

4CI013 Chimie et Energie									
Mots clés : Energie solaire, photovoltaïque, énergie électrique, batteries, hydrogène, catalyse, raffinage, biocarburants									
Responsable Xavier Carrier, Professeur, Laboratoire de Réactivité de Surface, Sorbonne Université									
ECTS	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	Tutorat (h)	Ecrit (%)	CC (%)	TP (%)	Oral (%)	Eval. répartie
30	18	12			100				oui
<p><i>Descriptif de l'UE</i></p> <p>L'UE « Chimie et énergie » a pour objectif de fournir à des étudiants chimistes généralistes les clefs de lecture nécessaires à la compréhension des enjeux sociétaux associés à la production d'énergie et à la façon dont la chimie peut y répondre. Il s'agira, d'une part, de présenter une vue synoptique de trois grands domaines de la production et du stockage de l'énergie (détaillés ci-dessous) sous leurs aspects économiques et techniques (ingénierie) et, d'autre part, de détailler la chimie et physico-chimie impliquées dans l'élaboration des matériaux dédiés et de leur mise en œuvre. Nous aborderons les trois thèmes suivants :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Energie solaire et cellules photovoltaïques. 2) Energie électrique : stockage (batteries, supercondensateurs), piles à combustible et hydrogène comme vecteur d'énergie. 3) Carburants issus de ressources fossiles ou renouvelables : raffinage et biocarburants. 									
<p><i>Objectifs d'apprentissage</i></p> <p>A l'issue de l'UE l'étudiant sera en mesure de porter un regard critique sur les solutions énergétiques mises en place ou proposées pour le futur en analysant les problématiques sociétales et mobilisant ses compétences de chimistes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1) L'étudiant identifiera les différentes technologies de cellules photovoltaïques (inorganiques et organiques) et discutera leurs principes de fonctionnement. - 2) L'étudiant décrira les différents dispositifs de stockage et de conversion électrochimique et distinguera les mécanismes physico-chimiques ou redox mis en jeu. - 3) L'étudiant sera capable de définir les bases de la catalyse hétérogène, discipline centrale pour la production de carburants et d'analyser l'impact environnemental des biocarburants. 									
<p><i>Prérequis</i></p> <p>L'étudiant est en mesure de décrire les méthodes de synthèses courantes des matériaux inorganiques ainsi que leurs structures à l'image de l'enseignement dispensé dans l'UE 3C013. Il peut définir les notions essentielles de cinétique (loi d'Arrhénius) et d'électrochimie (type d'électrodes et sens de circulation des électrons).</p>									
Langue ⁽¹⁾	Cours, TD, TP En Français.					Documents Français ou anglais en fonction des sources.	Bibliographie Français ou anglais en fonction des sources.		

(1) D'une manière générale, les documents de cours sont à rédiger en anglais. Les sujets d'examen sont en anglais ou accompagnés d'une explication en anglais s'il y a des étudiants non francophones.

Fonctionnement de l'UE

Introduction. (X. Carrier, 2h CM)

- I. Les défis de l'énergie.
 - I.a. Raréfaction des ressources
 - I.b. Maîtriser les émissions de gaz à effet de serre
 - I.c. Quelles solutions ?
- II. Biocarburants
- III. Energie solaire
- IV. Stockage de l'énergie électrique

Carburants fossiles ou renouvelables. (X. Carrier, G. Laugel, 4h CM, 4h TD)

- I. Introduction à la catalyse
 - I.a. Généralités, historique et définition
 - I.b. Les grands procédés de catalyse hétérogène
 - I.c. Un exemple de catalyseurs : les zéolithes
- II. Biocarburants

Energie solaire et cellules photovoltaïques. (D. Kreher, L. Tortech, 6h CM, 4h TD)

General approach

- Different types of solar cells : rapid introduction
- How about semiconductor and molecular electronics ?

Some theoretical aspects

- Electronic concepts and structures, Supramolecular architectures, P/N junction, band diagram,
- Charge transport rules and mobility measurements

From the chemistry to the device

- The case of Grätzel cells
- A new material : toward perovskite cells
- The case of fully organic solar cells

Physical preparation of the layers

- for soluble materials
- for insoluble materials

Physical and opto electrical characterizations of the layers

- Ellipsometry, near field microscopy (AFM and STM), Opto-electronic properties of a device

General Conclusions

Energie électrique. (C. Laberty, M. Salanne, 6h CM, 4h TD)

- I. **Introduction sur le stockage de l'Energie**
Dans cette introduction, nous discuterons des besoins du stockage de l'énergie et nous présenterons les dispositifs existants avec leurs avantages et leurs inconvénients.
- II. **Présentation des différents types de batteries**
Dans cette partie du cours, nous présenterons les différents types de batterie et les évolutions au cours de ces dernières années. Nous finirons par présenter les nouveaux systèmes à l'étude en particulier pour les applications dans le domaine des transports.
- III. **Présentation des super-condensateurs**
Les supercondensateurs seront présentés et en particulier, nous discuterons de leur importance pour des applications nécessitant de fortes puissances (stockage de l'énergie de freinage dans les véhicules, etc).
- IV. **Introduction sur les piles à combustible**

Cette partie du cours présente le principe de fonctionnement des piles à combustible et les différents types de pile qui existent. Nous présenterons en particulier les verrous technologiques pour les deux technologies les plus étudiées : les PEMFC et les SOFC.

Bibliographie

- Energie solaire et cellules photovoltaïques

- Energie solaire : *Solar energy*, W.L. Olofsson and V. Bengtsson, Nova Science Publishers, 2008
- Cellules photovoltaïques: *Organic photovoltaics*, C. Brabec, V. Dyakonov, U. Scherf, Wiley-VCH, 2008
- Polymères conjugués et électronique organique, A.-J. Attias, Techniques de l'Ingénieur, 2002

- Energie électrique

- *L'énergie : stockage électrochimique et développement durable*, J.-M. Tarascon, Collège de France/Fayard (2011)

- Carburants issus de ressources fossiles ou renouvelables : raffinage et biocarburants.

- *Catalyse acido-basique: application au raffinage et à la pétrochimie*, C. Marcilly, Technip (2003)
- *Les Biocarburants. Répondre aux défis énergétiques et environnementaux des transports*, D. Ballerini, N. Alazard-Toux, Technip (2012).