



HAL
open science

Microfluidique et cinétique de transfert application à un procédé d'extraction liquide-liquide d'actinides

F. Corne, A. Lelias, A. Magnaldo, Laurent Prat, Nathalie Di Miceli Raimondi

► To cite this version:

F. Corne, A. Lelias, A. Magnaldo, Laurent Prat, Nathalie Di Miceli Raimondi. Microfluidique et cinétique de transfert application à un procédé d'extraction liquide-liquide d'actinides. JSM 2018 - Journées scientifiques de Marcoule 2018, 2018, Bagnols sur cèze, France. cea-02338592

HAL Id: cea-02338592

<https://cea.hal.science/cea-02338592>

Submitted on 21 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.

Microfluidique et cinétique de transfert : application à un nouveau procédé d'extraction liquide-liquide d'actinides

Nom, Prénom : CORNE Florian

Contrat : CTBU

Responsable CEA : LELIAS Anne, MAGNALDO Alastair

Organisme co-financeur : \emptyset

Directeur universitaire : PRAT Laurent

Université d'inscription : Toulouse

RAIMONDI Nathalie

Laboratoire d'accueil : DMRC/SPDS/LCPE

Ecole doctorale : MEGeP

Date de début de thèse : 03/08/17

Master : Génie des Procédés appliqué au Nucléaire

I. Problématique sur la géométrie de l'interface liquide-liquide dans la puce microfluidique

L'outil microfluidique pour étudier le transfert de matière présente une alternative aux méthodes classiques de cinétique de transfert, en permettant un contrôle plus fin de l'hydrodynamique et une réduction des distances de diffusion, tout en réduisant les volumes mis en jeu grâce à la réduction d'échelle. Le système de référence uranium(VI) - HNO_3 3 M / TBP (30%) - TPH a été utilisé pour les expériences de mesure de cinétique de transfert de matière en microfluidique.

Un des verrous de l'exploitation des résultats en expériences de mesure de cinétique de transfert est la connaissance de la géométrie de l'interface liquide-liquide sur la profondeur du micro-canal et dans le sens de l'écoulement, Figure 1.

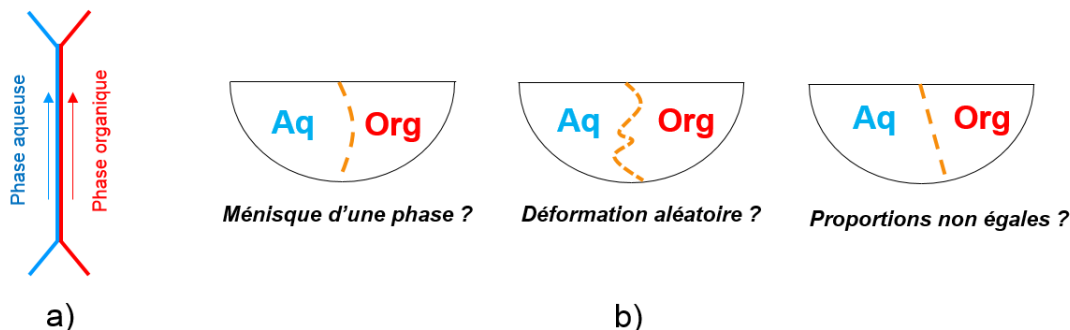


Figure 1. a) Schéma de l'écoulement des fluides dans la puce microfluidique. b) Hypothèses sur la variation de l'interface dans la profondeur du canal microfluidique.

Afin de répondre à cette problématique, la microscopie confocale représente un outil de choix. Cette technologie d'imagerie permet, en plus des capacités standards d'un microscope conventionnel, d'observer un objet sur sa profondeur avec la possibilité d'ajouter une molécule fluorescente. En effet, avec une excitation spécifique par laser du fluorophore et des jeux de filtres optiques adaptés au niveau du microscope, il est possible d'observer une zone donnée du système d'intérêt sans signaux parasites. Dans ce cas précis, l'interface liquide-liquide dans la profondeur du micro-canal.

Ces résultats permettront ou non de valider les résultats expérimentaux d'extraction en microfluidique et les hypothèses établies pour les modèles de modélisation numérique : interface liquide-liquide centrée et stable dans la profondeur du micro-canal quelle que soit les débits des phases et la position dans le canal microfluidique.

1. Méthode et dispositif expérimental

Le laboratoire où les expériences en microscopie confocale ont été réalisées ne pouvant pas accueillir de matière radioactive, les études ont donc porté sur la stabilité de l'interface liquide-liquide entre l'eau avec de la fluorescéine et le TBP (30 %) - TPH.

Un dispositif expérimental similaire à celui pour les études en uranium a été utilisé. Les débits des phases dans la puce microfluidique ont été mesurés par des débitmètres à effet Coriolis et régulés par une pompe à pression. Les acquisitions d'images confocales ont été réalisées avec un microscope ZEISS LSM 510.

2. Résultats expérimentaux

Les pressions d'entrées des phases ont été réglées à 300, 500 et 1000 mbar. Des images dans la profondeur du micro-canal que ce soit en entrée, milieu ou sortie de puce ont été prises pour chaque expérience.

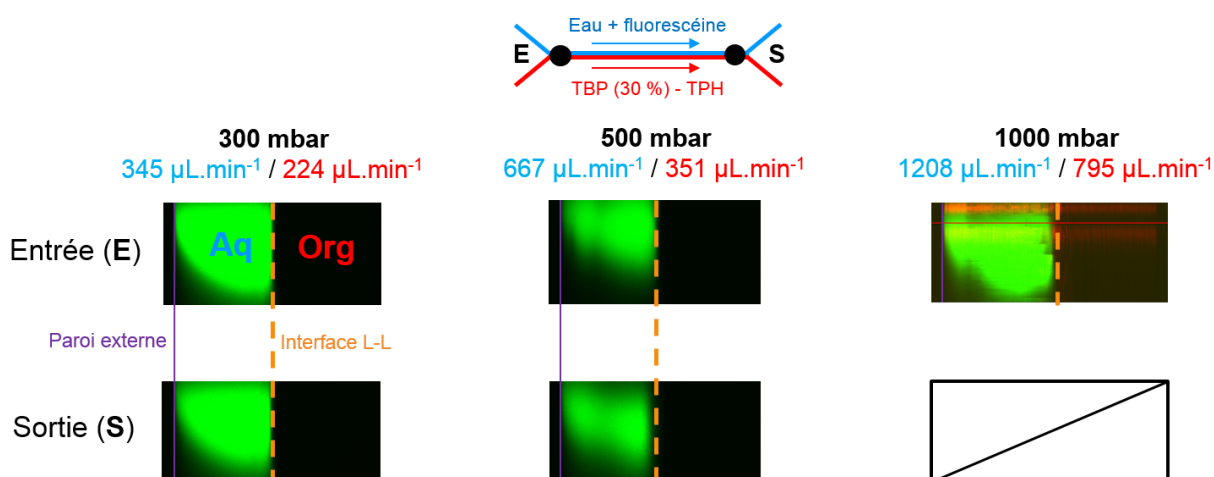


Figure 2. Photographie de l'interface liquide-liquide dans le sens de l'écoulement et dans la profondeur du micro-canal à 300, 500 et 1000 mbar, en entrée et sortie de puce microfluidique. Phase aqueuse : eau + fluorescéine basique ; phase organique : TBP 30 % / TPH. Débits pour 300 mbar : $Q_{aq} = 345 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P_{e, aq} = 365 \text{ mbar}$) , $Q_{org} = 224 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P_{e, org} = 300 \text{ mbar}$). Débits pour 500 mbar : $Q_{aq} = 667 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P_{e, aq} = 620 \text{ mbar}$) , $Q_{org} = 351 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P_{e, org} = 500 \text{ mbar}$). Débits pour 1000 mbar : $Q_{aq} = 1208 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P_{e, aq} = 1000 \text{ mbar}$) , $Q_{org} = 795 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P_{e, org} = 1000 \text{ mbar}$).

Les expériences en microscopie confocale, Figure 2, permettent d'observer une interface entre les deux fluides extrêmement bien définie et plane dans la profondeur du micro-canal. De plus, il n'y a aucune variation de cette interface en fonction des débits en entrée comme en sortie de micro-canal et dans le sens de l'écoulement.

3. Conclusion

Ces résultats permettent de valider l'ensemble des expériences en écoulement stratifiés dans la puce microfluidique dolomite® ainsi que l'hypothèse d'une interface centrée et stable dans la profondeur du micro-canal, avec une proportion 50/50 des phases lors des expériences d'extractions en uranium(VI) - HNO_3 3 M / TBP (30 %) - TPH.