

Université catholique de Louvain
École Polytechnique de Louvain
Département ELEC
Unité LEI
Place du Levant 3, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
Tél. + 32 (0) 10 47 22 50 - fax + 32 (0) 10 47 86 67
marie-christine.vandingenen@uclouvain.be
http://www.lei.ucl.ac.be

École Normale Supérieure de Cachan – Antenne de Bretagne
Laboratoire SATIE
Equipe BIOMIS
Campus de Ker Lann, avenue Robert Schuman, F-35170 Bruz, France
Tél. + 33 (0) 2 99 05 93 00 - fax + 33 (0) 2 99 05 93 29
lab@satie.ens-cachan.fr
www.satie.ens-cachan.fr



L'utilisation de systèmes électromécaniques microstructurés pour analyser et manipuler des solutions biologiques (bio-MEMS) a pris un essor considérable ces dernières années. Dans ce genre de dispositifs, l'utilisation de champs électriques est fréquente, que ce soit pour percer les membranes des cellules et effectuer une transfection de gènes, pour les déplacer ou agir sur le milieu dans lequel elles baignent.

La modélisation des phénomènes induits par ces champs électriques dans les solutions aqueuses est un problème multi-physique et multi-échelle. Au déplacement des électrons s'ajoute en effet la migration des ions présents dans la solution. Ceux-ci se concentrent en particulier aux abords des électrodes formant des couches minces dont les paramètres évoluent de façon encore mal connue en fonction notamment des conditions d'alimentation.

La thèse se concentre sur les applications électro-hydrodynamiques dans lesquelles une solution saline est mise en mouvement par des forces électriques agissant sur ses ions dans des couches minces au voisinage des électrodes. Sont d'abord présentés les résultats expérimentaux et des modèles simples du problème électromécanique dans le cas de structures 2D à électrodes coplanaires. Devant l'importance des écarts entre les résultats théoriques et expérimentaux, des modèles plus complets sont proposés et évalués. Malgré les améliorations fournies par ces modèles, des écarts importants subsistent entre théorie et expérimentation. Une étude totalement découplée des aspects électriques et mécaniques est alors réalisée sur une structure 1D. Cette étude permet de mieux cerner les dépendances de certains paramètres physiques vis-à-vis des conditions d'alimentation avec une comparaison systématique des résultats expérimentaux et des résultats de modèles circuits linéaires et non linéaires, au travers d'une approche fréquentielle par diagrammes de Bode et d'une approche temporelle par figures de Lissajous.

Il a ainsi pu être mis en évidence l'importance pratique potentielle de certains phénomènes rarement pris en compte dans des modèles globaux, tels que la saturation des couches minces.

Des applications pratiques sont dégagées et testées expérimentalement, dans le domaine des micro-mélangeurs.

Laurent De Vroey est né à Bruxelles le 13 février 1979. Diplômé ingénieur civil en électro-mécanique de l'UCL en 2002 et diplômé d'études approfondies en sciences appliquées de l'UCL en 2004, il est assistant de recherche au département d'électricité de l'UCL de septembre 2002 à juin 2008. Durant cette période, il participe à l'enseignement de différents cours d'électricité et d'électromécanique à l'UCL et réalise une thèse de doctorat en cotutelle entre l'UCL et l'École Normale Supérieure de Cachan. Depuis juillet 2008, il travaille chez Laborelec comme Specialist Sustainable Process & Energy Audits.

199 | 2008

LAURENT DE VROEY

Modélisation des couches minces électriques dans les bio-microsystèmes

Modélisation des couches minces électriques dans les bio-microsystèmes

LAURENT DE VROEY

FÉVRIER 2008

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences de l'Ingénieur de l'UCL et de docteur de l'ENS Cachan

École polytechnique de Louvain
Université catholique de Louvain

Laboratoire SATIE
École Normale Supérieure de Cachan

