

## Chimie Moléculaire et Chimie de Coordination (1)

Liliane HUBERT, Pr

Tél : 04 72 43 53 22 ; E-mail : [hubert@catalyse.univ-lyon1.fr](mailto:hubert@catalyse.univ-lyon1.fr)

### **Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS**

Le cours portera sur les aspects récents de la chimie moléculaire et/ou de coordination tels que par exemple :

- Chimie des précurseurs moléculaires de matériaux (céramiques oxydes et non-oxydes, hybrides) pour transformations en solution (sol-gel) ou par MOCVD. Design de ligands.
- Tectonique moléculaire : de la brique élémentaire au réseau, polymères de coordination
- Chimie de coordination aux interfaces ; fonctionnalisation de surfaces, greffage, stabilisation et organisation de nanoparticules
- Chimie supramoléculaire, organisation moléculaire, reconnaissance moléculaire, réplication

### **Compétences acquises**

- Méthodologiques
  - Chimie de synthèse de précurseurs moléculaires de matériaux
  - Concepts de Chimie supramoléculaire, de modification de propriétés de surface
  - Notions de chimie colloïdale

## Chimie Organométallique (2)

SMITH, Anthony, Pr CPE  
Tél : 04 72 43 17 30 ; E- mail : [smith@cpe.fr](mailto:smith@cpe.fr)

### **Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS**

- Principes généraux
- Métaux alkyles (métaux des groupes principaux et de transition). Carbènes. Métaux carbonyles. Complexes à ligands  $\pi$
- Hydrures
- Exemples de l'application de la chimie organométallique
- Synthèse, caractérisation et réactivité (stoechiométrie et catalytique) des complexes organométalliques de surface.

## Assemblages moléculaires (3)

Laurent BONNEVIOT, Pr - ENS

Tél : 04 72 72 83 91 ; E-mail : [Laurent.Bonneviot@ens-lyon.fr](mailto:Laurent.Bonneviot@ens-lyon.fr)

### **Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS**

#### **Elaboration de solides hybrides inorganiques-organiques par auto-assemblage**

##### Contenu:

La chimie a atteint une maturité telle dans l'élaboration des solides inorganiques et des molécules que leur combinaison intime est possible. Les systèmes obtenus peuvent posséder des propriétés multiples et complémentaires. Ces propriétés optiques, magnétiques, électriques, diffusionnelles, d'absorption ou de catalyse peuvent être apportées soit par le solide inorganique soit par les molécules organiques qui lui sont associées. Cette chimie nécessairement "douce" est basée sur des techniques sol-gel, de l'utilisation de synthons hybrides, de gabarits moléculaires ou polymères, de tectons (briques d'assemblage) et met en œuvre des principes d'auto-assemblage. Le cours portera sur les enjeux de synthèse de ce domaine de la chimie en plein essor et sur les exemples récents de la bibliographie scientifique.

##### Evaluation

L'évaluation sera basée sur l'analyse d'articles de recherche récents présentés en mini-session de 10 minutes par chaque étudiant devant ses collègues et un suivi d'un rapport écrit et corrigé sur chacune des présentations.

##### **Compétences acquises**

Avoir une bonne connaissance de base de chimie organique et inorganique acquise en Licence. Les connaissances de bases de physiques seront rappelées dans le cours qui s'adresse à essentiellement à des chimistes.

## Thermodynamique Appliquée (4)

COUNIOUX Jean-Jacques, Pr -UCBL  
Tél : 04 72 44 83 28 ; E-mail : [counioux@univ-lyon1.fr](mailto:counioux@univ-lyon1.fr)

### Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS

#### Systèmes Polyphasés

- 1- L'espace des compositions des systèmes multiconstitués : relations matricielles et vectorielles, propriétés barycentriques
- 2- Les modèles de solutions des phases condensées : Idéalité, théorie des solutions régulières, théorie des réseaux.
- 3- L'organisation des systèmes polyphasés selon la fonction de Gibbs
  - les équilibres entre phases stoechiométriques,
  - les équilibres entre phases condensées
  - les équilibres entre phases dispersées.
- 4- Les transformations de la matière multiconstituée
  - mécanismes par diffusion
  - mécanismes topotactiques
- 5- Les différents types de transformations invariantes.

#### Compétences acquises

Les propriétés de la matière sont étroitement liées à leur mode d'élaboration qui repose sur des méthodes et des techniques extrêmement variées. C'est au chimiste que reviennent la définition et la mise au point des différentes étapes du procédé. Lorsque l'innovation est faible, il procède souvent par analogie, c'est à dire de façon intuitive.

Dans tous les cas, la thermodynamique des systèmes peut apporter des réponses rationnelles et quantitatives sur les différentes voies d'élaboration, en faire le choix et optimiser les conditions opératoires.

A l'issu du cours, l'étudiant doit être capable :

- de mener une réflexion entre les caractéristiques microscopiques des constituants et les propriétés macroscopiques,
- d'exploiter de façon qualitative et quantitative le diagramme d'équilibre d'un système multiconstitué à des fins d'élaboration,
- de définir les étapes du procédé et de préciser les conditions opératoires optimales.

## Cristallographie et Méthodes de Diffraction (5)

LUNEAU Dominique, Pr

Tél : 04 72 43 14 18 ; E-mail : [luneau@univ-lyon1.fr](mailto:luneau@univ-lyon1.fr)

### **Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS**

Volume horaire : 15h cours

#### **Partie 1. Cristallographie**

##### **I. Périodicité et Réseaux**

- Rappel de mathématiques (vecteurs, matrices, la base de théorie des groupes ponctuels).
- Loi de translation, mailles et système d'indices des plans
- Définition des sept systèmes cristallins et des quatorze réseaux de Bravais.

##### **II. Opérations ponctuelles de symétrie et Recherche des groupes ponctuels**

- Opérations ponctuelles.
- Les 32 groupes ponctuels.
- Classification en 7 systèmes cristallins.

##### **III. Diffraction cristalline et Réseau réciproque**

- Diffraction cristalline et la loi de Bragg.
- Relation entre le réseau direct et le réseau réciproque.

##### **IV. Calculs cristallographiques**

- Distance inter-réticulaire,  $d_{hkl}$ .
- Angle entre deux plans  $(h_1 k_1 l_1)$  et  $(h_2 k_2 l_2)$ .

#### **Partie 2. Structures cristallines et méthodes de diffraction des rayons X**

##### **I. Structure**

- Facteurs de structure, loi d'extinction.
- Les différents types de rayonnement (X, neutrons, synchrotron)

##### **I. Diffraction sur monocristal**

- Principe de détermination d'une structure cristalline et étude de cas.

##### **I. Diffraction sur poudre**

- Principe d'identification d'un composé cristallin et étude de cas.

#### **Partie 3. Structure et Propriétés**

##### **I. Structure et Propriétés**

- Relations entre structure et propriétés physiques du solide.
- Importance des défauts cristallins et du polymorphisme.

#### **Compétences acquises**

Méthodologie : Reconnaître les opérations de symétrie d'un groupe d'espace, utiliser les tables internationales de cristallographie, pouvoir identifier différentes phases cristallines sur un diffractogramme de poudre, analyser une structure cristalline, mettre en œuvre des méthodes simple cristallogénèse

Techniques : Diffraction des rayons X et des neutrons

Secteur d'activité : Tout domaine de la chimie, plus particulièrement la caractérisation du solide.

## Chimie Douce et Matériaux Spécifiques (6)

MIELE Philippe, Pr

Coordinateur de la Spécialité « Chimie Inorganique »

Tél : 04 72 43 10 29 ; E-mail : [miele@univ-lyon1.fr](mailto:miele@univ-lyon1.fr)

### Programme – contenu de l'UE- 3 ECTS

#### I – Introduction aux méthodes d'élaboration de matériaux par chimie douce

#### II- Elaboration de matériaux oxydes : le procédé sol-gel

- II-1. Les précurseurs de matériaux en milieu aqueux et en milieu organique
- II-2. Les systèmes colloïdaux
  - suspension d'oxydes minéraux
  - milieu micellaires
- II-3. La transition sol-gel
  - Méthode DSC, Méthode PEM
  - Utilisation de milieux micellaires
  - Organisation
  - Rhéologie
- II-4. Notions sur les matériaux organiques-inorganiques : ORMOSILS/ORMOCERS
- II-5. Applications et exemples

#### III- Elaboration de matériaux non-oxydes

- III-1. Pyrolyse de polymères précéramiques
  - Précurseurs pour SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BN,...
  - Conversion en céramique
  - Applications et exemples
- III-2. MOCVD (dépôt chimique en phase vapeur à partir de dérivés métal-organiques)
  - Précurseurs et propriétés
  - Mise en oeuvre
  - Applications et exemples

#### Compétences acquises

- Initiation au concept de chimie douce
- Principales techniques d'élaboration
- Applications

# Nanomatériaux et Hybrides (9)

Olivier TILLEMENT, Pr

Tél : 04 72 43 12 00, E- mail : [tillement@pcml.univ-lyon1.fr](mailto:tillement@pcml.univ-lyon1.fr)

## Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS

### 1 - Nanomatériaux

- 1-1 Définitions, concepts et caractéristiques
- 1-2 Structures et stabilités
- 1-3 Propriétés et évolution du comportement
- 1-4 Applications, perspectives des nanotechnologies

### 2 - Elaboration de nanostructures

- 2-1 Approches physiques : de la mécanosynthèse à la pulvérisation sous ultra-vide
- 2-2 Méthodes chimiques de synthèses : contrôles des germinations et croissances
- 2-3 Approches colloïdales et chimie douce : nanoparticules métalliques, oxydes et semi-conductrices

### 3 - Hybrides

- 3-1 Définitions et différentes familles
- 3-2 De l'élaboration de nano-hybrides à leurs assemblages, conception de systèmes
- 3-3 Multifonctionnalisation de nano-hybrides
- 3-4 Ingénierie de nano-hybrides pour applications biologiques : développement d'objets nano-bio.

### 3 - Recherches et perspectives

#### Compétences acquises

Initiation au nanomatériaux et nanotechnologie  
Présentation des hybrides et nano-hybrides  
Principales techniques d'élaborations  
Principes d'applications  
Ouverture vers des applications en biologie.

# De la Molécule aux Matériaux pour l'Optique (10)

Gilles LEMERCIER, MCF

Tél : 04 72 72 87 33 : E-mail : [gilles.lemercier@ens-lyon.fr](mailto:gilles.lemercier@ens-lyon.fr)

## Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS

### I) INTRODUCTION: PROPRIÉTÉS DE LA LUMIÈRE

### II) PHÉNOMÈNES DE LUMINESCENCE

- II-1) Fluorescence et phosphorescence
- II-2) Luminescence des ions de terres rares
- II-3) L'ingénierie moléculaire en chimie organique et de coordination
- II-4) Différentes applications: électroluminescence (LEDs et OLEDs), les sondes biologiques.

### III) L'OPTIQUE NON-LINÉAIRE

- III-1) Origine du phénomène (sources LASER)
- III-2) Phénomène du 2<sup>ème</sup> ordre ( $\beta$  et  $\chi^{(2)}$ )
  - Caractérisations (EFISHG, DHL...) – visite d'un banc de mesure à l'ENS.
  - Modélisation
  - Applications (nouvelles sources laser etc..)
  - Ingénierie moléculaire (organique et impliquant des ions métalliques)
- III-3) Des phénomènes du 3<sup>ème</sup> ordre ( $\gamma$  et  $\chi^{(3)}$ )
  - La génération de troisième harmonique (THG); mesures.
  - L'absorption à deux photons (ADP) et multiphotonique.
    - Description du phénomène
    - Les techniques de mesure
    - La modélisation
    - l'ingénierie moléculaire (organique et impliquant des ions métalliques)
    - Diverses applications (limitation optique, fluorescence par ADP et imagerie, la thérapie photodynamique).

### IV) LES MATÉRIAUX POUR L'OPTIQUE ; ELABORATION, CARACTÉRISATION, APPLICATIONS

- IV-1) Introduction : Les différents types de matériaux (organiques, inorganiques, hybrides) et leurs propriétés.
- IV-2) Procédés d'élaboration et de mise en forme des matériaux :
  - Les polymères organiques (verres organiques...)
  - Les matériaux inorganiques
  - Les matériaux hybrides organique-inorganique
- IV-3) Techniques de caractérisation des matériaux
- IV-4) Applications dans le domaine de l'optique.

## Chimie Bio-Organique (11)

Alain PIERRE, Pr - IRC

Tél : 04 72 44 53 38 ; E-mail : [apierre@catalyse.univ-lyon1.fr](mailto:apierre@catalyse.univ-lyon1.fr)

### Programme – contenu de l'UE – 3 ECTS

#### Chimie Bio-inorganique

- 1 – Stockage, transport et biominéralisation des métaux de transition
- 2 – Rôle des métaux dans les métalloprotéines : transport de dioxygène ; protéines à Fer; rôle structurel des ions métalliques.
- 3 – Fonctions des métalloenzymes : Enzymes hydrolytiques ; Réarrangement ; Protéines à transfert d'électrons ; Enzymes redox à deux électrons; enzymes redox multi-électrons
- 4 – les métaux en médecine : Déficience métallique et maladies ; overdose en Fe et en Cu ; médicaments ; Rayons X et Imagerie en Résonance magnétique nucléaire RM

#### Compétences acquises

Ce cours apportera une compétence de base permettant de mieux appréhender le rôle des atomes métalliques dans les sites actifs de systèmes biologiques majeurs en insistant sur la relation structure-état électronique-réactivité. Il permettra aux inorganiciens de comprendre l'importance de la nature de la sphère de coordination du métal et de la matrice protéique sur les fonctions spécifiques des métalloprotéines. Il permettra aux scientifiques dont la formation majeure est en chimie inorganique, de jouer un rôle plus performant et complémentaire des biochimistes, dans les développements récents à l'interface entre la chimie inorganique et la biochimie. Il apportera également une ouverture d'esprit sur l'impact des métaux en médecine.

**Remarques :**

**LES UE N° 7 et 8 - 3 ECTS**

sont communes avec la spécialité « Catalyse et Chimie  
- Physique »

(7) « Méthodes de caractérisation structurale et  
dynamique par RMN du solide »

(8) « Méthodes spectroscopiques et microscopiques  
pour l'étude des matériaux »