

Étude sur les performances des cellules photosensibles à colorant (exemple des cellules de Graetzel).

En seconde, j'ai découvert la production d'énergie à partir d'une feuille artificielle (Daniel Nocera, MIT). Avec le TIPE, j'ai voulu approfondir mes recherches d'énergies durables. J'ai ainsi découvert l'existence des cellules à colorant photosensible, sur lesquelles j'ai pu travailler. La feuille artificielle étant plus difficile à réaliser.

Le concept « One health » , montre qu'on ne peut plus distinguer la santé humaine de la qualité de notre environnement. Ce sujet vise donc à rechercher et optimiser de nouvelles énergies respectueuses de l'environnement. L'objectif est d'éviter l'usage des énergies polluantes et donc préserver la santé.

Une demande de confidentialité a été enregistrée pour ce MCOT.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

CHIMIE (Génie Chimique), PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Cellule à colorant photosensible</i>	<i>Dye Sensitive Solar Cell (DSSC)</i>
<i>Oxydo-réduction</i>	<i>Redox</i>
<i>Courant</i>	<i>Power</i>
<i>Énergie alternative</i>	<i>Alternative energy</i>
<i>Développement durable</i>	<i>Sustainable development</i>

Bibliographie commentée

Le concept « One Health » est plutôt récent, mais semble évident. En effet, on ne peut envisager la santé humaine sans se préoccuper des enjeux environnementaux. [5] L'énergie est un de ces enjeux majeurs. Non seulement les énergies fossiles seront bientôt épuisées, mais en plus, elles émettent des gaz à effet de serre et participent au réchauffement climatique. Il est donc urgent de développer et optimiser des alternatives respectueuses de l'environnement.

L'architecture de demain devra prendre davantage en compte les performances énergétiques. L'école polytechnique de Lausanne dont une façade est constituée de cellules de Graetzel fournissant de l'électricité a initié les recherches dans ce domaine. Certes, il est indispensable de poursuivre les recherches sur les matériaux pour augmenter les rendements et la stabilité dans le temps.

Les cellules à colorant photosensible (DSSC) s'inspirent du processus de la photosynthèse présent naturellement chez les végétaux pour produire de l'énergie électrique à partir de l'énergie solaire (lumineuse) [6]. Ces cellules présentent des avantages : elles sont constituées de matériaux peu coûteux et abondants dans la nature comme le dioxyde de Titane (TiO₂) ou le diiode (I₂)[1,3,4],

elles peuvent aussi être transparentes. Ces propriétés permettent d'envisager des installations sur de grandes surfaces et ainsi augmenter la capacité de production d'électricité. Ce TIPE porte plus précisément sur la cellule de Graetzel qui est assez facile à produire (réalisable en 3 heures) [1]. Certaines expériences m'ont permis de produire un courant de faible intensité, avec des produits courants (type ménagers) [7].

L'étude des performances portera sur une cellule réalisée en suivant les protocoles de Smestad et Grätzel [1] ainsi que Martineau [2] :

La cellule est composée d'une anode et d'une cathode. A l'anode, on dépose une pellicule de pâte de dioxyde de titane et d'acide acétique par la méthode Doctor-Blade. Cette pâte est cuite, puis on l'imbibe de jus de framboise qui fournira les électrons. A la cathode, on crayonne le verre conducteur pour y déposer une couche de carbone. Les plaques sont superposées pour former la cellule. Le contact est amélioré par l'injection d'une solution électrolytique à base de diiode. Le courant est créé par une oxydo-réduction: les électrons migrent d'une plaque de verre conducteur à l'autre. Le jus de framboise, facile à obtenir remplace la chlorophylle (plus difficile à extraire et plus instable dans le temps).

Les recherches ont montré que l'angle d'approche de la lumière a peu d'incidence sur le rendement électrique [1,3,4]. Je dois réaliser plusieurs expériences pour mesurer le courant produit selon l'intensité lumineuse et l'angle incident de lumière. Je pourrais ainsi estimer le rendement du dispositif en fonction des différentes conditions.

Pour améliorer le rendement de ces cellules, il serait intéressant de changer de composants (aluminium et zinc) ou de colorant qui restent abordables et abondants. En effet, de récentes études montrent une amélioration des rendements avec ce types de matériaux [3,4].

Problématique retenue

Comment améliorer les performances des cellules de Graetzel ? Quelles sont les conditions pour optimiser les rendements électriques ?

Objectifs du TIPE

L'objectif du TIPE est de réaliser des cellules de Graetzel et de modifier les conditions expérimentales pour améliorer les rendements en production d'électricité. L'objectif final est de développer les énergies respectueuses de l'environnement et la santé en général.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] GREG P. SMESTAD, MICHAEL GRÄTZEL : Demonstrating Electron Transfer and Nanotechnology: A Natural Dye-Sensitized Nanocrystalline Energy Converter : 1998, *Journal of Chemical Education*, Vol. 75 No.6
- [2] DAVID MARTINEAU : Dye Solar Cells For Real : The Assembly Guide for Making Your Own Solar Cells : 2012, *Solaronix*

- [3] TRULY THERESIA SAPUTRINA, IWANTONO, AWITDRUS, AKRAJAS ALI UMAR : Performances of Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) with Working Electrode of Aluminium-Doped ZnO Nanorods : 2020, *Science, Technology, and Communication Journal*
- [4] MIKKO KOKKONEN ET AL : The Royal Society of Chemistry, Advanced research trends in dye-sensitized solar cells : 2021, *J. Mater. Chem. A*, 9, 10527
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/ta/d1ta00690h>
- [5] DELPHINE DESTOUMIEUX-GARZÓN ET AL : The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead : 2018 , *Vet. Sci.*,/ <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>
- [6] FUTUREMAG : Michael Graetzel, aventurier du solaire : 2015, *Futuremag-Arte*
- [7] AUGUSTIN DE SURY, TOM NAHON, HECTOR BRUNEL : Peut-on créer de l'électricité écologique à partir de matériaux recyclés que l'on trouve chez soi ? : 2018-2019, *Mémoire olympiades de physique*,
http://www.lyceethibautdechampagne.com/IMG/pdf/memoire_olympiades_de_physique_2019_7_.pdf

DOT

- [1] Mars 2021: choix d'un premier sujet, la feuille artificielle.
- [2] Juin 2021: changement du sujet au vue de la complexité de la réalisation d'une feuille artificielle. J'ai alors décidé de travailler sur la cellule de Graetzel.
- [3] Septembre : prise de contact avec une chercheuse de l'ICGM pour des renseignements sur les matériaux conducteurs. Cependant, la chercheuse n'était pas disponible.
- [4] Septembre-Novembre: documentation sur les cellules de Graetzel, leur protocole de réalisation, leur rendement.
- [5] Novembre: commande des plaques de verre conducteur, début des expériences.