

Nom du candidat : Florent FOUCHE

JURY

Président de Jury

Directeur de Thèse

V. SENEZ Directeur de Recherche CNRS à l'Université de Lille1, IEMN

Rapporteurs

C. GOUPIL Professeur à l'Université Diderot à Paris
O. FRANCAIS Professeur à l'ESIEE à Paris

Membres

D. THERON Directeur de Recherche CNRS à l'Université de Lille1, IEMN
A.-M. GUE Directrice de Recherche CNRS au Cancéropôle Grand-Ouest au
LAAS
T. DARGENT Maître de Conférences à l'Université de Lille1, IEMN

TITRE DE LA THESE

Influence de la superhydrophobicité sur la récupération d'énergie
par courant d'écoulement microfluidique

Influence of superhydrophobic surfaces
on microfluidic streaming current harvesting

RESUME

La récupération du courant d'écoulement en tant que source d'énergie est une technologie ayant vu un regain d'intérêt depuis le début des années 2000. Le courant d'écoulement est récupéré en faisant passer un liquide dans des canaux microfluidiques ayant une taille de l'ordre de la dizaine de microns. Des travaux récents ont montré des réalisations générant des densités de puissance comparables à celles de méthodes de récupération d'énergie plus connues (piézoélectricité etc...), montrant que le courant d'écoulement peut être employé pour l'alimentation d'électronique de faible puissance. Cependant l'efficacité de transduction reste faible, de l'ordre de quelques pourcents. Une des pistes très prometteuses pour l'amélioration du rendement du phénomène est l'utilisation de surfaces superhydrophobes dans les micro- ou nanocanaux, avec un gain d'efficacité théorisé d'un ordre de grandeur, allant jusqu'à 37%. Cependant, à ce jour très peu de réalisations expérimentales existent sur ce sujet. Mon travail de thèse s'est inscrit directement dans cette problématique, avec l'étude expérimentale de l'influence d'une surface superhydrophobe constituée d'un tapis de nanofils de silicium dans la récupération du courant d'écoulement. J'ai ainsi réalisé plusieurs récupérateurs d'énergie avec des canaux hydrophiles, hydrophobes et superhydrophobes et j'ai effectué leur caractérisation électrique. En dépit de problèmes de répétabilité et de dégradation des surfaces, une amélioration de la puissance récupérée a été mesurée pour la surface superhydrophobe par rapport à une surface hydrophobe.

Since the beginning of the last decade streaming current has seen renewed interest as a type of renewable energy harvesting. The streaming current is a phenomenon arising when a fluid moves through a porous medium or microchannels, and can be harvested as an electric current and potential. Recent works have shown power densities comparable to other energy harvesting techniques such as piezoelectricity, which opens the way to streaming current as a mean of powering low-power electronics such as wireless sensor networks. However, harvesting efficiencies have yet to reach higher than a few percents. A promising possibility is the use of superhydrophobic surfaces inside the microchannels, with theory predicting efficiencies nearing 40%. However, as of today very little experimental data is available to confirm or infirm this theory. My PhD work aimed at increasing the experimental data on whether energy harvesting streaming current through superhydrophobic microchannels increases the power generated. I have designed and fabricated several microfluidic energy harvesters with microchannel hydrophilic, hydrophobic or superhydrophobic surfaces, and characterized their electrical properties. Despite reproducibility issues and surface degradation, a net gain in power output has been recorded for superhydrophobic surfaces.

Soutenance le 05 mai 2017 à 10h30
Amphi IRCICA