

5CI203 Méthodes électrochimiques : principes - applications analytiques et énergétiques.									
Mots clés : Electrodes modifiées, (bio)capteurs, ultramicroélectrodes, voltammétrie, chronoampérométrie, impédance, analyse de mécanismes réactionnels, conversion énergétique									
Responsable Frédéric Lemaître, Laboratoire Interfaces et Systèmes Electrochimiques, Sorbonne Université									
ECTS	Cours	TD	TP	Tutorat	Écrit	CC	TP	Oral	Eval. répartie
6	48	0	0	12	75%	non	non	25%	non
<i>Descriptif de l'UE</i>									
<p>Nous décrivons dans cette UE comment les méthodes électrochimiques actuelles peuvent être mises à profit pour analyser le fonctionnement de systèmes sous contraintes électrochimiques. Les domaines applicatifs concernent l'environnement, la chimie analytique, la transition énergétique (photovoltaïque, batteries, électrocatalyse) ou encore la santé. Les objectifs consistent à présenter différents outils (ultramicroélectrodes, capteurs et biocapteurs) ou méthodes de l'électrochimie (voltammétrie, chronoampérométrie, impédance) qui permettent de faire « parler » l'information électrique. Une grande attention est portée aux concepts (transfert d'électron, diffusion) nécessaires à la mise en œuvre de telles techniques et à l'interprétation des résultats. Les exemples illustrant les cours sont très variés : molécules, objets biologiques (cellules, enzymes), matériaux nanostructurés, nanoparticules...</p>									
<i>Objectifs d'apprentissage</i>									
<p>Au terme de l'UE, l'étudiant sera capable de maîtriser et comprendre les différents aspects du transfert électronique.</p> <p>Il pourra ainsi à partir de ces notions choisir et employer la technique électrochimique (chronoampérométrie, voltammétrie, impédance, ultramicroélectrodes...) la plus pertinente en fonction du problème posé. A ce titre, il sera à même ensuite d'analyser les résultats non seulement pour déduire les informations dont il a besoin (concentration, résistance, vitesse du transfert) mais aussi d'identifier les paramètres importants pour améliorer l'analyse et ainsi mettre en œuvre sa propre stratégie de détection électrochimique.</p>									
<i>Prérequis</i>									
<p>L'étudiant devra avoir suivi une formation en électrochimie niveau L3 (3C011 actuel de SU) et maîtriser les notions de base en thermodynamique et cinétique chimiques. A cet égard, il se devra d'avoir déjà appréhendé des notions telles que la relation entre thermodynamique et force électromotrice d'une pile (ou tension à appliquer en électrolyse), l'utilisation et le tracé des courbes i-E en régime stationnaire ou l'influence de réactions chimiques sur le potentiel d'équilibre.</p>									
Langue ⁽¹⁾	Cours, TD, TP							Documents	Bibliographie
français									

(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

L'UE se traduit sous la forme de 3 types d'intervention :

- 2 Cours « chapeaux » en ouverture. L'un est dévolu à la mise en perspective de l'électrochimie dans le contexte actuel (énergie, environnement, analyse...). L'autre vise à présenter quelques notions essentielles pour pouvoir suivre la suite des interventions. La notion de double couche électrochimique est notamment abordée.
- Une suite d'interventions sous forme de cours magistraux interactifs et visant à développer les points suivants :

Partie A: comprendre une réaction électrochimique

Ces concepts sont fortement liés aux techniques mises en œuvre ci-dessous. Ils sont illustrés à l'aide de nombreux exemples expérimentaux.

Dynamique réactionnelle en solution et application aux transferts d'électrons.

Lien entre la réponse électrochimique et la réactivité.

Modélisation et analyse de mécanismes réactionnels.

Catalyse redox.

Electrodes modifiées.

Partie B: choisir une méthodologie appropriée

Chaque technique a ses propres avantages et inconvénients. A l'issue de la formation l'étudiant sera capable de connaître les fondements des techniques et de les adapter (voire les combiner) pour résoudre un problème concret.

Méthodes abordées:

Voltamétrie cyclique, chronoampérométrie: une façon simple d'observer l'activité redox et de la faire « parler ».

Impédance électrochimique: des bienfaits de l'analyse en fréquence.

Ultramicroélectrodes: repousser les limites de l'analyse électrochimique avec des petites électrodes

Microscopie électrochimique: une autre façon de « voir » une surface.

Biocapteurs électrochimiques: une stratégie d'avenir pour la santé et l'environnement.

- Deux conférences interactives de deux heures avec des chercheurs invités complètent la formation.

L'étudiant aura également durant la formation à analyser un article de revue scientifique lié à un des aspects présentés lors de l'UE. Il aura alors à présenter une partie de cet article sous la forme d'un exposé oral.

Les enseignants se rendent par ailleurs disponibles pour des séances de tutorat.