



Université Claude Bernard



## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **6 avril 2018**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **GODAIN Alexiane**

Titre de la thèse : « Etude de l'Activité Electrocatalytique des Biofilms Microbiens en fonction des Forces d'Adhésion pour l'Optimisation des Performances des Biopiles Microbiennes »



### Résumé

Les piles à combustible microbiennes, en tant que biotechnologie potentiellement durable, peuvent assurer la conversion directe de la matière organique en électricité en utilisant des biofilms bactériens comme biocatalyseurs. Dans un contexte politique où les législations françaises et européennes favorisent et imposent la revalorisation des déchets organiques provenant des industries ou des collectivités territoriales, les biopiles microbiennes semblent un moyen peu coûteux et prometteur pour répondre à ce besoin. Cette thèse a pour objectif d'améliorer les connaissances sur la formation des biofilms électroactifs à la surface de l'anode, et de comprendre les mécanismes impliqués dans la compétition entre les bactéries électroactives et les autres communautés bactériennes dans le but d'améliorer la sélection des bactéries électroactives dans le biofilm anodique. Une attention particulière sera portée sur les forces de cisaillement comme un outil de contrôle de la formation des biofilms anodiques. Ces recherches ont pour but à long terme d'améliorer la production d'électricité produite par les biopiles microbiennes, et plus particulièrement d'améliorer les performances du compartiment anodique, en vue d'appliquer cette technologie dans les stations d'épurations pour la réduction du coût énergétique du traitement des eaux usées.

A travers cette thèse, différents points sur la dynamique des communautés bactériennes lors de la formation du biofilm ont été mis en évidence. La formation du biofilm est divisée en deux étapes. Dans un premier temps, les BEAs non spécifiques se développent dans toutes les biopiles, produisant ou non de l'électricité et dans le milieu liquide comme sur l'anode. Les BEAs spécifiques deviennent ensuite plus compétitives et prédominantes mais seulement dans les biopiles produisant de l'électricité et seulement dans le biofilm anodique. Cette deuxième étape correspond à une augmentation exponentielle de la production d'électricité. A partir de ces résultats, nous émettons l'hypothèse qu'une inhibition de la première étape devrait diminuer la compétition entre les BEAs non spécifiques et spécifiques au cours de la colonisation anodique, et favoriser la croissance des BEAs spécifiques dans le biofilm. Nous proposons d'utiliser la contrainte de cisaillement pour sélectionner les BEAs spécifiques pendant l'étape d'adhérence en détachant les BEAs non spécifiques. Dans un premier temps, pour cette étude, des biopiles avec une configuration de chambre à écoulement de cisaillement ont été conçues, construites et mises en place. Les résultats démontrent que sous une contrainte de cisaillement élevée, l'abondance des BEAs spécifiques telle que *Geobacter* était très élevée, jusqu'à 30,14% en opposition à une contrainte de cisaillement faible où l'abondance relative était inférieure à 1%. En outre, la contrainte de cisaillement diminue le pourcentage de couverture de la surface anodique, ce qui montre que la sélection des BEAs spécifiques se produit en détachant d'autres bactéries. Ainsi, la contrainte de cisaillement pourrait être utilisée pour sélectionner les BEAs spécifiques durant les premières étapes d'adhésion. Enfin, l'effet de la contrainte de cisaillement sur la sélection microbienne au cours de la croissance du biofilm a été étudié. Ces résultats confirment les conclusions précédentes: les BEAs spécifiques sont sélectionnées lorsque les contraintes de cisaillement sont plus élevées. Ce travail démontre le rôle majeur des contraintes de cisaillement dans la formation du biofilm. L'utilisation de contraintes de cisaillement pourrait être un moyen de contrôler la

sélection des BEAs et la quantité de matière morte dans les biofilms anodiques. C'est un facteur qui devrait être pris en compte dans l'architecture et la mise en place des réacteurs.