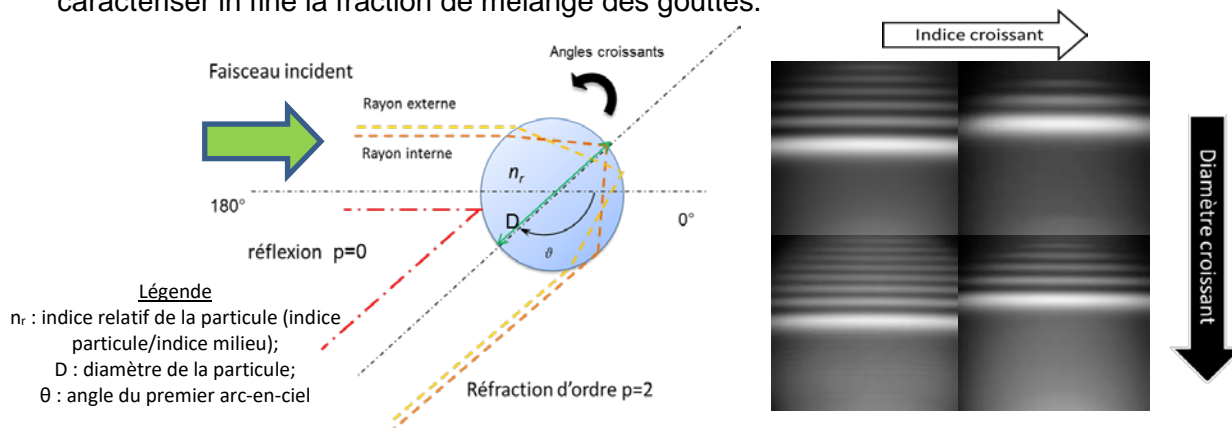


Schéma du principe d'arc-en-ciel (à gauche) et images obtenues lors des acquisitions (à droite)

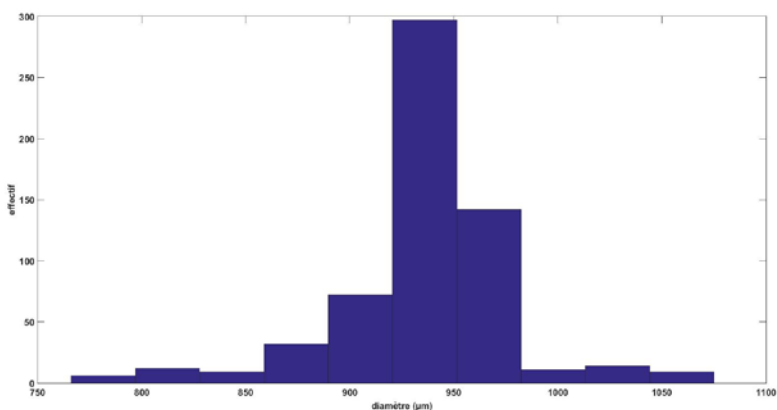
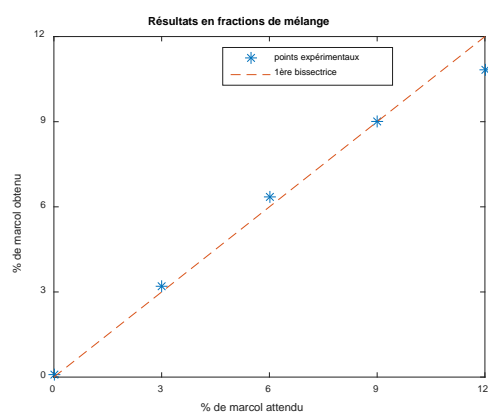
### III. MONTAGE DE REFRACTOMETRIE ARC-EN-CIEL ET TRAITEMENT

Actuellement, on étudie des gouttes de **tétrapropylène hydrogéné** (TPH) auquel une portion variable de Marcol a été ajoutée. Les gouttes sont en ascension gravitaire dans de l'eau. Les indices de réfraction des différentes solutions ont été mesurés au préalable. Le TPH est le diluant utilisé avec le solvant dans le procédé PUREX<sup>®</sup> et le Marcol, une huile modifiant peu les propriétés physiques du TPH, excepté l'indice.

Le montage est constitué d'un dispositif de formation de gouttes et d'une chaîne optique pour l'enregistrement du phénomène d'arc-en-ciel. Des calculs dimensionnels ont permis de déterminer que les gouttes étaient sphériques.

Après calibration du dispositif, le bruit de fond est soustrait des diagrammes de diffusion et un filtrage passe-bas est appliqué avant de procéder à l'inversion.

### IV. RESULTATS PRELIMINAIRES



5 solutions contenant respectivement 0, 3, 6, 9 et 12% de Marcol – le reste en TPH – ont été passées dans le dispositif. Le diamètre imposé au dispositif était de 1000 $\mu$ m. 600 images ont été enregistrées pour chacune des solutions.

Ci-dessus les résultats en fractions de mélange obtenus à partir des indices expérimentaux (à gauche) et les histogrammes en taille obtenus pour la solution contenant 3% de Marcol (à droite)

### V. CONCLUSION & PERSPECTIVES

Les prochaines étapes sont :

- Enregistrer en parallèle des images ombroscopiques des gouttes
- Appliquer les méthodes à des nuages de gouttes (mesure des distributions granulométriques et d'indices de réfraction moyens).
- Prise en compte des gradients de concentration éventuels.
- Elaborer un modèle optique pour prendre en compte les effets liés aux gouttes légèrement déformées
- Proposer des solutions pour permettre l'utilisation de ces techniques optiques sur des colonnes à section cylindrique

#### REFERENCES

- Onofri F., Barbosa S., "Diffusion de la Lumière (Chapitre 1)" et "Granulométrie Optique (Chapitre 2)" dans Boutier, A (ed.) *Métrologie laser pour la mécanique des fluides: granulométrie et techniques spectroscopiques*, Hermès-Lavoisier, Paris, 2012
- R. Clift, J.R. Grace, M.E. Weber, *Bubbles, Drops and Particles*, Dover Publications Inc., 2005
- Mariusz KRZYSIEK, *Particle systems characterization by inversion of critical light scattering patterns*, Thèse de doctorat, Université de Provence, Marseille, France, 2009