



## L'Electrochimie au service des énergies renouvelables

AZRI Mounia

Attachée de recherche

Division Bioénergie & Environnement

E-mail : myazri@cder.dz

L'électrochimie peut être définie comme la science des transformations chimiques provoquées par (ou qui provoquent) du courant électrique. Depuis la pile Volta l'électrochimie s'est énormément développée, tant sur le plan fondamental que celui des applications dans divers secteurs : l'énergie (production et stockage) l'électro-synthèse, la préparation de métaux ou non métaux réactifs, l'analyse, ou encore le monde du vivant. L'électrochimie a donné lieu à une grande diversité d'applications industrielles. Ces applications font toujours l'objet de recherches actives, en particulier lorsqu'elles s'inscrivent dans des objectifs de développement durable et d'une meilleure gestion de la matière et de l'énergie. En effet, le couplage de l'électricité avec les changements de la matière sont actuellement au cœur des procédés les plus crédibles de stockage des énergies renouvelables intermittentes.

La force de cette discipline se trouve dans sa pluridisciplinarité. De ce fait, elle explore continuellement de nouvelles voies d'application dans des domaines très divers dont quelques exemples sont cités dans cet article.

### Electrochimie et environnement

Cette spécialité met l'accent sur les interactions de plus en plus nombreuses entre l'électrochimie et les sciences dédiées aux études des eaux polluées industrielles comme les colorants synthétiques « industrie textile », pesticides « industrie agricole », l'industrie pharmaceutique ou plus récemment l'industrie pétrochimique, puisque les traitements biologiques deviennent impuissants face à des molécules réfractaires ou récalcitrantes. L'électrochimie offre un moyen formidable pour oxyder la pollution récalcitrante de manière efficace, économique et écologique. Il s'agit de produire des entités très puissantes le radical hydroxyle  $\text{OH}\cdot$  ( $E=2.08\text{V}/\text{ENH}$ ) de façon indirecte via la cathode. Ce procédé est appelé « Electro-Fenton » [1]. Les variances de l'électrochimie dans le domaine de traitement de polluants aqueux ne sont pas moindres. En effet l'oxydation anodique est couramment utilisée avec une anode de Pt ou  $\text{PbO}_2$  et BDD (anode de diamant dopée au bore)[2].

Dans le même axe, le traitement des sols pollués n'échappe pas à l'application électrochimique, surtout en présence de métaux lourds. L'utilisation directe d'un courant électrique

s'avère être une technologie novatrice pour la restauration in situ des sols pollués. Le processus est conduit par un courant continu appliqué entre deux électrodes implantées dans le site, ce qui induit les mouvements des contaminants. Les mécanismes de transports qui gouvernent cette technique dite électrocinétique ou processus électrochimique sont l'électromigration par les mouvements des ions, l'électro-osmose par le déplacement du liquide et l'électrophorèse par le déplacement des particules chargées.

Mais le service le plus universel que l'électrochimie rend à l'environnement, c'est de pouvoir connaître et mesurer de façon fiable, précise et sensible la teneur en polluants.



Photo 1 .Analyser électrochimique

1 : pH-mètre, 2 : Conductimètre, 3 : Dosage  $\text{O}_2$  dissous, 4 : Titrations potentiométriques, 5 : Electrodes et capteurs, 6 : Electrodes, 7 : Multiparamètre

### L'Electrochimie et les énergies renouvelables

L'électrochimie, comme son nom l'indique, couple la chimie à l'électricité c'est donc une discipline particulièrement importante pour la production et le stockage de l'énergie électrique, effectués par les piles et les accumulateurs.

La pile à combustible (PAC) compte parmi les technologies envisagées pour l'avenir en termes de production d'énergie



électrique [3]. Ce convertisseur à la fois propre et efficace permet de convertir l'énergie chimique de l'hydrogène en énergie électrique utilisable directement et une énergie thermique qu'il est possible de valoriser.

L'hydrogène est un vecteur énergétique fortement pressenti pour le futur par les grands spécialistes mondiaux au vu de son énergie massique trois fois plus importante que l'essence.

En termes d'énergie, le photovoltaïque n'est pas épargné par l'implication d'un processus électrochimique. L'énergie solaire est récupérée pour produire de l'énergie électrique [4]. Cette énergie électrique peut être utilisée comme générateur dans des procédés électrochimiques (PAC) dans des stations de pompage pour le traitement de l'eau et les combinaisons sont multiples.

L'application la plus surprenante de l'électrochimie en matière de conversion directe de la matière organique en énergie électrique en utilisant des biofilms bactériens comme catalyseur est la biopile[5].

Le principe est simple, dans cette pile à combustible microbienne, la présence de micro-organismes colonise l'anode et utilise comme combustible toutes sortes de matières organiques : déchets organiques contenus dans les eaux usées, les déchets agricoles, les déchets domestiques et tout type de substrat fermentescible. La technologie permet donc de produire directement de l'énergie électrique par la dégradation de la biomasse et de la matière organique. Les piles à combustibles microbiennes ouvrent la voie à l'exploitation de combustible à très bas coût, voire gratuit lorsqu'il s'agit de la charge organique contenue dans les effluents aqueux domestiques ou industriels. La biopile assure alors une double fonction : produire de l'électricité et intensifier les procédés

de traitement d'effluents en accélérant la dégradation de la matière carbonée.

L'électrochimie est une activité pluridisciplinaire, elle intervient dans la protection de l'environnement et dans les techniques d'analyses les plus ardues, mais son engagement actuel dans les énergies renouvelables comme les piles à combustibles, le photovoltaïque et les biopiles lui laisse une marge d'exploration importante.

## Références

- 1 . Oturan, M.A., N. Oturan, C. Lahitte and S. Trevin, Production of hydroxyl radicals by electrochemically assisted Fenton's reagent: Application to the mineralization of an organic micropollutant, pentachlorophenol. *J. Electroanal. Chem.*, 507(1-2), 96-102 (2001).
- 2 . E. Brillas, B. Boye, I. Sir 'es, J.A. Garrido, R.M. Rodriguez, C. Arias, P.L. Cabot, Ch. Comninellis, *Electrochim. Acta* : Electrochemical degradation of clofibric acid in water by anodic oxidation Comparative study with platinum and boron-doped diamond electrodes 49 (2004) 4487.
- 3 . M.C. Potter, *Proc. R. Soc. (Lond.) B* 84 : Pile à combustible (1911) 260.
- 4 . A. Labouret, P. Cumunel, J.-P. Braune, Faraggi. *Cellules solaires les bases de l'énergie photovoltaïque* 4ème édition, 1995.
- 5 . Logan BE, Call D, Cheng S, Hamelers HVM, Sleutels THJA, Jeremiasse AW, et al. Microbial electrolysis cells for high yield hydrogen gas production from organic matter. *Environ Sci Technol* 2008;42:8630e40
- 6 . Lovley D.E, Harvesting electricity with microorganisms *Nature Reviews, Microbiology*, 4 (2006) 497



Photo 2 . pile à combustible microbienne à deux compartiments [6].