

## Présentation

**Code interne :** PCP8-MINOF

## Description

Ce module à la carte permet d'approfondir ses compétences dans le domaine des matériaux inorganiques.

Les matériaux étudiés dans ce module sont :

Les semi-conducteurs : propriétés et applications

Les matériaux inorganiques de structure (métaux, céramiques, verres et composites) : comportement mécanique et relation structure-propriétés

Les alliages métalliques : relation entre microstructure et propriétés mécaniques

A l'issue de ce module les étudiants seront capables de :

décrire les propriétés des semi-conducteurs,

décrire les jonctions semi-conducteur/semi-conducteur (jonction PN) ou métal/semi-conducteur,

décrire de fonctionnement de divers composants à semi-conducteurs (LED, cellule photovoltaïque, photodétecteur, diode laser),

citer et d'interpréter les divers types de tests mécaniques,

expliquer la physique qui est derrière chaque propriété,

expliquer à quel(s) types d'éléments texturaux ou structuraux on peut rattacher à telle ou telle propriété,

expliquer et modéliser certains mécanismes de genèse des microstructures,

utiliser un diagramme de phases,

décrire le lien entre la microstructure et les propriétés mécaniques des alliages métalliques.

Ce module est obligatoire pour intégrer la spécialisation de 3A SCE et intéressant pour suivre les spécialisations MPI4.0 et NMT.

## Heures d'enseignement

CM	Cours Magistraux	29,29h
TD	Travaux Dirigés	5,32h
PRJ	Projet	6,66h
TI	Travaux Individuels	6,66h
TP	Travaux Pratiques	2h

## Pré-requis obligatoires

Cours physique du semi-conducteur PC7PHYSC  
Cours de mécanique des milieux continus : PC6MEMCO  
Cours de thermodynamique du solide : PC6THSOL

## Syllabus

Partie I : Composants à semi-conducteurs : 20 h 10 CM + 4 TD + 2h TP

Valérie Vigneras 5.32 h 3 CM, 1 TD (jonction PN),

Laurence Vignau 14.63 h 7 CM, 3 TD (hétérojonctions et composants), TP (2h)

La jonction PN : 3 CM, 1 TD

Jonction PN à l'équilibre

Polarisation directe

Polarisation inverse

Les hétérojonctions : 3 CM, 1 TD

Travail de sortie et affinité électronique des semi-conducteurs

Barrières de potentiel

Contact métal/semi-conducteur : Présentation des différentes configurations en fonction des travaux de sortie du métal et du semi-conducteur et du type de dopage (n ou p)

Les diodes électroluminescentes : 2 CM, 1 TD

Les LED inorganiques

Les OLEDs

Les cellules photovoltaïques et les photodétecteurs : 2 CM, 1 TD

Les diodes LASER : 1 CM

Partie II. Comportement mécanique, microstructures et propriétés des matériaux inorganiques : 29,24 h 12 CM + 6.65h étude de cas + 6.65h projets : Gérard Vignoles

I. Comportement mécanique des matériaux inorganiques : 8 CM : Gérard Vignoles

Ce cours présente les éléments fondamentaux du comportement mécanique des matériaux inorganiques de structure, permet de s'initier au vocabulaire du comportement mécanique, présente les types de test employés et met en relation les propriétés des matériaux avec les différents éléments de leur structure. Les matériaux concernés sont principalement les métaux, céramiques, verres et composites.

1. Introduction (1 CM)

Généralités : grandes classes de matériaux

Rappels de mécanique :

Les diverses propriétés mécaniques

Dépouillement d'un test de traction

Divers tests mécaniques

2. De la cohésion interatomique aux propriétés mécaniques et thermomécaniques (1 CM)

3. Le fluage (1 CM)

Définitions, mesures

Mécanismes :

La diffusion

Les dislocations

La transition fragile/ductile

4. Fissuration, rupture, fragilité, ténacité (2 CM)

Éléments de mécanique de la rupture : tests, grandeurs mesurées

Théorie classique de la rupture : le critère de Griffiths

Aspects statistiques de la rupture

Les mécanismes d'augmentation de la ténacité

5. La fatigue (1 CM)

Tests et phénoménologie : courbes de Wöhler, loi de Miner, mécanismes élémentaires

Fissuration sous-critique : loi de Paris-Erdogan, mécanismes élémentaires

6. Les matériaux composites (2 CM)

Introduction

Lois de mélange

Mécanismes d'augmentation de la ténacité

Notions d'optimisation des propriétés par rapport à une application

II. Microstructures et propriétés : 18.6 h 4 CM : Gérard Vignoles

Ce cours permet d'explorer et de comprendre les relations entre les procédés, la microstructure et les propriétés d'emploi des alliages métalliques utilisés dans les applications de structure (aéronautique, automobile, énergie, construction...). Les aspects fondamentaux de la métallurgie physique (thermodynamique, diffusion chimique, germination et croissance, transformations de phases) sont enseignés et appliqués via un apprentissage actif par projets.

Aspects thermodynamiques de la préparation des matériaux (2 CM)

Diagrammes de phases

Aspects cinétiques (1 CM)

Diffusion

Germination et croissance cristalline

Relation microstructure - propriétés mécaniques (1 CM)

III. Etudes de cas : Verres/céramiques, métaux, films minces, fibres, composites, ... : 5 TD

Projet : étude d'une classe particulière de matériaux. Bibliographie scientifique et technique : 5 TD

---

## Bibliographie

Références Conseillées

Physics of semiconductor devices, S.M.SZE, John WILEY et Sons Ed., N.Y. (1981)

Physique des Semi-conducteurs et des composants électroniques, H.MATHIEU, MASSON (1990)

Les composants Semi-conducteurs, B.BOITTIAUX, LAVOISIER-TEC et DOC (1991)

Dispositifs et circuits intégrés semi-conducteurs, A.VAPAILLE, R.CASTAGNE, DUNOD (1987)

Métallurgie, du minerai au matériau (J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade) 1998.

F. Ashby et D. R. H. Jones : « Sciences des Matériaux »

-P. Bailon, J. Masounave, J.-M. Dorlot : « Des Matériaux » (2e ed.)

Kingery, H. K. Bowen, D. R. Uhlmann, « Introduction to Ceramics »

Gay : « Matériaux Composites »

---

## Modalités de contrôle des connaissances

## Évaluation initiale / Session principale

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Projet	Rapport	30		0.5		
Contrôle Terminal	Ecrit	60		0.5		sans document calculatrice autorisée

## Infos pratiques

### Contacts

Laurence Vignau

✉ Laurence.Vignau@bordeaux-inp.fr