**Conception et mise en œuvre d'un prototype optimisé de piles à combustible microbiennes pour la conversion d'énergie à partir des eaux usées**

**Abstract**

Microbial Fuel Cells (MFCs) allow to convert directly into electricity part of the energy contained in biodegradable substrates, thanks to the formation of an electroactive biofilm on the surface of their anode. These bioelectrochemical systems are future-oriented energy harvesting solutions and could, for example, be used to supply autonomous sensors in isolated areas or, more generally, be installed in wastewater treatment plants.

Nevertheless, after about twenty years of development, the performance of PCMs tends to stagnate. The solution frequently chosen to improve their results is to develop new anode materials by optimizing their structure or their surface, but very often by neglecting the criteria of longevity, price and transposability to an industrial scale, which are essential for this application.

he objective of this study is to propose efficient anodes, with a simple manufacturing process, cheap and stable in time. The anodes are developing are made of flexible copper foil coated with a conductive composite and have been electrochemically and microstructurally characterized.

Then, their integration in prototypes of PCMs inoculated with activated sludge allowed to measure the influence of various parameters of the metallic anode (doping, thickness, ...) on the electrical performances, with the main objective to maximize their specific surface while limiting their clogging.

Measurements were also carried out in order to study in more detail the various electrochemical phenomena involved.

These new anodes are promising because they allow to obtain considerable power densities with a cost of electrode, compared to the literature, considerably reduced.

**Keywords:** water treatment | energy | wastewater | bacteria microbial fuel cell | anode materials | copper electrodes ; NFC-PDMS, Biochar | surface modification | biofilm | power density

**Résumé**

Les Piles À Combustible Microbiennes (PCMs) permettent de convertir directement en électricité une partie de l’énergie contenue dans des substrats biodégradables et ce, grâce à la formation d’un biofilm électroactifs à la surface de leur anode. Solutions de grappillage énergétique d’avenir, ces systèmes bioélectrochimiques pourraient ainsi, à titre d’exemple, servir à l’alimentation autonome de capteurs en zone isolée ou être plus généralement implantés au sein de stations d’épuration.

Néanmoins, après maintenant une vingtaine d’années de développement, les performances des PCMs ont tendance à stagner. La solution fréquemment retenue pour améliorer leurs résultats est de développer de nouveaux matériaux d’anode en optimisant leur structure ou leur surface mais très souvent en négligeant les critères de longévité, de prix et de transposabilité à une échelle industrielle, essentiels pour cette application.

L’objectif de cette étude est de proposer des anodes performantes, avec un procédé de fabrication simple, bon marché et stables dans le temps. Constituées de cuivre en feuille flexible revêtue par un composite conducteur, les anodes que nous développons ont été dans un premier temps caractérisées électro chimiquement et d’un point de vue microstructural.

Puis, leur intégration au sein de prototypes de PCMs inoculés avec des boues activées a permis de mesurer l’influence de divers paramètres de l’anode métallique (dopage, épaisseur, ...) sur les performances électriques, avec comme objectif principal de maximiser leur surface spécifique tout en limitant leur colmatage.

Des mesures ont également été réalisées afin d’étudier plus en détail les différents phénomènes électrochimiques entrant en jeu.

Ces anodes inédites s’avèrent prometteuses car elles ont permis d’obtenir des densités de puissance assez considérables avec un coût d’électrode, comparativement à la littérature, considérablement diminué.

**Mots-clés** : traitement de l'eau | énergie | eaux usées | bactéries pile à combustible microbienne | matériaux d'anode |électrodes en cuivre ; NFC-PDMS, Biochar | modification de surface | biofilm | Densité de puissance.