

# Matériaux inorganiques : de la couleur à la transition énergétique



## Présentation

**Code interne :** PC7MICTE

### Description

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

Enoncer les processus physico chimiques permettant d'expliquer la couleur des composés d'éléments de transition. Savoir utiliser les diagrammes de Tanabe Sugano.

Citer des techniques de caractérisation à mettre en œuvre pour déterminer la structure et la formule chimique d'un matériau, et établir une formule chimique réaliste et cohérente en utilisant les résultats obtenus. En particulier, déterminer les degrés d'oxydation et les configurations électroniques des ions sur la base de mesures magnétiques.

Faire des liens entre la structure / la formule chimique (degrés d'oxydation des ions, configurations, stoechiométrie) et certaines propriétés (conduction électrique, couleur) des matériaux.

Décrire la structure et les propriétés applicatives de matériaux à forte valeur ajoutée (zéolithes par exemple)

Choisir une méthode de synthèse adaptée au matériau que l'on souhaite obtenir et savoir déterminer les caractéristiques des matériaux obtenus.

Etablir les relations entre la structure électronique des composés de coordination (ou complexes) et leurs propriétés optiques et magnétiques.

Discuter de l'origine de la stabilité d'un complexe.

Prévoir la réactivité d'un complexe.

Proposer des stratégies de synthèse pour obtenir un composé avec la propriété désirée (magnétique en particulier).

Interpréter et prédire les propriétés magnétiques de matériaux simples.

Décrire les grands enjeux de la transition énergétique

Présenter un / des matériau (x) innovants pour la transition énergétique sur la base d'un ensemble de publications scientifiques.

Le choix de ce module est obligatoire pour suivre la spécialisation de 3A SCE, et intéressant pour suivre les spécialisations MPI4.0 et NMT. Ce module est aussi préconisé pour suivre le module du S8 MINOF.

### Pré-requis obligatoires

L'ensemble des enseignements de l'UE Chimie Inorganique et Solides (1A)

Cours de Chimie Quantique, théorie des groupes (1A)



Structure électronique des éléments de transition et spectroscopies  
Liaison chimique : de la formule de Lewis au diagramme d'orbitales moléculaires de molécules simples

---

## Syllabus

Partie I : Chimie du Solide et Matériaux 26h40 (14 CM + 6TD) CSMAT L. Demourgues et Maël Pontoreau

Les méthodes de synthèse de la chimie inorganique (M. Pontoreau)

Introduction aux méthodes de synthèse

différents types de matériaux

propriétés et utilisations

critères de choix

ressources et recyclage

présentation du principe, des avantages et des inconvénients des principales méthodes de synthèse

Synthèse par réaction à l'état solide

aspects généraux

réduction carbothermique, synthèse par combustion, synthèse des céramiques et frittage

Synthèse par voie sol-gel

définitions

les différentes étapes : hydrolyse, condensation, gélification, vieillissement, séchage, densification

principales applications

Synthèse hydrothermale

introduction

appareillage

exemples de matériaux

Synthèse des verres en milieu sels fondus

définition, principe d'obtention d'un verre

description structurale d'un verre

les silicates

procédés industriels utilisés pour fabriquer des verres

Mécanosynthèse

introduction

conditions de broyage

mécanismes mis en jeu

La couleur des composés d'éléments de transition. Termes spectroscopiques. Les spectres électroniques et la couleur (L. Demourgues)

Une première approche de la couleur

Termes spectroscopiques

Couleur et transferts de charge

Les spectres électroniques et la couleur

Diagrammes de Tanabe Sugano

Les propriétés magnétiques des matériaux (L. Demourgues)

Susceptibilité magnétique

Paramagnétisme de l'ion libre

Ordres magnétiques

Magnétisme des composés, exemples (pérovskites, spinelles...)



Exemples et applications (L. Demourgues)

Titane et propriétés anti-UV, fer et magnétisme, cobalt et stockage de l'énergie...

Matériaux poreux : Zéolithes et structures apparentées, matériaux lamellaires (catalyse, tamisage ou piégeage moléculaire, structures d'insertion pour électrodes ... etc)

Partie II : Matériaux inorganiques moléculaires 16h (8 CM + 4 TD) MIMOL C. Mathonière

Introduction : quelques applications contemporaines des complexes

Structure et propriétés électroniques des composés de coordination mononucléaires.

Rappels sur la théorie du champ cristallin. Propriétés optiques de composés de coordination.

Le modèle des orbitales moléculaires. Série spectrochimique.

Propriétés magnétiques de composés de coordination mononucléaires. Loi de Curie.

Application : le phénomène de conversion de spin. Bistabilité moléculaire.

Stabilité et Réactivité des composés de coordination

Les ligands et les géométries les plus courantes des composés de coordination.

Stabilité des complexes : aspect thermodynamique et cinétique. Mécanismes de réactions des complexes (substitution et transfert d'électrons). Exemples.

Synthèse et Magnétisme des composés de coordination polynucléaires

Stratégies de synthèse.

Propriétés magnétiques des composés polynucléaires.

Vers des matériaux moléculaires magnétiques et photomagnétiques. L'exemple des composés de la famille des Bleus de Prusse.

Partie III: Matériaux innovants pour la transition énergétique 8 h (3 CM + 3 créneaux classe renversée) MINTE

Introduction à la transition énergétique (3 créneaux cours + TD intégrés 4h) G. Wantz

Classe renversée (3 créneaux soit 4h) : 2 créneaux dédiés à l'exploitation de documents scientifiques avec l'aide des professeurs et 1 créneau dédié à une présentation orale de ces matériaux devant l'ensemble des élèves. G. Wantz + L. Guerlou-Demourgues

---

## Bibliographie

Références Conseillées

- Chimie inorganique - Huhey, Keiter et Keiter (1996 Ed. De Boeck université)
- Chimie générale - Mc Quarrie et Rock (Ed. De Boeck université)
- Chimie inorganique - A. Casalot et A. Durupthy (Ed. Hachette Supérieur)
- Principe de chimie - Gray et Haight (Ed. Ediscience)
- Cours de chimie physique - Paul Arnaud (Ed. Dunod)
- Chimie générale M.Garric (Ed. Dunod)
- Colour and the optical properties of materials, R. Tilley, WILEY.
- Introduction à la chimie du solide, L. Smart, E. Moore, MASSON.
- Publications scientifiques fournies par les professeurs
- KETTLE S. J. Physico-chimie inorganique 1999 Ed. De Boeck
- DRAGO R. S. Physical Methods for Chemists 1992 Ed. Saunders College
- KAHN O. Structure électronique des éléments de transition 1977 Ed. PUF

---

## Modalités de contrôle des connaissances



## Évaluation initiale / Session principale - Épreuves

Type d'évaluation	Nature de l'épreuve	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'épreuve	Note éliminatoire de l'épreuve	Remarques
Epreuve Terminale	Ecrit	60		0.2		Sans document
Epreuve Terminale	Ecrit	60		0.3		sans document
Projet	Soutenance			0.25		
Projet	Soutenance			0.25		

## Seconde chance / Session de rattrapage - Épreuves

Type d'évaluation	Nature de l'épreuve	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'épreuve	Note éliminatoire de l'épreuve	Remarques
Epreuve terminale	Ecrit	120		1		

## Infos pratiques

### Contacts

Liliane Demourgues

✉ [Liliane.Guerlou-Demourgues@bordeaux-inp.fr](mailto:Liliane.Guerlou-Demourgues@bordeaux-inp.fr)