

L3 CHIMIE (ELCHM1) Spécialité CHIMIE DES MATÉRIAUX (18 ECTS)

Enseignant-chercheur responsable : Christophe TENAILLEAU

✉ UPS, 118 route de Narbonne, Institut Carnot CIRIMAT

☎ 05 61 55 62 83

✉ tenailleau@chimie.ups-tlse.fr

Équipe pédagogique : F. ANSART, A. BARNABÉ, C. BONNINGUE, C. FOURNIER-NOEL, Ch. LAURENT, I. MALFANT, C. TENAILLEAU, V. TURQ, A. WEIBEL

Objectifs

Les enseignements théoriques et pratiques de la Spécialité Chimie des Matériaux sont destinés à faire découvrir les matériaux et leur importance dans notre environnement, ainsi qu'à renforcer les connaissances en chimie du solide. L'accent est mis sur les aspects scientifiques et technologiques liés à l'élaboration et aux propriétés des matériaux découverts dans les dernières décennies (alliages pour l'aéronautique, céramiques pour la microélectronique, polymères...). Le programme est réparti de façon égale entre les trois classes de matériaux (métaux, céramiques, polymères) sans exclure les matériaux composites et il comprend, par ailleurs, des enseignements relatifs aux **techniques d'analyse et de caractérisation des matériaux** les plus importantes. Les enseignements sont répartis en deux modules (Unités d'Enseignements ou UE) comprenant chacun des cours et des travaux dirigés. Un troisième module de travaux pratiques est destiné à former l'étudiant(e) à certaines techniques de synthèse, mise en forme et caractérisation des propriétés structurales et physiques des matériaux.

UE EL6CMAAM : METAUX ET CERAMIQUES (6ECTS)

| Matières | Cours (h) | TD (h) | TP (h) | ECTS |
|---------------|-----------|--------|--------|------|
| a) Métaux | 14 | 14 | 15 | 3 |
| b) Céramiques | 14 | 14 | 15 | 3 |

Métaux

- **Introduction** : Présentation des différents types d'alliages utilisés industriellement, par exemple en s'appuyant sur une vue " éclatée " d'un avion.
- **Les grandes familles de métaux et alliages** : Alliages ferreux, alliages légers, inox, superalliages, base cuivre, base Ti, composites base métallique.
- **Relation structure propriétés** : La liaison métallique, la notion de dislocation, la déformation des métaux, courbes de traction, antagonisme résistance/résilience
- **Corrosion** : Présentation d'une voiture et des problèmes rencontrés de corrosion aqueuse, les trois types de comportement : noble, passif, corrodable, les traitements de surface et les couples galvaniques.
- **Structure des métaux et alliages (TD)** : Les structures de base des métaux, notion de sites cristallographiques, alliages d'insertion/de substitution, notions de défauts, indices de Miller, coupes cristallographiques, directions cristallographiques. Les inter-métalliques.
- **Diagrammes de phases (TD)** : Les diagrammes traités auront un aspect pratique : Pb-Sn

(brasure), Al-Mg, Al-Ti (alliages légers), Ni-Al (superalliages), Cu-Ni (alliages cuivreux hautes performances), Cu-Zn (bronzes).

Travaux pratiques

Diagrammes de phases (établissement du diagramme Sn/Pb), corrosion par l'eau de mer des métaux et alliages, métallographie et microdureté des alliages légers (base Al).

Céramiques

- **Introduction** : Définition, caractéristiques et propriétés spécifiques des céramiques. Des céramiques dans la vie courante aux grandes classes de céramiques et à leurs propriétés en relation avec leur structure et/ou leur microstructure.

- **Élaboration des céramiques** : Mise en forme des céramiques. Frittage en phase solide (aspects thermodynamiques et cinétiques, mise en place de la microstructure).

- **Les céramiques thermomécaniques** : Notions sur la mécanique de la rupture des matériaux fragiles. Propriétés thermiques (dilatation, conductivité thermique, résistance aux chocs thermiques). Les céramiques thermomécaniques, comparaison de leurs propriétés et leurs utilisations. Renforcement des céramiques (composites à matrice céramique).

- **Céramiques pour l'électronique** : Cristaux semiconducteurs (intrinsèques et extrinsèques) et leur application aux composants électroniques actifs. Quelques céramiques à structure pérovskite et leurs applications dans les composants électroniques passifs.

Travaux pratiques

Synthèse de ZrO_2 (pur ou en solution solide) par combustion, transformations allotropiques (ATD), diagrammes de DRX et diagramme de phases ZrO_2 -MgO, ZrO_2 - Al_2O_3 . Synthèse d'oxalates de fer et d'aluminium par chimie douce, étude de la décomposition des oxalates en ATG. Frittage d'une céramique à base $BaTiO_3$, réalisation de condensateurs céramiques, mesure des propriétés diélectriques en fonction de la température, interprétation.

Modalités de Contrôle des Connaissances

| Session 1 | | | | | | Session 2 | | |
|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| CP | | | CT | | | CT | | |
| nature | durée | coef. | nature | durée | coef. | nature | durée | coef. |
| écrit | 2 h | 40% | écrit | 3 h | 60% | écrit | 3 h | 100% |

UE EL6CMABM : POLYMERES ET CARACTERISATION (6ECTS)

| Matières | Cours (h) | TD (h) | TP (h) | ECTS |
|----------------------------------|-----------|--------|--------|------|
| c) Polymères | 19 | 10 | 15 | 3 |
| d) Caractérisation des matériaux | 20 | 20 | | 3 |

Polymères

- **Introduction** : présentation générale des polymères (définitions de base, exemples d'applications, nomenclature, architecture, propriétés principales).

- **Chimie macromoléculaire** : La polycondensation ou polymérisation en étapes. La polymérisation en chaîne (voie radicalaire, anionique, cationique et par les métaux de transition).

- **Relation structure propriétés** : Propriétés des polymères en solution et méthodes de caractérisations. Propriétés thermiques des polymères. Propriétés mécaniques des polymères.

- **Mise en œuvre et mise en forme des polymères** : Cinétique de polymérisation. Procédés de polymérisation (mise en œuvre). Procédés de transformation (mise en forme).

Travaux pratiques

Polymérisation en masse du PMMA et mesure de l'avancement de la réaction par deux techniques comparatives. Détermination de la masse moléculaire (M_n) et du degré de polymérisation (DP_n) à partir de la viscosité intrinsèque. Séparation et identification d'un plastifiant dans un échantillon de PVC.

Techniques de caractérisation des matériaux

- **Préliminaire** : Introduction aux différentes classes de matériaux.
- **Interactions rayonnement-matière** permettant d'introduire les techniques qui suivent et de les resituer par rapport à d'autres (Diffraction des rayons X par exemple).
- **Fluorescence X** (technique d'analyse élémentaire non destructive des solides).
- **Microscopies** : Optique, Electronique à Balayage (MEB), Electronique à Transmission (MET), Technique analytique associée (microanalyse en dispersion d'énergie).
- **Calorimétrie différentielle**.
- **Caractérisations mécaniques** : Dureté, Traction, Compression, Flexion, Contrôles non destructifs.

Modalités de Contrôle des Connaissances

| Session 1 | | | | | | Session 2 | | |
|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| CP | | | CT | | | CT | | |
| nature | durée | coef. | nature | durée | coef. | nature | durée | coef. |
| écrit | 2 h | 40% | écrit | 3 h | 60% | écrit | 3 h | 100% |

UE EL6CMACM : TRAVAUX PRATIQUES (6ECTS)

Responsable de l'UE : Alicia WEIBEL (✉weibel@chimie.ups-tlse.fr)
45h (voir tableaux ci-dessus)

Mise en pratique des techniques de synthèse et caractérisation des métaux, céramiques et polymères (voir détails des TP ci-dessus).

Modalités de Contrôle des Connaissances

| Session 1 | | | | | | Session 2 | | |
|-----------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------|-------|-------|
| CC | | | CT | | | CT | | |
| nature | durée | coef. | nature | durée | coef. | nature | durée | coef. |
| mémoire | | 60% | écrit | 1 h 30 | 40% | oral | 1 h | 100% |