

5CI609 Design de nanomatériaux pour la catalyse : réactivité et applications									
Mots clés : catalyse hétérogène, nanomatériaux, nanoparticules, solides poreux, métaux, oxydes, site réactionnel, chimie de surface, spectroscopie, valorisation des ressources fossiles et renouvelables									
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
6	48			12		75	25		oui
<p><i>Descriptif de l'UE</i></p> <p>Cette UE aborde le domaine de la catalyse hétérogène sous l'angle de la préparation et de la caractérisation du matériau catalytique, en prenant en compte les transformations que celui-ci subit pendant sa synthèse et sous réaction. La conception du matériau catalytique et l'identification du site actif sont cruciales dans le développement de nombreux procédés en chimie et cette UE vise à donner aux étudiants outils et stratégies pour relier l'élaboration du matériau à son activité. Les applications catalytiques choisies se rattachent à des procédés à forts enjeux industriels et sociétaux : valorisation des ressources fossiles et renouvelables, valorisation du CO₂, dépollution et chimie fine. Cette UE est complémentaire d'autres enseignements dispensés en IC (5CI805) et en MOL (5CI409) mais peut aussi être suivie indépendamment.</p> <p><i>Objectifs d'apprentissage</i></p> <p>L'UE 5CI609 permettra à l'étudiant(e) de définir les principales voies de synthèse des catalyseurs hétérogènes en fonction de l'application visée. Il identifiera en outre l'approche spectroscopique adéquate pour étudier la réactivité de surface des matériaux et en déduira la nature du site catalytique, les mécanismes et la cinétique associée. Il appliquera ces connaissances à des sujets de recherche et développement d'importance actuelle axés tant sur le matériau que sur le procédé catalytique. L'évaluation répartie permettra une synthèse progressive des connaissances acquises sous forme de cours magistraux, de séminaires (universitaires et industriels), de préparation d'exposés et d'exercices de réflexion basés sur des données de la littérature.</p> <p><i>Prérequis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les grandes voies de synthèse des complexes et des matériaux inorganiques à l'image de l'enseignement dispensé dans les UE 4CI601 (Chimie des matériaux) en Master, 3CI013 (Matériaux inorganiques) et 3CI012 (chimie inorganique moléculaire) en Licence. - Situer les principales techniques de caractérisation des matériaux (RMN, DRX, IR...). - Définir les notions essentielles de cinétique (loi de vitesse, ordre de réaction...). 									
Langue ⁽¹⁾	Cours, TD, TP Anglais s'il y a des participants non-francophones ou si la majorité des étudiants le souhaitent ; français si la majorité des étudiants le souhaite, y compris tous les participants étrangers							Documents Anglais	Bibliographie Anglais

(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 5CI609 sera organisée selon 3 axes principaux de cours. Ces cours seront complétés par trois séminaires de 2 à 4h et une intervention industrielle de 2h afin de donner une vision globale des enjeux actuels de la catalyse.

Introduction : les matériaux catalytiques, un enjeu central pour l'industrie (X. Carrier, 2 h)

Généralités sur la catalyse. Contexte économique. Principaux procédés catalytiques actuels. Qu'est-ce qu'une fonction catalytique ? Quel site catalytique pour quelle réaction ? Nouveaux matériaux pour nouvelles applications (valorisation des ressources renouvelables).

Du matériau au site catalytique (J.F. Lambert, 12 h)

Science des surfaces et catalyse. Isothermes d'adsorption. Caractérisation des sites de surface. Notion de molécule sondes. Porosité et confinement. Le catalyseur comme nanoréacteur.

Du support à la réaction : synthèse de catalyseurs supportés (X. Carrier, 12 h)

Synthèse, structure et propriétés de surface de l'alumine ; de la préparation à l'application industrielle : catalyseurs supportés pour l'hydrotraitement et le réformage.

Procédés catalytiques et cinétique associée (P. Da Costa, 10 h).

Cinétique à l'échelle moléculaire à l'aide de séquences simples pour décrire les données expérimentales des principaux procédés catalytiques.

Séminaires :

Matériaux poreux en catalyse hétérogène (J. Reboul, 4 h)

Zéolithes et MOF en catalyse hétérogène : préparation, caractérisation et application (valorisation de la biomasse et du CO₂).

Caractérisation avancée de catalyseurs hétérogènes (Y. Millot, 4 h)

Méthodes spectroscopiques avancées (RMN, IR...) appliquées à la caractérisation des sites actifs du catalyseur.

Catalyseurs homogènes supportés : chimie organométallique de surface (F. Launay, 2 h)

Stratégies de synthèse de catalyseurs supportés à partir de complexes moléculaires.

Les grands enjeux de la catalyse hétérogène (Intervenant industriel, 2 h)