

Project de Maîtrise en génie électrique

Date de début: Mai ou Septembre 2018

Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT)

Département de génie électrique et génie informatique

Université de Sherbrooke, Québec, Canada

Laboratoire: Semi-conducteurs quantiques et bio-nanotechnologies photoniques

Site web: www.dubowski.ca

Responsable du projet: Prof. Jan J. Dubowski, SPIE Fellow

Tél.: (819) 821-8000 x. 62528

E-mail: jan.j.dubowski@usherbrooke.ca

Titre: **Étude *in situ* de l'interaction contrôlée entre les molécules chargées électriquement et les surfaces de semi-conducteurs III-V fonctionnalisées**

Résumé du projet:

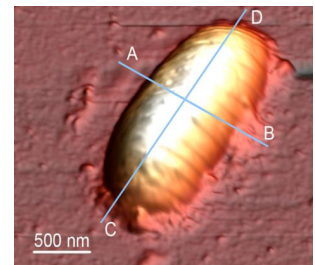
Le laboratoire de semi-conducteurs quantiques et bio-nanotechnologies photoniques à l'**institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT)** a été impliqué dans la recherche fondamentale et appliquée sur les interactions entre des molécules électriquement chargées et les surfaces fonctionnalisées de semi-conducteurs quantiques (SQ) de type III-V. Une des axes de cette activité est focalisée sur le développement d'un biosenseur pour la détection rapide de virus et de bactéries. Notre intérêt pour cette recherche est relié au besoin urgent à développer des appareils attrayants pour le monitoring rapide de l'environnement (par ex. les eaux de plaisance) et les produits d'industrie alimentaire pour la présence d'agents pathogènes qui pourraient compromettre la santé publique.

Si une biomolécule chargée négativement (les virus et les bactéries sont des objets chargés négativement) est immobilisée à proximité d'une surface de semi-conducteur (~10 nm), il pourrait affecter la courbure de bande d'un tel semi-conducteur. En plus du transfert de charge, ceci pourrait modifier des propriétés optiques (par ex., la photoluminescence) du semi-conducteur. Nous pouvons mesurer cet effet avec une haute précision. L'intérêt particulier de cette recherche est que le métabolisme bactérien mène à l'émission des ions H^+ , qui pourraient modifier le processus de l'interaction entre le semi-conducteur et les bactéries. C'est ce que nous espérons démontrer dans le cadre de ce projet (considéré comme **But 1**).

Avec notre approche de biosenseur photonique à base de semi-conducteur quantique (QSPB), nous avons déjà réalisé une détection rapide des bactéries *E. coli* et de *L. pneumophila*.¹⁻² Nous avons aussi démontré que la réaction bactérienne aux antibiotiques pourrait être contrôlée avec cette technique.³ La sensibilité de détection de la technique QSPB dépend de la photocorrosion contrôlée des nano-hétérostructures GaAs/AlGaAs.⁴ À la limite des conditions de seuil de la photocorrosion, nous nous attendons à avoir une sensibilité maximale, ce qui sera visée par cette recherche (**But 2**).

Connaissances exigées:

Nous cherchons un étudiant (ou une étudiante) de génie électrique ou de génie physique avec une bonne connaissance de la physique des semi-conducteurs et de l'état solide. Le candidat (ou la candidate) devrait être hautement motivé, apprécier le travail pratique et démontrer une indépendance à mener le projet à la conclusion. Le candidat (ou la candidate) devrait démontrer un intérêt à travailler dans un environnement interdisciplinaire rassemblant des chercheurs en physique, chimie et en microbiologie.



AFM picture of *E. coli* immobilized specifically on the biofunctionalized surface of GaAs (001) [Duplan et al., *Sensors & Actuators B160*, 46-51 (2011)].

1. Nazemi, E.; Aithal, S.; Hassen, W. M.; Frost, E. H.; Dubowski, J. J., GaAs/AlGaAs heterostructure based photonic biosensor for rapid detection of Escherichia coli in phosphate buffered saline solution. *Sensor Actuat B-Chem* **2015**, *207*, 556-562.
2. Aziziyan, M. R.; Hassen, W. M.; Morris, D.; Frost, E. H.; Dubowski, J. J., Photonic biosensor based on photocorrosion of GaAs/AlGaAs quantum heterostructures for detection of Legionella pneumophila. *Biointerphases* **2016**, *11* (1), 019301.
3. Nazemi, E.; Hassen, W. M.; Frost, E. H.; Dubowski, J. J., Monitoring growth and antibiotic susceptibility of Escherichia coli with photoluminescence of GaAs/AlGaAs quantum well microstructures. *Biosens Bioelectron* **2017**, *93*, 234-240.
4. Dubowski, J. J.; Nazemi, E.; Aithal, S.; Huang, X., Photo-electrochemical sensing method using photoluminescence-emitting semiconductors. *Patent* **2015**, PCT/CA2015/050073 (Allowed, to be issued in Summer 2018).