

Effet d'un champ électrique ac non uniforme non intense sur un liquide diélectrique différentiellement chauffé

Alex JAWICHIAN

Sous la direction de L. Davoust et S. Siedel

Vendredi 11 décembre 2020 à 10h00

Résumé : L'électrohydrodynamique (EHD) désigne le couplage entre l'écoulement dans un milieu fluide et un champ électrique au sein de ce même milieu. La nature de ces interactions varie fortement en fonction des propriétés du milieu fluide et de la topologie du champ électrique. Ainsi, selon les cas, les particules de fluides sont polarisées, des charges libres sont mises en mouvement, des sels ioniques sont dissociés, des électrons sont injectés dans le fluide par les électrodes, ou des plasmas peuvent être créés. Ces effets peuvent être utilisés pour modifier des écoulements (vents de corona), disperser une phase de manière contrôlée (electrospray), extraire une phase (électrocoalescence), créer des écoulements (pompe EHD), modifier la mouillabilité ou engendrer le mouvement de gouttes (electromouillage).

La thèse proposée se focalise sur l'utilisation de champs électriques pour modifier un écoulement par polarisation du fluide. En effet, une inhomogénéité des propriétés électriques, notamment la permittivité du milieu, provoque une inhomogénéité des forces volumiques de polarisation apparaissant en présence d'un champ électrique. Ceci est particulièrement étudié au sein de milieux diphasiques où les interfaces présentent des sauts de propriétés électriques.

Nous nous intéressons ici à ce phénomène en milieu monophasique, lorsqu'un champ de température est la source d'inhomogénéités des propriétés électriques, en particulier de la permittivité diélectrique. La modification de l'écoulement par les forces de polarisation permet dans cet exemple d'augmenter de façon conséquente les échanges thermiques convectifs entre la paroi chauffée et le fluide.

Ce phénomène EHD monophasique est rencontré dans de nombreuses applications de l'EHD, et son intérêt pour l'intensification des transferts thermiques semble évident. Il reste néanmoins mal compris et souvent négligé devant d'autres effets EHD comme les contraintes aux interfaces. Les couplages multiphysiques confèrent à ce phénomène une complexité telle qu'il convient de l'étudier en détail. Typiquement, l'état de l'art ne permet pas actuellement de sélectionner une loi constitutive indiscutable pour la dépendance à la température de la force d'électrostriction lorsque l'on considère des gradients de température réalistes. Cette thèse a pour objet d'étudier théoriquement puis expérimentalement l'effet des forces de polarisation sur un écoulement monophasique présentant un gradient thermique. On étudiera la stabilité en présence de champs électriques d'une configuration originellement stable (e.g. gradient thermique ascendant ou cellule différentiellement chauffée). Cette étude permettra notamment de caractériser le rôle relatif des différentes composantes de forces de polarisation (forces diélectrophorétiques et forces électrostrictives).