



De la bioélectricité via la biomasse !

TOU-DALLIL Insaf
 Attachée de recherche
 Division Bioénergie et Environnement - CDER
 E-mail: i.tou@cder.dz

Introduction

La disponibilité des hydrocarbures est particulièrement réduite durant les dernières années et leur extraction nécessite des technologies très avancées, onéreuses, polluantes et parfois dévastatrices sur l'environnement. Le besoin de diminuer notre dépendance aux énergies fossiles et faire appel aux énergies alternatives s'est fait de plus en plus pressant (1).

Pour cela, plusieurs sources d'énergie renouvelables et durables ont été introduites dans le marché au cours du siècle dernier, dont une nouvelle technologie de l'énergie de la biomasse, à partir de l'énergie solaire et basée sur les principes de l'activité biologique du sol, de plantes vivantes et de microorganismes : « La pile à combustible microbienne à plante (P-MFC) » (2).

Ce projet s'inscrit dans l'une des thématiques de la Division Bioénergie et Environnement, et répond à l'un de ses objectifs dont la maîtrise des procédés de la production de bioénergie autres que les biocarburants, issues de la méthanisation, la gazéification, la pyrolyse,...et autres.

De l'énergie solaire à l'énergie électrique !

Dans les systèmes P-MFC, l'énergie solaire est transformée en énergie électrique par oxydation des rhizodépôts catalysés par des bactéries rhizosphériques électro-actives (2).

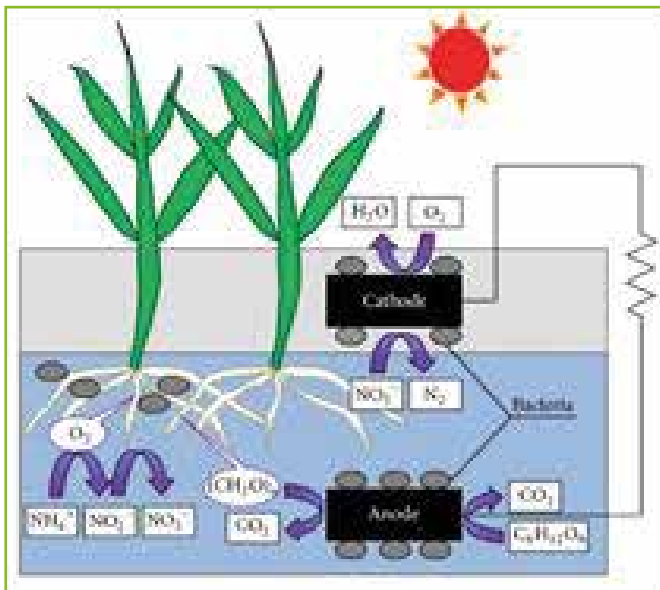


Figure 1: Principe de fonctionnement d'une p-MFC

La photosynthèse joue un rôle primordial pour la production énergétique. En captant les rayons du soleil, la photosynthèse permet de fixer le CO_2 par la partie aérienne de la plante vivante sous forme d'hydrates de carbone, dont 70% environ migrent vers les racines et sont ensuite libérés au niveau de la rhizosphère. Les racines des plantes libèrent au niveau de la rhizosphère différents types de composés organiques à savoir: les exsudats (sucres, acide organique,

etc...), excréments (Hydrates de carbone polymériques et enzymes), lysats (cellules mortes) et gaz (éthylène et CO_2) par le processus de rhizodéposition (3). Les microorganismes de la rhizosphère sont responsables de l'oxydo-réduction de la matière organique ainsi secrétée libérant des électrons (e^-), qui peuvent être mis en valeur dans un circuit électrique afin de générer de l'électricité dite biologique. Pour cela, une anode est utilisée dans le milieu rhizosphérique afin d'assurer les réactions d'oxydation de la matière organique, connectée à une cathode placée en surface. Les e^- et les H^+ sont captés par l'anode, et migrent vers la cathode (1,2).

Des microorganismes pour produire de la bioélectricité

Les piles à combustible microbiennes sont des systèmes bio-électrochimiques générant du courant électrique grâce à la catalyse des « réactions électrochimiques entre les électrodes » par des microorganismes vivants. Il s'agit le plus souvent de bactéries qui s'organisent naturellement en biofilm connecté électriquement à la surface des électrodes. Ces catalyseurs biologiques représentent une alternative séduisante aux catalyseurs chimiques classiquement utilisés dans les piles à combustibles, qui sont souvent chers, toxiques et peu stables (4).

À l'anode, les bactéries catalysent des réactions d'oxydation de molécules organiques en dioxyde de carbone. Ces réactions sont liées au métabolisme respiratoire. En effet les bactéries entourant les racines des plantes (rhizosphériques) se nourrissent essentiellement des produits de la photosynthèse (3).

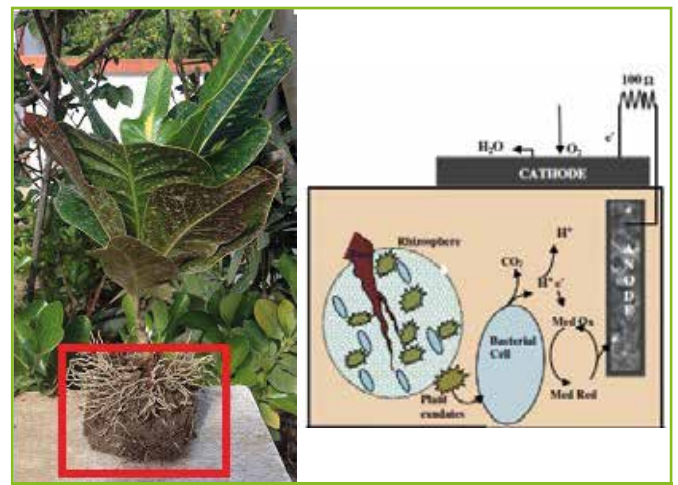


Figure 2: Rôle électro-actif des bactéries rhizosphériques

Conception du dispositif P-MFC au CDER

Les piles microbiennes à plante, sont des systèmes bioélectrochimiques très prometteurs pour la génération d'une énergie verte renouvelable et durable.

Nous démontrons la possibilité de générer de la bio-électricité à partir de l'énergie solaire et de la biomasse, sur les principes de l'activité



biologique du sol en utilisant des plantes vivantes et d'optimiser par la suite les conditions physico chimiques et biologiques pour obtenir de meilleurs rendements en bioélectricité.



Figure 3: Dispositif de P-MFC conçu au CDER

La P-MFC... une alternative crédible

Dans les systèmes P-MFC, les unités électrochimiques : plantes vivantes et microorganismes, sont capables de produire directement de l'électricité propre et durable à partir de l'énergie solaire, à travers un processus naturel autour des racines des plantes.

La pile microbienne à plantes, se révèle non polluante, discrète et durable, fonctionnant avec une grande variété de plantes, pouvant être installée sur des toits plats, ou dans des zones humides exploitées par l'agriculture sans en gêner l'utilisation (dans des rizières, en milieu marécageux,..) (2).

Lors de plusieurs tests et travaux scientifiques, la production pouvait atteindre 0,4 watt par mètre carré (W/m^2) de plantes en cours de croissance, soit plus que le courant généré par diverses autres piles microbiennes exploitant la fermentation de la biomasse. Des chercheurs estiment que d'ici quelques années, la productivité du système pourrait atteindre $3,2 W/m^2$, et des habitations pourraient être alimentées par des plantes cultivées sur les toits, dont un toit plat de $100 m^2$ pourrait fournir suffisamment d'électricité à l'année pour alimenter une habitation (soit en moyenne 2.500 kWh/an) (1,2,4).

La technologie P-MFC pourrait donc être une combinaison intéressante, pour une application innovante sur le marché de l'énergie en utilisant des panneaux ou des toits verts pour produire de l'électricité, il s'agit donc d'un point positif pour le développement de cette filière.

Références

1. Logan B.E., Cheng, S., Watson, V. and Estadt, G., 2007- Graphite fiber brush anodes for increased power production in air-cathode microbial fuel cells. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 41, pp. 3341-3346.
2. Ruud A. Timmers David, PBTB. Strick, HVM. Hamelers HVM, Snel JFH, Buisman CJN. 2010: Long-term performance of a plant microbial fuel cell with *Spartina anglica*. *Appl Microbiol Biotechnol.* Vol. 86, pp. 973-981
3. Chiranjeevi. P., 2012: Rhizosphere mediated electro-genesis with the function of anode placement for harnessing bioenergy through CO_2 sequestration- *Bioresource Technology Journal.* Vol. 124, pp. 264-370
4. Marjolein. H 2012- Design criteria for the Plant-Microbial Fuel Cell: Electricity generation with living plants-from lab to application, 148 pages, PhD thesis,



L'Université KASDI MERBAH de Ouargla (UKMO)

et

Le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER) - Algérie

organisent :

Le 5ème Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies de Séchage (SMSTS'2015)

Le 22-24 Novembre 2015

en collaboration avec :

- Laboratoire de Développement des Energies Nouvelles et Renouvelables en Zones Arides. (LENREZA), Ouargla - Algérie
- Laboratoire de valorisation et promotion des ressources sahariennes. (VPRS), Ouargla - Algérie
- Laboratoire d'Exploitation et Valorisation des Ressources Naturelles en Zones Arides. (EVRENZA), Ouargla - Algérie
- Laboratoire de Mécanique des fluides appliquée, Génie des Procédés et Environnement. Sfax - Tunisie
- Laboratoire d'Energétique et des Transferts Thermique et Massique. Tunis - Tunisie
- Laboratoire d'Energie Solaire et des Plantes Aromatiques et Médicinales. (ENS), Marrakech - Maroc
- Laboratoire des Procédés, Métrologie et des Matériaux pour l'Energie et l'Environnement. (FST), Marrakech - Maroc

Contact :

Siteweb: <http://manifest.univ-ouargla.dz/>

Email: smsts2015@gmail.com

