
Dispositifs et méthodes RMN adaptés à la caractérisation d'écoulements et transferts en milli-canaux

Feryal Guerroudj^{*1}, Laoues Guendouz¹, Maude Ferrari¹, Jérémy Bianchin¹, and Jean-Christophe Perrin¹

¹Laboratoire Énergies et Mécanique Théorique et Appliquée (LEMETA) – Université de Lorraine – Université de Lorraine, CNRS, LEMETA, F-54000 Nancy, France

Résumé

La milli-fluidique est une discipline permettant de manipuler des fluides et d'étudier des écoulements dans des canaux ayant des dimensions caractéristiques de quelques centaines de microns. A ces échelles, les effets de capillarité et de viscosité prennent le pas sur les forces de volume et les effets diffusifs sont souvent prépondérants par rapport à l'advection. Les écoulements à travers des systèmes milli-fluidiques sont mis en œuvre dans différents domaines comme la chimie analytique, la chimie de synthèse, la biologie, l'agroalimentaire, l'industrie pétrolière ou le génie des procédés.

L'étude de phénomènes en dispositifs milli-fluidiques se heurte à deux problématiques majeures. D'une part, les techniques de micro fabrication nécessitent des investissements coûteux et une bonne maîtrise technologique. D'autre part, la complexité géométrique des systèmes implique la présence de zones difficilement accessibles par les méthodes d'analyses optiques. Les méthodes basées sur le phénomène de résonance magnétique (RMN/IRM) sont *a priori* adaptées à ces études (en termes de matériaux utilisés, dimensions et géométries des canaux), sous réserve de développer une instrumentation qui améliore la sensibilité de mesure.

Dans ce contexte cette étude vise à mettre en œuvre, par des moyens peu coûteux, des dispositifs spécifiques afin d'étudier des écoulements et des transferts dans des systèmes milli-fluidiques ainsi qu'à optimiser les méthodes RMN et IRM pour leur caractérisation.

Les résultats présentés ici concernent deux applications actuellement en cours d'étude. La première porte sur l'hydrodynamique d'un écoulement en présence d'un biofilm dans un capillaire de dimensions submillimétriques, la deuxième sur la caractérisation d'instabilités hydrodynamiques ayant lieu dans des micro-mélangeurs. Chacune de ces applications nécessite la mise au point d'un dispositif constitué du système milli-fluidique et du " hardware " nécessaire à la caractérisation RMN, c'est-à-dire la bobine radiofréquence et l'électronique associée. Des simulations en électromagnétisme sous COMSOL Multiphysics sont réalisées dans le but de dimensionner les bobines et de calculer les cartes de champ RF dans les volumes d'intérêt. La fabrication est ensuite effectuée par gravure sur des feuilles de Kapton flexibles.

^{*}Intervenant