

ANNEE : 3ème année/ 3rd year - 60 ECTS

SEMESTRE : 1er semestre / 1st Semester - 30 ECTS

UE : Sciences des Matériaux/ Materials Science - 14 ECTS

[EC : Introduction à la science des matériaux / Introduction to Material Science - 2 ECTS](#)

[EC : Microstructures, diffusion et diagrammes d'équilibre / Microstructures, diffusion and equilibrium diagrams - 3 ECTS](#)

[EC : Physico-chimie des matériaux macromoléculaires / Physicochemistry of macromolecular materials - 2 ECTS](#)

[EC : Physique microscopique du solide / Solid state physics - 4 ECTS](#)

[EC : TP 1s - Matériaux - mesures - optoelectronique / TP 1s - Materials - measurements - optoelectronics - 3 ECTS](#)

UE : Science de l'Ingénieur / Engineering Science - 9 ECTS

[EC : Circuits électroniques - signaux systèmes / Electronic circuits - signals systems - 3 ECTS](#)

[EC : Mathématiques / Maths - 3 ECTS](#)

[EC : Techniques Numériques pour l'Ingénieur / Numerical Techniques for Engineers - 3 ECTS](#)

UE : Humanités. Sports / Humanities, Sport - 7 ECTS

[EC : Sciences humaines et communications - 2 ECTS](#)

SEMESTRE : 2eme semestre /2nd semester - 30 ECTS

UE : Projets collectifs : métier de l'ingénieur / Collective project : Material Engineering job's - 2 ECTS

[EC : Projets collectifs : Métiers de l'ingénieur matériaux /Collective project : Material engineer's job - 2 ECTS](#)

UE : Science des Matériaux / Materials Science - 10 ECTS

[EC : Techniques de caractérisation structurale et introduction à la plasticité / Structural characterization techniques and introduction to plasticity - 2 ECTS](#)

[EC : Matériaux semi-conducteurs / Semiconductors materials - 2 ECTS](#)

[EC : Physico-chimie des matériaux minéraux / Physico-chemistry of mineral materials - 2 ECTS](#)

[EC : TP - Capteurs et matériaux semiconducteurs / TP - Sensors and semiconductor materials - 2 ECTS](#)

[EC : TP - Cristallographie - matériaux de structure / TP - Crystallography - structural materials - 2 ECTS](#)

UE : Science de l'Ingénieur / Engineering Science - 12 ECTS

[EC : Transfert thermique et mécanique des fluides / Heat transfer and fluid mechanics - 2 ECTS](#)

[EC : Probabilités Statistiques / Statistics and Probabilities - 2 ECTS](#)

[EC : Mesures Capteurs / Measures, sensors - 2 ECTS](#)

[EC : Ecoconception et ACV - Eco-design and LCA - 2 ECTS](#)

[EC : Mécanique des solides déformables / Deformable solid mechanics - 4 ECTS](#)

ANNEE : 4ème année / 4th year - 60 ECTS

SEMESTRE : 1er semestre / 1st Semester - 30 ECTS

UE : Matériaux Semi Conducteurs / Semi conductors Materials - 9 ECTS

[EC : Matériaux et dispositifs semi-conducteurs / Semiconductor materials and devices - 3 ECTS](#)

[EC : Technologie des Matériaux et composants semi-conducteurs & MEMS / Semiconductor & MEMS Materials & Components Technology - 2 ECTS](#)

[EC : TP - matériaux et composants semi-conducteurs / TP - Semi-conductor materials and components - 4 ECTS](#)

UE : Matériaux de Structure / Structural Materials - 16 ECTS

[EC : Céramiques et Verres / Ceramics and Glass - 2 ECTS](#)

[EC : Comportement mécanique des matériaux / Mechanical behavior of materials - 4 ECTS](#)

[EC : Corrosion et durabilité des matériaux / Corrosion and durability of materials - 2 ECTS](#)

[EC : Métallurgie / Metallurgy - 4 ECTS](#)

[EC : TP - physico-chimie et mécanique des matériaux / TP - physico-chemistry and mechanics of materials - 4 ECTS](#)

SEMESTRE : 2eme semestre /2nd semester - 30 ECTS

UE : Science de l'Ingénieur / Engineering Science - 7 ECTS

[EC : Controle non destructif / Non Destructive Testing - 2 ECTS](#)

[EC : Matériaux Numériques / Digital Materials - 2 ECTS](#)

[EC : Eléments finis / Finite Elements - 2 ECTS](#)

[EC : Plans d'expériences / Experimental design - 1 ECTS](#)

UE : Projets collectifs matériaux. stages - 9 ECTS

[EC : Projet Personnel Professionnel - 1 ECTS](#)

[EC : Stage en entreprise / Industrial Internship - 6 ECTS](#)

[EC : Projet collectif matériaux - Accompagnement en management des équipes projet / Collective materials project - Management coaching for project teams - 3 ECTS](#)

UE : Humanités. Sports / Humanities, Sport - 4 ECTS

[EC : INSPIRE - Montage de projet responsable - 2 ECTS](#)

UE : Science des Matériaux / Materials Science - 10 ECTS

[EC : Matériaux Polymères : Propriétés mécaniques et viscoélasticité / Polymer materials: mechanical properties and viscoelasticity - 2 ECTS](#)

[EC : TP - Caractérisation de composants semi-conducteurs / Practical work - Characterization of semiconductor components - 1 ECTS](#)

[EC : TP - Elaboration et caractérisation de Matériaux Macromoléculaires / TP - Elaboration and characterization of Macromolecular Materials - 3 ECTS](#)

[EC : Composants Semiconducteurs/ Semiconductor components - 1 ECTS](#)

[EC : Matériaux composites / Composite materials - 1 ECTS](#)

[EC : Matériaux Polymères : Design macromoléculaire et physico-chimie / Polymer materials: macromolecular design and physical chemistry - 2 ECTS](#)

ANNEE : 5ème année / 5th year - 60 ECTS

SEMESTRE : 1er semestre / 1st Semester - 30 ECTS

UE : Sciences de l'ingénieur / Engineer Science - 6 ECTS

[EC : Intelligence artificielle et apprentissage en Sciences de Matériaux / Artificial Intelligence and Learning in Materials Science - 2 ECTS](#)

[EC : Matériaux pour l'Energie Materials for Energy - 2 ECTS](#)

[EC : Conception de Matériaux pour un Futur Sustainable / Designing Materials for a Sustainable Future - 2 ECTS](#)

UE : Science des Matériaux / Materials Science - 4 ECTS

[EC : Capteurs pour applications environnementales, biologiques et santé / Sensors for environmental, biological and health applications - 1 ECTS](#)

[EC : Technologies émergentes de la nanoélectronique CMOS avancée / Emerging technologies in advanced CMOS nanoelectronics - 1 ECTS](#)

[EC : Ingénierie Surface / Surface Engineering - 2 ECTS](#)

[EC : Méthodes numériques pour la Mécanique des Matériaux architecturés / Numerical Methods for the Mechanics of Architectural Materials - 1 ECTS](#)

[EC : Durabilité Polymères / Polymer Durability - 1 ECTS](#)

[EC : Matériaux photoniques / Photonic materials - 1 ECTS](#)

[EC : Cours Option ECIU / Optional Lecture - 1 ECTS](#)

[EC : Procédés de mise en forme des matériaux métalliques, polymères et composites / Forming processes of metallic materials, composites and polymers - 2 ECTS](#)

[EC : Matériaux pour la Santé / Materials for Health - 2 ECTS](#)

[EC : Nanomatériaux polymères / Polymer nanomaterials - 1 ECTS](#)

[EC : Design des Matériaux / Materials Design - 1 ECTS](#)

[EC : Energie Photovoltaïque / Photovoltaic Energy - 1 ECTS](#)

UE : Projets collectifs. PFE / Collective Projects , PFE - 17 ECTS

[EC : Projet de fin d'étude / End of study Project - 12 ECTS](#)

[EC : Projet : physique et mécanique des matériaux inorganiques / Project: physics and mechanics of inorganic materials - 2.5 ECTS](#)

[EC : Projet :Elaboration, mise en forme et caractérisation des matériaux polymères / Project :Development, shaping and characterization of polymers - 2.5 ECTS](#)

[EC : Caractérisation-simulation des semi-conducteurs et composants / Project: Characterization and simulation of semiconductors and components - 2.5 ECTS](#)

[EC : Caractérisation et simulation des semi-conducteurs et composants2 / Project: Characterization and simulation of semiconductors and components2 - 2.5 ECTS](#)

SEMESTRE : 2eme semestre /2nd semester - 30 ECTS

[EC : Stage / Internship - 30 ECTS](#)

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-INTRO  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 26h  
TD : 2h  
TP : 10h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 38h  
Travail personnel : 0h  
Total : 38h**EVALUATION**L'évaluation sera réalisée par un  
mini projet**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Transparents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME CAZOTTES Sophie :  
sophie.cazottes@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce cours porte sur une introduction générale à la science des matériaux.  
Les objectifs visés à la fin du cours sont :

- Définition des différentes familles de matériaux, de leurs domaines d'application respectifs et leurs gammes de propriété
- Définition des propriétés structurales des matériaux
- Définition des propriétés fonctionnelles des matériaux
- Présentation des méthodes de mise en forme des matériaux
- Introduction du lien entre microstructures et propriétés dans les grandes classes de matériaux.
- Définition du métier d'ingénieur en sciences des matériaux, et les grands défis à relever dans ce domaine dans les futures années (notamment : recyclage, gestion des ressources et matériaux pour l'énergie).

Cet EC MT-3-S1-EC-INTRO relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-S1-UE-SDM et contribue aux :

Compétences écoles en science pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité (niveau1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux A2-nom de la compétence (niveau1)
- C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (niveau1)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (niveau1)
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau1)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe(niveau1)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe

En permettant à l'étudiant de travailler sur les connaissances suivantes :

- Connaître les différentes familles de matériaux, leurs domaines d'application respectifs et leurs gammes de propriétés
- Connaître les propriétés structurales des matériaux
- Connaître les propriétés fonctionnelles des matériaux
- Avoir des notions de bases sur les méthodes de mise en forme des matériaux.
- Connaître le métier d'ingénieur en sciences des matériaux, et les grands défis à relever dans ce domaines dans les futures années (notamment : recyclage, gestion des ressources et matériaux pour l'énergie)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les compétences suivantes :

- être capable de décrire les propriétés les plus usuelles des grandes familles de matériaux
- être capable de décrire les propriétés les plus usuelles de manière simple
- être capable de faire le lien de manière basique entre microstructures et propriétés dans les grandes classes de matériaux.

**PROGRAMME**

Métier : Ingénieur Matériaux 1h30

L'histoire des sciences des matériaux

Notions de base sur les propriétés des matériaux

- Propriétés fonctionnelles 1h30
- Propriétés de structure 1h30

Définition des familles de matériaux, et leurs applications, et de leurs propriétés. Lien avec leur microstructure.

- matériaux métalliques 3h
- matériaux Polymères 3h
- matériaux céramiques 3h
- matériaux Semi conducteurs 3h

Notions sur la mise en forme matériaux

- matériaux métalliques 1h30
- matériaux polymères 1h30
- matériaux semiconducteurs 1h30

Les défis en sciences des matériaux

- Gestion des ressources 1h30
- Gestion des déchets, Réemploi, recyclabilité 1h30
- Développement des matériaux pour l'énergie 1h30

Introduction à la recherche de documents scientifiques : 2h TD

Projet Etude de cas :(groupes de 6-8) 12h travail autonomie

## BIBLIOGRAPHIE

- Des Matériaux, Jean Paul Bailon, Jean Marie Dorlot, Presses Internationales Polytechnique, 2000
- Materials Science and Engineering: An Introduction William D. Callister, David G. Rethwisch, Wiley, 5 janv. 2010

## PRÉ-REQUIS

Aucun

**INSA LYON**

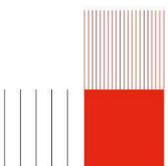
**Campus LyonTech La Doua**

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

*membre de*



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-MICRODD  
ECTS : 3**HORAIRES**

Cours :	22h
TD :	18h
TP :	0h
Projet :	0h
Evaluation :	0h
Face à face pédagogique :	40h
Travail personnel :	0h
Total :	40h

**EVALUATION**

L'évaluation sera réalisée par un examen écrit de 2h30, constitué de d'une partie portant sur la cristallographie d'une part et d'une autre portant les défauts, la diffusion et la lecture des diagrammes d'équilibre d'autre part.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopiés de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Anglais

**CONTACT**

MME CAZOTTES Sophie :  
sophie.cazottes@insa-lyon.fr  
MME JOLY POTTUZ :  
lucile.joly-pottuz@insa-lyon.fr

**OBJECTIFS**

Les objectifs visés à la fin du cours sont :

- Description des structures cristallines usuelles, lecture des fiches internationales de cristallographie
- Définition des défauts ponctuels
- Présentation des éléments constitutifs de la microstructure (précipités, joints de grains, interfaces, grains)
- Introduction à la diffusion atomique dans les solides
- Lecture des diagrammes d'équilibre pour la prédiction des microstructures d'équilibre.

Cet EC MT-3-MICRODD relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDM-S1 Science des Matériaux Semestre 1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau1)
- A5 - Traiter des données (niveau2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité (niveau2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (niveau1)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (niveau1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les différentes structures cristallographiques
- connaissance des éléments de symétries dans les structures cristallographiques
- connaître les lois de Fick régissant la diffusion atomique dans les solides
- connaître les règles de lecture des diagrammes d'équilibres binaires et ternaires

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les compétences suivantes :

- savoir décrire un cristal, savoir décrire un plan, une direction cristallographique
- savoir lire et utiliser les tables internationales de cristallographie
- savoir décrire les défauts (ponctuels, bidimensionnels et tridimensionnels) présents dans les solides
- Savoir calculer un coefficient de diffusion solide, des distances de diffusion ou des concentrations à l'équilibre
- savoir lire un diagramme d'équilibre, prédire la microstructure d'un système binaire ou ternaire et savoir calculer les fractions de phases correspondantes

**PROGRAMME**

Bases de cristallographie :

- système cubiques et hexagonal simple
- indices de Miller
- définition motif/réseau/cristal/Symétrie
- réseau réciproque et réseau direct

Défauts ponctuels : lacunes, atomes interstitiels, atomes substitutionnels  
défauts 2D et 3D (grains/Précipités/joints de grains..)

Diffusion à l'état solide:

- Première et deuxième lois de Fick
- calcul de distance de diffusion

Diagrammes d'équilibres binaires et ternaires

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] "Cristallographie " - D.SCHWARZENBACH, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1993

[2] Caractérisation microstructurale des matériaux analyse par les rayonnements X et électronique de Claude Esnouf chez Presses polytechniques et universitaires romandes

[3] Des Matériaux, Jean Paul Baïlon, Jean Marie Dorlot, Presses Internationales Polytechnique, 2000

[4] Materials Science and Engineering: An Introduction William D. Callister, David G.Rethwisch, Wiley, 5 janv. 2010

## PRÉ-REQUIS

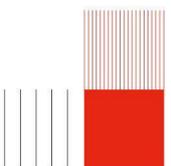
Cours d'introduction à la science des matériaux

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-PCMMOL  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 20h  
TD : 14h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 34h  
Travail personnel : 0h  
Total : 34h**EVALUATION**

Examen écrit de 3 heures, sans document.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

documents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. FLEURY Etienne :  
etienne.fleury@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce module vise à donner à l'étudiant des connaissances de base sur :

- La structure chimique des molécules organiques
- La structure chimique des polymères industriels
- les modes de synthèse des principales familles de polymères industriels,
- Les masses molaires des polymères,
- les caractéristiques moléculaires (conformations, configurations, morphologies cristallines)
- Les caractéristiques physiques des polymères (transitions  $T_g$ ,  $T'$ ,  $T_f$ ,  $T_m$ )
- Les relations entre structures chimiques et propriétés thermiques.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-S1-UE-SDM et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A5 - Traiter des données

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)

C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- comprendre et savoir appliquer des règles de nomenclature simples
- connaître les noms, abréviations, formules chimiques,  $T_g$  et éventuellement  $T_f$  des polymères suivants : Polyéthylène, Polypropylène, Polystyrène, Polychlorure de vinyle, Polyéthylène Téréphtalate PET, Polyamides, Polyisoprène/Polybutadiène, PolyDiMéthylSiloxane PDMS, Polyméthacrylate de méthyle, Polycarbonate
- connaître et comprendre le principe de la calorimétrie différentielle à balayage
- connaître les formules des masses molaires moyennes en nombre et en masse, des degrés de polymérisation moyens en nombre et en masse, et en comprendre la signification.
- connaître les réactions chimiques : polyestérification, polyamidification, polyaddition alcool/ isocyanate, polymérisation radicalaire, et en comprendre les mécanismes.
- connaître les techniques de mesures de la cristallinité,
- connaître et être capable d'appliquer les formules des rayons de giration

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'appliquer la Formule d'Avrami en vue de traiter la cinétique de cristallisation d'un polymère
- Etre capable d'établir des liens entre structures chimiques des polymères et propriétés thermiques ( $T_g$  et  $T_f$ )

**PROGRAMME**

Ce cours est divisé en trois grands volets :

- rappels de chimie générale et organique
- physico-chimie macromoléculaire (structures macromoléculaires, les différentes transitions thermiques et les techniques de caractérisation, la cinétique de cristallisation)
- chimie des polymères (polymérisation en chaîne et polymérisation par étapes)

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] S.ROSEN Fundamentals principles of polymeric materials Editions .Wiley
- [2] G.ODIAN Principles of polymerization Editions Mc Graw-Hill
- [3] J.L. HALARY, F. LAUPRETRE De la macromolécule au matériau polymère ed. Belin 2005
- [4] S. ETIENNE, L. DAVID Introduction à la physique des polymères ed. Dunod 2002
- [5] A.JENKINS Polymer science Editions North Holland park

[6] N.A DOTSON, R.GALVAN, R.L LAURENCE, M. TIRELL Polymerization Process Modeling VCH Edit. 1996

[7] JP PASCAULT, H. SAUTEREAU, J. VERDU, R.JJ. WILLIAMS Thermosetting Polymers Editions Dekker (2002)

## PRÉ-REQUIS

Chimie physique de base

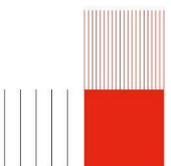
### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-PHYMIC  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 30h  
TD : 18h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 48h  
Travail personnel : 0h  
Total : 48h**EVALUATION**

3h d'examen final

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Diapos de cours sur la plateforme  
Moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Anglais

**CONTACT**M. MASENELLI Bruno :  
bruno.masenelli@insa-lyon.frM. FAVE Alain :  
alain.fave@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Description microscopique des phénomènes régissant le comportement macroscopique des solides cristallins

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-S1-UE-SDMet contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1- Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel [niveau 2]

A2- Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel [niveau 2]

A4- Concevoir un système répondant à un cahier des charges [niveau 2]

A6- Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité [niveau 2]

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux [Niveau 2]

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux [Niveau 1]

En mobilisant les compétences suivantes :

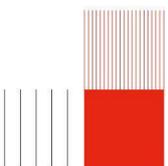
B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome [niveau 3]

**PROGRAMME**

- Statistiques de base : distribution binomiale et Gaussienne. Théorie cinétique des gaz.
- Température et entropie, fonctions de partition, potentiel chimique, ensembles statistiques. Modèle de Maxwell. Diffusion et conduction thermique et électronique
- éléments de Physique Quantique
- Théorème d'équipartition de l'énergie. Modèle d'Einstein des solides. Capacité calorifique des solides. Remplissage des bandes d'énergie
- Liaisons chimiques
- dispersion des ondes de vibration et d'électrons dans les solides. Théorie des bandes
- physique des électrons et des phonons dans les solides cristallins
- Physique des photons
- optique du solide (modèle du milieu effectif ; description de Lorentz)

**BIBLIOGRAPHIE**

- C. Coulon et S. Moreau, Physique statistique et thermodynamique, Dunod, 2000
- F. Reif, Physique statistique, Berkeley : cours de physique, Armand Collin (1972)
- S. Vauclair, Elements de Physique statistique, InterEditions (1993)
- C. Ngo, Physique statistique, Dunod (1995)
- N. W. Ashcroft et N. D. Mermin, Physiques des Solides, EDP science (2002)
- C. Kittel et J. Wiley, Physique de l'état solide Dunod, 2019

**PRÉ-REQUIS**Cours de Physique Générale  
Cours de Thermodynamique  
Cours de mécanique du point  
Cours d'optique physique

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-TPMES  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 48h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 48h  
Travail personnel : 0h  
Total : 48h**EVALUATION**

- Compte-rendu (contenus, objectifs et délais différents en fonction des thématiques), Fiche de résultats demandée pour certains TP

- Evaluation orale individuelle ou par groupe de TP (modalités qui changent en fonction des thématiques)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- Fascicule rassemblant tous les énoncés de TP, disponible sur MOODLE

- Versions papier disponibles sur les postes de travail en séance de TP

- Documents / livres/ notices appareil disponibles sur les postes de travail en TP

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**CHARLOT Aurelia :  
aurelia.charlot@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Les objectifs visés à la fin du cours sont

- Connaître les principes de fonctionnement généraux d'installations expérimentales de fabrication et de caractérisation des matériaux.  
Découvrir les principes des techniques d'acquisition d'un signal, et les composants électroniques élémentaires intervenant dans cette mesure.

- Découvrir les matériaux polymères, identifier et connaître les caractéristiques structurales des polymères de grande consommation, connaître leurs microstructures (amorphe et semi-cristallin), leurs propriétés thermiques et thermomécaniques en lien avec la structure chimique, comprendre la cristallisation des polymères et connaître le mode de synthèse par polymérisation en étape.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-3-UE-SDM-S1, Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)  
A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)  
A5 - Traiter des données (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)  
C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité

**PROGRAMME**

Les travaux pratiques sont organisés en 3 modules distincts :

Module 1 :  
TP1 : Amplificateur opérationnel  
TP2 : Transistor Bipolaire  
TP3 : Détection synchrone et échantillonnage

Module 2 :  
TP4 : Modules élastiques  
TP5 : Conductivité thermique  
TP6 : Analyse thermique différentielle  
TP7 : Dilatométrie

Module 3 :  
TP8 : Cinétique de cristallisation du poly(oxyde d'éthylène)  
TP9 : Propriétés thermomécaniques des polymères  
TP10 : Identification des polymères  
TP11 : Synthèse du polyamide 11 par polycondensation

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Eléments de base de physique et de chimie

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-ELESSY  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 24h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 24h  
Travail personnel : 0h  
Total : 24h**EVALUATION**Examen de fin de semestre, durée  
3h**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. MILITARU Liviu :  
liviu.militaru@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Les objectifs visés à la fin de l'enseignement dispensé sont  
Munir l'étudiant des connaissances de base permettant de comprendre le fonctionnement d'une chaîne d'acquisition et de traitement de données, plus particulièrement :

- Le fonctionnement des systèmes linéaires
- Les principaux montages amplificateur utilisant des transistors bipolaires et des amplificateurs opérationnels,
- Les filtres analogiques passifs ou actifs
- La conversion analogique/numérique
- La représentation des signaux analogiques et numériques dans le domaine fréquentiel.

Cet EC MT-3-S1-ELESSY relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDI-S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)  
A3 - Mettre en oeuvre une démarche scientifique (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :  
A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité  
B1 - Autoévaluer ses propres performances

**PROGRAMME****I. Systèmes linéaires**

Réponses particulières d'un système scalaire  
Calcul opérationnel : transformée de Laplace  
Mise en équation d'un système linéaire scalaire  
Performances d'un système linéaire

**II. Circuits amplificateurs linéaires**  
Amplificateurs à transistors bipolaires  
Amplificateurs opérationnels (AOP)

**III. Signaux analogiques**  
Transformée de Fourier  
Filtres passifs et actifs

**IV. Signaux numériques**  
Echantillonnage  
Quantification  
Représentation spectrale des signaux discrets

en permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances et les capacités suivantes :

- connaître la représentation des diagrammes de Bode des filtres analogiques de base,
- connaître les paramètres hybrides et les modèles petits signaux du transistor bipolaire,
- connaître les fonctions électroniques de base des amplificateurs opérationnels
- savoir représenter le spectre fréquentiel des différents signaux analogiques et numériques.
- être capable d'analyser le fonctionnement d'un système d'acquisition de données analogiques
- être capable de comprendre et d'analyser les circuits amplificateurs linéaires de base intégrant des transistors bipolaires ou des amplificateurs opérationnels : déterminer leurs schémas équivalents petits signal, en déduire leurs propriétés (gain)

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] F. Manneville, J. Esquieu, Electronique : théorie du signal et composants, Ed.Dunod 1997

[2] F.Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données , Ed. Dunod 2002

[3] Y. Granjon, Exercices et problèmes d'électronique, Ed. Dunod 2010

[4] L. Barrandon, D. Réant, K.A. Tehrani, Maxi fiches électronique, Ed. Dunod 2010.

[5] F. de Coulon, Théorie et traitement des signaux, Ed. PPUR 2000(Traité d'électricité, vol. VI)

## PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en circuits électriques et bon niveau en mathématiques (Equations différentielles linéaires, Transformées de Laplace et de Fourier).

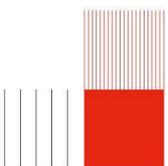
### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-MATH  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 22h  
TD : 24h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 46h  
Travail personnel : 0h  
Total : 46h**EVALUATION**1 IE de 1h au milieu du semestre,  
sans document . (Coefficient : 1).  
1 DS de 3h à la fin du semestre.  
Le seul document autorisé étant  
un formulaire personnel réalisé sur  
une feuille A4 , recto-verso.  
(Coefficient : 3).**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- 1 polycopié
- Site en ligne sur Moodle

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME STEPHAN Pascale :  
pascale.stephan@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Fournir des outils mathématiques adaptés aux enseignements de spécialité

Cet EC MT-3-S1-EC-MATH relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-S1-UE-SDIet contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A5 - Traiter des données (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2- Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

en permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances et les capacités suivantes :

- comprendre la notion de convergence d'une intégrale généralisée ;
- connaître quelques fonctions eulériennes et leurs propriétés, et être capable de les repérer et de les utiliser dans la résolution de problèmes ;
- connaître les différentes propriétés de la transformée de Laplace et son application au calcul opérationnel ;
- comprendre la notion d'approximation d'une fonction périodique par un polynôme trigonométrique, et connaître les différentes propriétés des séries de Fourier ;
- connaître les propriétés de la transformée de Fourier et de la transformation réciproque
- comprendre la notion de distribution et son utilisation dans la modélisation de phénomènes physiques

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacité suivantes :

- être capable d'étudier la convergence d'une intégrale généralisée, et de calculer sa valeur ;
- être capable de calculer des transformées de Laplace de fonctions ou leurs originaux ;
- être capable de calculer les séries de Fourier de fonctions périodiques
- être capable d'utiliser les transformées de Laplace et de Fourier ainsi que les séries de Fourier dans la résolution de problèmes issus de situations concrètes et d'interpréter les résultats obtenus ;

**PROGRAMME**

Intégrales généralisée, notion de convergence et outils de calcul

Fonction Gamma, fonction Beta, fonction erreur

Transformée de Laplace

Séries de Fourier, calculs, convergences.

Transformée de Fourier

Introduction aux distributions

**BIBLIOGRAPHIE**

APPEL, Walter. Mathématiques pour la physique et les physiciens. 4ème édition. H&amp;K Éditions, 2008.

RILEY, HOBSON and BENCE. Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide. 3rd Edition. Cambridge University Press, 2006.

**PRÉ-REQUIS**

Le programme de mathématique du 1er Cycle de l'INSA

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-OUTINF  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 2h  
TD : 20h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 22h  
Travail personnel : 0h  
Total : 22h**EVALUATION**

Devoir surveillé de 2h sur machine

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- Salle d'informatique en accès libre avec 45 postes
- Cours/TD disponible sur la plateforme pédagogique numérique Moodle

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MANDORLO Fabien :  
fabien.mandorlo@insa-lyon.frM. MORTHOMAS Julien :  
julien.morthomas@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

La maîtrise d'outils numériques scientifiques se révèle nécessaire pour l'ingénieur. Que cela soit pour une simple utilisation bureautique, pour le développement d'outils de communication, d'interfaces à visée collective, ou encore pour les calculs numériques plus robuste dans le domaine des matériaux.

Ce cours de Techniques Numériques pour l'Ingénieur a pour objectif, au cours de cette première année de département, de transmettre aux étudiants l'intérêt d'outils numériques simples ou de programmation comme Excel, Visual Basic et Python, pour résoudre des problèmes de science des matériaux. Il s'agira plus en particulier d'apprendre à employer une démarche de résolution numérique sur un problème en physique des matériaux : partir des hypothèses, écrire un algorithme et le traduire en code au langage adapté, et analyser et représenter les résultats. Les Travaux dirigés seront orientés autour des algorithmes de calculs numériques simple comme la méthode des moindres carrés, de Newton, la descente de gradient ou encore la transformée de Fourier.

Ce cours s'inscrit dans Le Socle Commun Numérique que tout élève-ingénieur diplômé de l'INSA-Lyon doit avoir abordées au cours de sa formation. Il relève de l'Unité d'Enseignement SGM-3-S1-UE-SDI

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A5 - Traiter des données

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1-Connaitre et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux  
C4-Modéliser et prédire le comportement des matériaux

En mobilisant les compétences suivantes :  
B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

**PROGRAMME**

Cet enseignement se compose en dix séances de deux heures de Travaux Dirigés.  
Partie 1 : Introduction à EXCEL (rappel)  
- Manipulation sur les cellules et les feuilles de calcul  
- Calculer sur EXCEL : calcul direct, fonctions  
- Représentation graphique  
- Solveur  
Partie 2 : Introduction à VBA  
- Environnement VBA  
- Création de macros : enregistreur, modules et procédures via l'éditeur  
- Programmer sur VBA : sélection et valeur de cellules, variables, structures de contrôle, fonctions  
- Fenêtres interactives : boîtes de dialogues, événements et Userform  
Partie 3 : Python  
- Calcul numérique : méthode des moindres carrés, de Newton, de la descente de gradient, transformée de Fourier sur des exemples en sciences des matériaux.  
- Graphismes

**BIBLIOGRAPHIE**

Excel et VBA, M. Bidault, Le Programmeur - édition Pearson.  
Python V. Le Goff, Apprendre à programmer en python OpenClassroom

**PRÉ-REQUIS**

Connaissances basiques d'Excel et en programmation sous Python.

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S1-EC-SCHCOM  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 33h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 33h  
Travail personnel : 0h  
Total : 33h**EVALUATION**

Après avoir effectué une première recherche bibliographique, chaque groupe définit une problématique et fait une conférence d'une heure qui devra être présentée sous une forme créative (grâce à un recours à une mise en scène théâtrale, aux ressources audiovisuelles). Chaque conférence est suivie d'un débat avec les autres étudiants.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Supports pédagogiques :  
PowerPoint, commentaire de  
textes et d'images**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME LECLERE Julie :  
julie.leclere@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce cours a pour but de donner aux étudiants une introduction aux sciences humaines. Des groupes de cinq étudiants préparent une conférence sur un sujet qui relève des sciences humaines. Cette conférence est présentée sous une forme créative.

Le cours donne un court aperçu de l'histoire des sciences humaines du XVIII<sup>e</sup> siècle jusqu'à aujourd'hui. Il met l'accent sur l'originalité des sciences humaines qui produisent des interprétations critiques des faits culturels et sociaux.

Des groupes de cinq étudiants choisissent ensuite un sujet de sciences humaines qui donnera matière à une conférence. L'enseignant les aide à préciser le thème de réflexion choisi.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-3-S1-UE-31 et contribue aux :

Compétence écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A5 - Traiter des données (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B1 - Autoévaluer ses propres performances (Niveau 3)  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 3)  
B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe  
B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre  
B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe

**PROGRAMME**

Le cours donne un court aperçu de l'histoire des sciences humaines du XVIII<sup>e</sup> siècle jusqu'à aujourd'hui. Il met l'accent sur l'originalité des sciences humaines qui produisent des interprétations critiques des faits culturels et sociaux.

Des groupes de cinq étudiants choisissent ensuite un sujet de sciences humaines qui donnera matière à une conférence. L'enseignant les aide à préciser le thème de réflexion choisi.

Après avoir effectué une première recherche bibliographique, chaque groupe d'étudiants définit une problématique et fait une conférence d'une heure qui devra être présentée sous une forme créative (grâce à un recours à une mise en scène théâtrale, aux ressources audiovisuelles ...). Chaque conférence est suivie d'un débat avec les autres étudiants.

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] R. Debray, Cours de Médiologie générale, Paris, Gallimard, 2001  
J.F. Dortier, Les sciences humaines, panorama des connaissances, Paris, Editions des Sciences Humaines, 2015

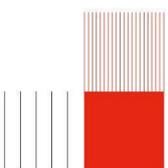
[2] S. Mesure, Dictionnaire des sciences humaines, Paris, PUF, 2006

[3] E. Morin, Introduction à la pensée complexe, Paris, ESF Editeur, 1992

[4] L. Sfez, Critique de la communication, Paris, Seuil, 1992

**PRÉ-REQUIS**

cours « cultures, sciences et sociétés » donnés au Premier cycle de l'INSA Lyon



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-PCOMIM  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 25h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 25h  
Travail personnel : 0h  
Total : 25h**EVALUATION**

Au niveau du groupe d'étudiants, rapport écrit sous forme d'un article de journal technique, présentation orale devant l'ensemble de la promotion.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MASENELLI Bruno :  
bruno.masenelli@insa-lyon.fr  
MME JOLY POTTUZ :  
lucile.joly-pottuz@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Le but est d'amener les étudiants à réfléchir sur les métiers de l'ingénieur ayant une formation « matériaux » : les différents rôles qu'il peut être amené à jouer, les domaines où la demande est forte, les formations complémentaires souhaitables, la concurrence avec d'autres formations, etc.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDM-S2 Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A5 - Traiter des données (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)  
B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 2)  
B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 1)  
B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

B1 - Autoévaluer ses propres performances  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Recueillir, trier et synthétiser les informations pertinentes sur le métier d'ingénieur matériaux dans divers domaines industriels,

- Dresser un panorama économique d'une filière industrielles (passé, avenir, développement, place des femmes, salaires moyens, part de marché, répartition géographique)

- Restituer les résultats d'enquête et analyses sous forme de magazine attractif et d'oral.

**PROGRAMME**

Enquête auprès d'ingénieurs, recueil d'informations publiques sur divers supports (internet, magazine, informations publiées par les entreprises)

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-CARPLAS  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 22h  
TD : 18h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 40h  
Travail personnel : 0h  
Total : 40h**EVALUATION**

L'évaluation sera réalisée par un examen écrit de 2h30, constitué de d'une partie portant sur la plasticité et d'une autre portant sur la caractérisation microstructurale

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopiés de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**MME JOLY POTTUZ :  
lucile.joly-pottuz@insa-lyon.fr  
MME CAZOTTES Sophie :  
sophie.cazottes@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Les objectifs visés à la fin du cours sont

- Description des techniques de caractérisation des matériaux usuelles (Microscopies Electroniques, Diffraction des Rayons X, Tomographie aux Rayons X)

- Description des dislocations, de leurs propriétés

- Introduction à la plasticité cristalline

Cet EC MT-3-CARPLAS relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDM-S2 Science des Matériaux Semestre 2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau1)

A5 - Traiter des données (niveau2)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité (niveau2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (niveau1)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (niveau1)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les limites et précision/résolution de chacune des méthodes

- Connaître les principes fondamentaux des méthodes de caractérisation abordées dans le cours ( MEB, MET, DRX, EBSD, notamment)

- Connaître la théorie des dislocation ( définition, interaction, notion de glissement, interactions entre dislocation)

- Connaître le lien entre sollicitations macroscopiques, telle que déformation macroscopique, et forces appliquées aux dislocations

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les compétences suivantes :

- Savoir décrire les principes de fonctionnement des méthodes de caractérisations usuelles dans les matériaux

- Savoir interpréter les résultats issus de caractérisation microstructurales

- Savoir décrire les microstructures associées.

- Savoir calculer les forces appliquées aux dislocations et faire le lien avec les sollicitations macroscopiques, aussi bien qu'avec la déformation macroscopique

- Savoir utiliser des logiciels de visualisation/traitements des données de caractérisation microstructurales tels que Aztec, Atex, Carine.

**PROGRAMME**

## 1. Techniques de caractérisation

Bases diffraction

facteur de forme  $\zeta$ 

DRX

MEB  $\zeta$  EDX - MET

EBSD + projection stéréo

Analyses de surface

## 2. Introduction à la Plasticité

Définition des dislocation

Interactions entre dislocation

Glissement des dislocations

Forces appliquées sur les dislocations

Sources de dislocations

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] "Cristallographie " - D.SCHWARZENBACH, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1993

[2] Caractérisation microstructurale des matériaux analyse par les rayonnements X et électronique de Claude Esnouf chez Presses polytechniques et universitaires romandes

[3] Des Matériaux, Jean Paul Bailon, Jean Marie Dorlot, Presses Internationales Polytechnique, 2000

[4] Materials Science and Engineering: An Introduction William D. Callister, David G. Rethwisch, Wiley, 5 janv. 2010

### PRÉ-REQUIS

Cours d'introduction à la science des matériaux

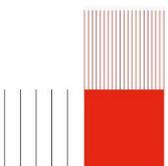
Cours Semestre 1 3MT : MicroStructures, Défauts et Diagrammes

#### INSA LYON

##### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-MATSC  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 16h  
TD : 10h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 26h  
Travail personnel : 0h  
Total : 26h**EVALUATION**Examen écrit de 3h00 avec notes  
de cours**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Notes de Cours. Présentation sur  
Moodle avec documents  
d'accompagnement**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. MASENELLI Bruno :  
bruno.masenelli@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Connaissance de base des propriétés physiques des matériaux semi-conducteurs pour aborder les cours ultérieurs sur les dispositifs

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDM S2 Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux  
C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître et comprendre les diagrammes de bandes énergétiques caractéristiques des semi-conducteurs

- connaître de concept de dopage et savoir calculer des taux de dopages pour des dopants usuels

- savoir appliquer l'équation de continuité pour décrire l'évolution de systèmes simples hors équilibre

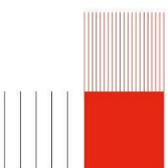
- connaître le fonctionnement de la jonction PN (formation de la zone de déplétion) à l'équilibre et sous polarisation (comportement rectificateur)

**PROGRAMME**

- présentation générale des matériaux semiconducteurs
- structures de bandes, masse effective
- semi-conducteurs intrinsèques et extrinsèques à l'équilibre - dopage
- semi-conducteurs hors équilibre - équation de continuité - durée de vie des porteurs minoritaires- mécanismes de génération et de recombinaison
- la jonction PN à l'équilibre - jonction PN polarisée - calcul du courant

**BIBLIOGRAPHIE**

- "Semiconductors Device Physics and Technology", S.M. Sze, J. Wiley & Sons (1985)
- "Composants à semiconducteurs : de la Physique du Solide aux transistors", O. Bonnaud Ed Ellipses (2007)
- Physique des semiconducteurs, B. Sapoval, C. Hermann Ed. Ellipses (1990)
- "Physique et Technologie des Semiconducteurs", F. Levy - PPUR (1995)
- "Physique des semiconducteurs et composants électroniques", H. Mathieu - Ed; Dunndod (2009)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-PCMMIN  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 18h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 30h  
Travail personnel : 0h  
Total : 30h**EVALUATION**

Examen écrit + exposé oral de 20 mn par groupe de 3 étudiants

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. NORMAND Bernard :  
bernard.normand@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Connaissances de base en physicochimie pour appréhender la structure des matériaux minéraux, leurs propriétés, leurs moyens de caractérisation et leur élaboration. En outre l'accent sera mis sur la métallurgie extractive pour revisiter les concepts thermodynamique et cinétique nécessaires à la Science et l'Ingénierie des Matériaux.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDM-S2 Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)
- A5 - Traiter des données (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre
- C3 - Mettre en application les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Maîtriser les fondamentaux de de l'atomistique, des particules élémentaires aux liaisons,
- Disposer des notions de base sur la chimie des solutions
- Maîtriser les fondamentaux de la thermodynamique, diagrammes d'équilibres
- Disposer de la notion de base qui relie l'électrochimie et la thermodynamique : le potentiel

**PROGRAMME**

Rappel des principaux concepts de chimie inorganique :

- Interaction entre les matériaux minéraux et les gaz : diagrammes d'Ellingham aspects thermodynamique et cinétique, oxydation,
- Interaction entre les matériaux minéraux et les solutions : solubilité , solvation électrochimie ...
- Les procédés d'élaboration : bases thermodynamiques et procédés industriels.

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Ph. A. JAVET, P. LERCH and E. PLATTNER : Introduction à la chimie pour Ingénieurs, Presses Polytechniques Romandes (1987)
- [2] C. DUBOC, L. LEMERLE, Y. LE ROUX, J. TALBOT, Chimie, tomes 1 et 2 Armand Colin (1987)
- [3] M. BERNARD : Cours de Chimie Minérale, Dunod (1990)
- [4] J. PHILIBERT : Métallurgie du minerai ou matériau, Masson (1998)
- [5] C. K. W. FRIEDLI : Chimie Générale pour Ingénieur, PUR (2002)



## PRÉ-REQUIS

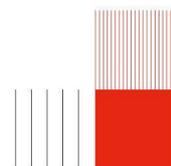
Connaissance de base en physique et chimie.

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-TPCAP  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 21h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 21h  
Travail personnel : 0h  
Total : 21h**EVALUATION**

Un compte-rendu de TP est noté pour chaque séance. Toutes les notes interviennent avec le même poids sur la note finale du semestre

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MANDORLO Fabien :  
fabien.mandorlo@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Approfondir les connaissances du fonctionnement des principaux types de Capteurs utilisés en mesures physiques JECTIFS.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-3-S2-UE-SDM, Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 1)
- B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 1)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

**PROGRAMME****MATERIAUX SEMI-CONDUCTEURS**

- Diodes Schottky et jonction PN
- Caractérisation des matériaux semi-conducteurs

**CAPTEURS**

- Capteur chimique ISFET,
- Capteurs thermiques,
- Capteurs magnétiques,
- Jauges de contraintes
- Capteurs de vibrations

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Physique de base, mesures physiques

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-TPCRIST  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 21h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 21h  
Travail personnel : 0h  
Total : 21h**EVALUATION**Evaluation par CR et par Oral  
Individuel de 20 minutes**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME JOLY POTTUZ :  
lucile.joly-pottuz@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-3-UE-SDL-S2, Matériaux S2, et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A5 - Traiter des données (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 1)
- B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 1)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

**PROGRAMME**

- Diffraction sur poudre : analyse quantitative
- Technique EBSD : application aux métaux
- Diffraction électronique
- Initiation à l'imagerie en microscopie électronique à balayage
- Etude métallographique du diagramme fer-carbone
- Conductivité thermique
- Résistivité des métaux

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] Ray diffraction in crystals, imperfect crystals and amorphous bodies « GUINIER, ISBN 0486680118 - DOVER Publications 1994

[2] International tables for crystallography, Vol A, Theo Hahn Ed. Kluwer Academic - Publishers 1989

[3] C. Kittel, Physique de l'état solide, 7e éd., Paris, Dunod, 1998, 610 p., ISBN : 2-10-003267-4

[4] Philibert J., Métallurgie, du minerai au matériau : cours et exercices corrigés, Jean Philibert, Alain Vignes, Yves Bréchet et al. Eds., 2e éd., Paris, Dunod, 2002, 1177 p., ISBN : 2-10-006313-8

**PRÉ-REQUIS**

- Cristallographie

**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-TTMFLU  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 24h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 36h  
Travail personnel : 0h  
Total : 36h**EVALUATION**Cours : examen écrit de 3 heures,  
écrit**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. FOURMOND Erwann :  
erwann.fourmond@insa-lyon.frM. KLEBER Xavier :  
xavier.kleber@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Compréhension des mécanismes de bases intervenant dans les transferts thermiques et la mécanique des fluides.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-UE-SDI-S2 Sciences de l'Ingénieur S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

B1 - Autoévaluer ses propres performances

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

Transferts Thermiques :

- Connaître les trois modes de transfert de la chaleur, les coefficients thermiques et les lois associées,

- connaître les éléments constituant les schémas électriques équivalents modélisant les transferts et les formules utilisées pour en calculer numériquement les valeurs.

Mécanique des Fluides :

- Connaître les différentes relations décrivant les fluides parfaits et réels au repos et en mouvement

- Connaître les principales conditions d'utilisation de ces relations

- Connaître les applications principales résultantes de ces relations

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

Transferts thermiques :

- Être capable de déterminer en régime stationnaire la distribution de température et les flux de chaleurs par schéma électrique équivalent, par résolution des équations de transfert de la chaleur, de façon analytique ou en différences finies,

- Être capable d'expliquer les choix technologiques retenus pour optimiser les transferts de chaleur.

Mécanique des fluides :

- Être capable de déterminer les champs de pression et de vitesses dans les fluides

- Être capable de simplifier un problème complexe en mécanique des fluides

**PROGRAMME**

- Introduction générale

- Transfert de chaleur par conduction :

o équation de la chaleur

o conductivité thermique

o analogie électrique

o cas simples pour calculs instationnaires

- Transfert de chaleur en convection

- o convection naturelle
- o convection forcée

- Transfert de Chaleur par rayonnement
  - o Le rayonnement thermique
  - o propriétés radiatives
  - o modèle radiatif entre surfaces.

#### Mécanique des fluides

- Hydrostatique, théorème d'Archimède
- Ecoulement des fluides. Principe de conservation.
- Dynamique des fluides parfaits. Equation d'Euler, de Bernoulli, théorème d'Euler.
- Dynamique des fluides réels. Viscosité. Equation de Navier-Stokes. Ecoulement de Poiseuille. Nombre de Reynolds.

### BIBLIOGRAPHIE

- Jean-Luc Battaglia : Introduction aux transferts thermiques - 2e édition, DUNOD (2014)

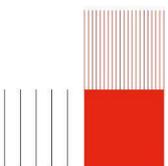
### PRÉ-REQUIS

#### INSA LYON

##### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-PROBA  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 24h  
TD : 24h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 48h  
Travail personnel : 0h  
Total : 48h**EVALUATION**

1 IE de 1h au milieu du semestre, sans document . (Coefficient : 1).  
DS de 3h à la fin du semestre. Le seul document autorisé étant un formulaire personnel réalisé sur une feuille A4 , recto-verso. (Coefficient : 3).

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- 1 polycopié
- Site en ligne Moodle

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME STEPHAN Pascale :  
pascale.stephan@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Apporter au futur ingénieur les connaissances de base en probabilités et en statistiques, lui permettant de modéliser un problème et de prendre des décisions adaptées.

Cet EC SGM-3-PROBA relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDI S2 Science de l'Ingénieur S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les différents indicateurs permettant de résumer une série statistiques à une et deux variables
- comprendre la notion de probabilité et de probabilité conditionnelle, de variable et de vecteur aléatoire
- connaître les principales lois de probabilités discrètes et continues et leurs domaines d'application
- connaître le théorème central limite
- comprendre la notion de variation d'échantillonnage et connaître les différentes lois d'échantillonnage

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de choisir les indicateurs pertinents dans l'étude de données statistiques et de les calculer
- être capable de réaliser des calculs de dénombrements dans des contextes variés
- être capable de décrire et d'analyser des situations concrètes à l'aide de modèles probabilistes, en choisissant les variables et lois aléatoires pertinentes
- être capable de construire des intervalles de confiance à partir des résultats d'un échantillon et d'interpréter les résultats obtenus
- être capable de formuler une hypothèse et de vérifier si elle est plausible, de vérifier la qualité d'une modélisation, à l'aide de tests paramétriques et d'ajustement

**PROGRAMME**

- Statistiques descriptives simples et doubles
- Rappels de dénombrement
- Probabilité et probabilité conditionnelle
- Variations et vecteurs aléatoires
- Lois de probabilité usuelles
- Lois d'échantillonnage
- Estimation
- Tests de comparaison à un standard
- Tests d'ajustement

**BIBLIOGRAPHIE**

ROSS, Sheldon. Initiation aux probabilités. 9ème édition. PPUR, 2014.

SAPORTA, Gilbert. Probabilités, analyse des données et statistique. 3ème édition. Éditions Techniq, 2011.

## PRÉ-REQUIS

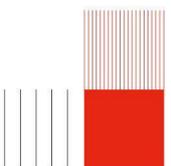
Le programme de mathématiques du 1er Cycle de l'INSA

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-MESCAP  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 10h  
TD : 20h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 30h  
Travail personnel : 0h  
Total : 30h**EVALUATION**Notation de la présentation orale et  
du rapport écrit par groupe de 2  
étudiants**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Malhaire Christophe :  
christophe.malhaire@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est de former les étudiants dans le domaine des capteurs utilisés aujourd'hui dans de nombreuses activités et notamment celui des automatismes. Les notions de choix d'un capteur sont abordées. C'est ainsi l'occasion pour eux de faire une présentation orale d'une heure sur un sujet préalablement choisi et qui les passionne.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-S2-UE-SDI et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A5 - Traiter des données (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les différents modes de transduction de grandeurs physiques, chimiques, mécaniques,
- savoir identifier les circuits électroniques associés au conditionnement du capteur,

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de choisir le capteur adapté en fonction de l'application,
- Etre capable de concevoir une chaîne de mesure à partir d'un cahier des charges,
- Etre capable d'exposer une problématique capteurs.

**PROGRAMME**

- Introduction générale sur les capteurs, caractéristiques, choix, domaines d'applications  
Exemples : température, pression, contrainte.

Puis sujet à traiter dans les domaines suivants par exemple :

- capteurs et moyens de transports
- capteurs et télécommunication
- capteurs et audiovisuel
- biocapteurs en médecine et biologie
- capteurs et environnement
- capteurs et énergie
- capteurs et domotique
- les conditionneurs de capteurs

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] G.ASCH et al : les capteurs en instrumentation industrielle, Ed .Dunod

[2] L'Audiovisuel J. J MATRAS que sais-je ? n°1575

[3] Intelligent sensor technology Wiley (1992)

[4] Guide pratique des capteurs N.ICHINOSE Ed. MASSON (1993)

[5] Microengineering in Biology and Medicine A.Dittmar, Proceedings ESEM (1995)

[6] <http://www.bh-automation.fr/Ressources/Pour-les-automaticiens/Instrumentation.html>

[7] Techniques de l'ingénieur - Capteurs - Définitions, principes de détection - Réf. R400 V1 ç2009.

[8]<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/mesures-analyses-th1/capteurs-et-methodes-de-mesure-42419210/>

## PRÉ-REQUIS

### INSA LYON

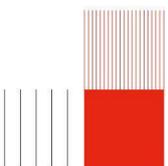
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél.+ 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de





## IDENTIFICATION

CODE : MT-3-S2-EC-ECOACV  
ECTS : 2

## HORAIRES

Cours : 10h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 22h  
Travail personnel : 0h  
Total : 22h

## EVALUATION

Evaluation individuelle par QCM (2 QCM de 15 min)  
Evaluation collective de l'étude de cas / ACV : réalisation d'une fiche de synthèse ou poster et présentation orale

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

Polycopiés de cours (diapos)  
Fonds documentaire thématique éventuel pour le travail d'approfondissement en TD  
Logiciels (CES Edupack, Simapro)

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

MME BARRES Claire :  
claire.barres@insa-lyon.fr  
MME MASSARDIER-NAGEOTTE  
Valerie :  
valerie.massardier-nageotte@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

Les objectifs visés à la fin du cours sont

- Permettre de comprendre les enjeux de l'éco-conception dans le domaine des matériaux : réglementaires, économiques, industriels et sociétaux
- Permettre une première appropriation des méthodes et outils en formant à la prise en compte des aspects environnementaux dans le cahier des charges
- Former à la quantification par l'ACV des impacts des choix opérés
- Développer un esprit critique dans l'analyse des résultats d'ACV

Cet EC MT-3-S2-ECOACV relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDI-S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1-Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel Niveau 2
- A2-Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel Niveau 2
- A4-Concevoir un système répondant à un cahier des charges Niveau 2
- A6-Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité Niveau 2

Compétences écoles spécifiques à la spécialité

- C1-Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux Niveau 1
- C2-Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux Niveau 2
- C3-Mettre en application les matériaux Niveau 1
- C5-Innover et rechercher dans les matériaux Niveau 1

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B3-Interagir avec les autres, travailler en équipe
- B4-Faire preuve de créativité, innover, entreprendre
- B5-Agir de manière responsable dans un monde complexe

## PROGRAMME

- Problématique d'éco-conception des matériaux (6h CM):  
Contexte général et vision industrielle.  
Notion de cahier des charges et prise en compte des enjeux environnementaux.  
Approche scientifique ciblée sur les matériaux.
- Thèmes d'approfondissement (6h TD) :  
Réglementation, directives REACH  
Choix des matériaux (CES Edupack) : approche multicritères
- ACV des matériaux (4h CM) :  
Présentation de la fabrication des matériaux  
Introduction à la base de données Eco Invent  
Principes de l'ACV appliqués aux matériaux
- Etude de cas (6h TD)  
Réalisation d'une ACV à l'aide d'un logiciel professionnel

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ISO, I. (2006). 14040. Environmental management, Life Cycle Assessment, Principles And Framework.
- [2] ISO, I. (2006). 14044: Environmental Management, Life Cycle Assessment, Requirements and Guidelines.
- [3] Role and responsibilities of analysts in communicating Life Cycle Assessment results to decision makers: a case study in building sector. Proceedings of the SETAC Europe Annual Meeting 2014, Basel, Marion Sie, Jérôme Payet, 2014
- [4] Recyclable and bio-based materials open up new prospects for polymers : Scientific and social aspects, dans le livre « Environmental impact of polymers ». Valérie Massardier, Ed. Th Hamaide, R. Deterre, JF Feller, Wiley, DOI: 10.1002/9781118827116.ch12 Lavoisier-Hermès, 2014.
- [5] A review to guide eco-design of reactive polymer based materials, Emma

Delamarche, Valérie Massardier, Remy Bayard, and Edson Dos, dans Reactive and Functional Polymers Volume Three, Advanced materials, Editors: Gutierrez, Tomy (Ed.), Octobre 2020. <https://www.springer.com/gp/book/9783030504564#aboutBook>

## PRÉ-REQUIS

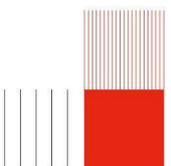
Bases de matériaux  
Bases de conception

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-3-S2-EC-MECA  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 16h  
TD : 18h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 34h  
Travail personnel : 0h  
Total : 34h**EVALUATION**- un qcm de cours sur Moodle  
(1heure)- un examen de connaissance de  
3 heures, comportant une partie  
cours et des problèmes  
d'application.**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**polycopié, anciens sujets sur  
moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Anglais

**CONTACT**M. OLAGNON Christian :  
christian.olagnon@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Présenter les notions de base de la théorie générale de la mécanique des solides déformables élastiques nécessaires pour résoudre des problèmes classiques d'élasticité linéaire.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-3-UE-SDI-S2 Science de l'Ingénieur S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A5 - Traiter des données

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances et les capacités suivantes :

- Connaître la notion de vecteur contrainte.
- Connaître la notion de tenseur des contraintes.
- Connaître la loi de Hooke dans les solides isotropes.
- Connaître les équations générales de la théorie de l'élasticité, notamment les équations aux limites et d'équilibre indéfini.
- Connaître la notion d'énergie de déformation.
- Connaître la méthode de résolution de problèmes d'élasticité.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'appliquer la théorie de l'élasticité à des exemples simples : traction, compression, torsion.
- Etre capable de calculer un champ de contrainte sur des matériaux montés en série et/ou en parallèle.
- Etre capable de calculer les directions principales d'un tenseur mécanique en utilisant une méthode matricielle ou graphique (tricerclé de Mohr).
- Etre capable d'analyser une solution de champ de contrainte ou de déformation

**PROGRAMME**

- Introduction
- Vecteur contrainte
- Tenseur des contraintes : Définition, éléments principaux, cercle de Mohr - Tenseur des déformations : Définitions, déformation pure, distorsion  $\epsilon$
- Relations contraintes - déformations, tenseur Elasticité : loi de Hooke, application au cas des solides isotropes.
- Les équations générales de la Théorie de l'Elasticité.
- Energie de déformation
- Exemple de résolution de problème : torsion d'un cylindre de section quelconque.

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] TIMOSHENKO S. and COODIER J.N "Theory of Elasticity" Mc Graw-Hill 3rd Ed. (1970)

[2] HENRY J.P et PARSY F. "Cours d'élasticité" Dunod Université, Bordas Paris (1982)

[3] ROYIS, "Mécanique des Milieux Continus", cours, exercices et problèmes", ENTPE Collection, PUL (2005)

**PRÉ-REQUIS**

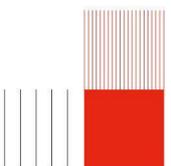
**INSA LYON**

**Campus LyonTech La Doua**

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-MADISC  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 18h  
TD : 8h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 26h  
Travail personnel : 0h  
Total : 26h**EVALUATION**

Un examen écrit de 2 heures avec notes de cours

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Feuille A4 recto/verso de notes personnelles sur le cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MASENELLI Bruno :  
bruno.masenelli@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Acquérir les connaissances de bases des propriétés physiques des semi-conducteurs, de la technologie des matériaux et des dispositifs semi-conducteurs et composants élémentaires

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A5 - Traiter des données (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Comprendre les propriétés optiques, électriques et de transport des semi-conducteurs,
- Connaître les principes physiques fondamentaux régissant les performances des composants

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'utiliser les équations de base décrivant les caractéristiques des dispositifs semi-conducteurs.

**PROGRAMME**

- Physique des semi-conducteurs :

Rappel sur la jonction PN et bases sur les hétérojonctions - Le contact métal-semi-conducteur (contact ohmique - barrière Schottky) - Hétérojonction semi-conducteur/semi-conducteur -

- Composants optoélectroniques :

Physique des émetteurs et récepteurs de lumière - Applications simples des hétérojonctions : cellules photovoltaïques, diodes électroluminescentes (DEL), photodiode PIN, diodes lasers.

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] « Physique des semi-conducteurs » B.SAPOVAL C.HERMANN, Ed. Ellipse (1990)
- [2] « Composants à Semi-Conducteurs : de la Physique du Solide aux Transistors » O. BONNAUD, Ed.Ellipses (2007)
- [3] « Dispositifs et circuits semi-conducteurs » Physique et Technologie ; A.VAPAILLE, R.CASTAGNE Ed. Dunod (1990)

**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-TELEMS  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 22h  
TD : 4h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 26h  
Travail personnel : 0h  
Total : 26h**EVALUATION**

Un examen écrit de 2 heures

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Feuille A4 recto/verso de notes  
personnelles sur le cours**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. FOURMOND Erwann :  
erwann.fourmond@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Acquérir les connaissances de bases des propriétés physiques des semi-conducteurs, de la technologie des matériaux et des dispositifs semi-conducteurs et composants élémentaires

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S1 Matériaux S1 contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)  
A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)  
A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 1)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges  
A5 - Traiter des données  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome  
C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître différents matériaux semi-conducteurs, diélectriques et métalliques et leurs principales propriétés
- Connaître les différentes techniques d'élaboration de ces matériaux, leurs avantages et inconvénients
- Connaître les méthodes de micro-fabrication et caractérisation spécifiques aux MEMS.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de choisir entre les différentes approches technologiques des matériaux et composants semi-conducteurs pour leur réalisation.
- Savoir ce que c'est qu'un MEMS et quels types de composants sont susceptibles d'être réalisés avec des MEMS

**PROGRAMME**

. Technologie des semi-conducteurs et dispositifs :

Introduction générale - Elaboration de substrats semi-conducteurs (Méthode CZ, FZ, Bridgman) - Elaboration des couches actives (épitaxies, dépôt CVD, diffusion thermique, implantation ionique) - Croissance et dépôt de couches diélectriques ; Techniques de photolithographie - Réalisation de composants élémentaires (transistor MOS, inverseur CMOS).

. Micro-nanotechnologie silicium pour les MEMS : technologie et architecture

Introduction : Contexte du développement des MEMS - Phénomènes de transduction mis en œuvre dans les MEMS - Micro-usinage et Micro-technologies silicium - Exemples de MEMS - Vers les nanotechnologies.

**BIBLIOGRAPHIE**

- Physique des semi-conducteurs, B.SAPOVAL C.HERMANN, Ed. Ellipse (1990)
- Dispositifs et circuits semi-conducteurs : Physique et Technologie ; A.VAPAILLE, R.CASTAGNE Ed. Dunod (1990)



- Silicon Microsensors, S.M. Sze, Wiley, 1993

- Dispositifs et physique des microsystèmes sur silicium, S. Mir, Lavoisier, 2002

## PRÉ-REQUIS

### INSA LYON

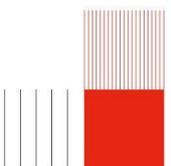
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

*membre de*



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-TPMASC  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 52h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 52h  
Travail personnel : 0h  
Total : 52h**EVALUATION**

Rapport TP + soutenance orale

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MANDORLO Fabien :  
fabien.mandorlo@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet enseignement a pour objectif de consolider la connaissance des fondements de fonctionnement des transistors bipolaires et MOS, en associant la caractérisation électrique avec la modélisation/simulation des deux composants.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)  
A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

A5 - Traiter des données  
A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les principes de fonctionnement des transistors bipolaires et à effet de champ,
- savoir réaliser des montages électroniques de base afin de mesurer les caractéristiques courant-tension des deux types de transistors
- comprendre comment les paramètres influencent les caractéristiques des transistors.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de déterminer les différents paramètres à partir de données expérimentales

**PROGRAMME**

Caractérisation électrique de transistors MOS

Caractérisation électrique de transistors bipolaires

Modélisation et simulation des caractéristiques courant-tension des transistors MOS et bipolaires

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] H. MATHIEU - Physique des semiconducteurs et des composants électroniques, Ed. Masson 1990

[2] A. VAPAILLE, R. CASTAGNE - Dispositifs et circuits intégrés semiconducteurs - Physique et Technologie, Ed Dunod (1990)

**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-CERAVER  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 6h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 18h  
Travail personnel : 0h  
Total : 18h**EVALUATION****SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. JORAND Yves :  
yves.jorand@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Formation de base sur les matériaux céramiques et les procédés d'élaboration associés. Généralisation à la matière divisée.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-S1-UE-MSD

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)
- C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les propriétés générales des céramiques (ordres de grandeur)
- Connaître les particularités de fabrication des diverses classes de céramiques
- Connaître les méthodes de frittage.
- Savoir expliquer l'évolution des systèmes divisés durant le frittage, en particulier à partir de considérations thermodynamiques
- Connaître et savoir utiliser la loi de Laplace pour des calculs élémentaires
- Savoir évaluer les effets des différents paramètres sur la cinétique et l'évolution des microstructures au cours du frittage, en particulier via la notion d'angle dièdre d'équilibre.
- Connaître les différentes techniques d'analyse expérimentale de frittage afin d'être capable de réaliser des interprétations basiques de données expérimentales.
- Connaître les définitions associées à la caractérisation des particules et poreux
- Savoir décrire les principales sources de biais dans les mesures expérimentales de granulométrie et surface spécifique
- Savoir calculer les forces d'interaction inter-particules et en déduire le comportement du système de particules considéré
- Connaître la classification des produits divisés en fonction du ratio des forces inertielles / surfaciques
- Connaître les stades et mécanismes de séchage dans les poreux
- Savoir décrire les procédés de mise en forme solide dans les matériaux céramiques
- Savoir appliquer les lois afférentes aux écoulements de particules (Janssen, Hagen, Beverloo,...)
- Connaître les différentes sources de ségrégation possibles et savoir les reconnaître
- Connaître les états de références dans les empilements et calculer la compacité d'empilement.
- Savoir identifier les paramètres possédant une incidence sur la qualité des empilements
- Savoir utiliser les modèles de distribution granulométriques destinés à accroître la compacité des empilements
- Connaître les techniques expérimentales et les modèles utilisés pour les systèmes divisés insaturés
- Connaître les implications des caractéristiques d'un empilement sur sa résistance mécanique et fabrication des céramiques (dans le cas général du terme)
- Savoir interpréter un diagramme de compression
- Connaître les définitions et terminologie associées
- Connaître les principaux comportements et modèles rhéologiques associés aux dispersions
- Savoir décrire les évolutions rhéologiques des dispersions en fonction de leur microstructure ainsi que les modèles associés à cette évolution (Stokes-Einstein, Krieger, ...)
- Connaître les implications des états rhéologiques des dispersions sur la fabrication des céramiques.
- Connaître et savoir utiliser la théorie DLVO, en particulier, pour estimer un temps de stabilité

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'établir des liens entre propriétés des céramiques et la nature des liaisons, les structure et microstructures. Etre capable de faire le lien avec quelques applications typiques
- Etre capable d'utiliser les concepts de la MLER pour réaliser des calculs élémentaires
- Etre capable de décrire les mécanismes de la propagation lente des fissures et d'expliquer les liens avec le type de liaisons impliquées et la microstructure
- Etre capable de décrire les mécanismes diffusionnels du frittage et toutes leurs implications (consolidation, densification croissance granulaire)
- Etre capable de décrire les diverses méthodes de caractérisation des particules et poreux, de traiter et interpréter les données des analyses expérimentales
- Etre capable d'expliquer le principe du diamètre équivalent et ses implications sur l'analyse de la taille des particules, en rapport et avec les procédés mis en jeu. Savoir établir les équations d'équivalence entre les principaux diamètres équivalents.
- Etre capable de calculer une saturation, de la classifier et d'en déduire les

comportements du système considéré

- Etre capable de décrire la physico-chimie des minéraux dispersés en milieu aqueux

## PROGRAMME

### 1. Introduction aux matériaux céramiques

Liaisons

Structures

Fabrication & microstructures

### 2. Propriétés mécaniques spécifiques, application à la conception

Rupture brutale, MLER

Rupture différée

Transitoires de température

CMC

### 3. Frittage

Définitions, technologie du frittage, enjeux

Aspects thermodynamiques

Lois cinétiques du frittage en phase solide

Croissance granulaire, contrôle des microstructures

Paramètres de contrôle du procédé

Analyse expérimentale

### 4. Caractérisation des matériaux divisés

Définitions, enjeux

Structure, porosité et surface

Taille et morphologie, granulométrie

### 5. Comportements et mise en oeuvre des solides divisés

Etats, systèmes liquide-solide divisés

Procédés de mise en forme solide

Forces d'interaction surfaciques

Agglomération

Phénomènes de transition (gélification / liquéfaction)

Ecoulements dans les lits de particules

Séchage

Modification de taille

### 6. Mise en forme solide : voie sèche (systèmes insaturés)

Enjeux

Ecoulement

Empilements

Etats contraints

### 7. Mise en forme solide : voie liquide (systèmes saturés)

Enjeux

Rhéologie des pâtes et dispersions

Structure et rhéologie

L'interface minéral-solution

Stabilisation (DLVO)

## BIBLIOGRAPHIE

Fondamentaux

- Cours de chimie physique, -P. Arnaud, Dunod (Niveau I)

- Thermodynamique, fondements et applications, -J.P. Perez, Masson (Niveau I-II)

Microstructures et propriétés

- Matériaux, M.F. Ashby & D.R.H. Jones, Dunod (Niveau I)

- Des matériaux. J-M Dorlot et al. Ecole Polytech. de Montreal. (Niveau I)

- Traité des matériaux vol. 1, J.P. Mercier et al. Presses Polytech. et Universitaires Romandes (Niveau I)

- Ceramics : mechanical properties, failure behavior, materials selection. D. Munz & T. Fett. Springer (Niveau II)

- Fracture mechanics of ceramics. R.C. Bradt. Springer (Niveau II)

- Fracture of engineering brittle materials. A.de S. Jayatilaka (Niveau III)

Céramiques

- Traité des matériaux vol. 16, J.M. Haussonne et al. Presses Polytech. et Universitaires Romandes (Niveau II)

- Introduction to ceramics 2nd ed., J.S. Reed. Wiley (Niveau II)

- Ceramics processing 2nd ed., W.D. Kingery et al. Wiley (Niveau II)

- Electroceramics. Materials. Properties. Applications., A.L. Moulson & J.M. Herbert. Chapman&Hall (Niveau II)

- Bâtir en terre, -R. Anger et L. Fontaine, Belin (Niveau I)

- Construire avec des grains : Matériaux de construction et développement durable, H. Van Damme, Graines de sciences, Le Pommier (Niveau I)

Surfaces et interfaces

- Gouttes, bulles, Perles et ondes, P.G. De Gennes et al. Belin. (Niveau II)

- Lois du mouillage et de l'imprégnation. D. Quéré. Techniques de l'Ingénieur (Niveau II)

Synthèse minérale

- De la solution à l'oxyde. J.P. Jolivet, EDP Sciences. (Niveau III)

- Introduction aux procédés sol-gel. A.C. Pierre. SEPTIMA (Niveau II)

- Carbides, nitrides and boride materials synthesis and processing. A.W. Weimer. Chapman & Hall (Niveau II)

Frittage

- Chimie-physique du frittage, D. Bernache-Assollant. Hermes (Niveau III)

-Phénomènes de transfert, H. Hoffmann. Cours en ligne EPFL

[http://ltp2.epfl.ch/Cours/Ph\\_trans\\_chapitre\\_1.pdf](http://ltp2.epfl.ch/Cours/Ph_trans_chapitre_1.pdf) (Niveau II)  
- Sintering. Theory and practice. R.M. German Wiley (Niveau II)

#### Caractérisation des matériaux divisés

- Powder sampling and particle size determination, T. Allen. Elsevier (Niveau II)
- Moyenne, médiane, écart-type. Quelques regards sur l'histoire pour éclairer l'enseignement des statistiques. A. Boyé et al. Reperes IREM n°48 (Niveau III)
- Analytical methods in the fine particle technology. P.A. Webb & C. Orr. Micromeritics Instruments. (Niveau II)

#### Granulaires secs

- Sables, poudres et grains. J Duran. Eyrolles. (Niveau II-III)
- Particle packing characteristics. R. M. German. Metal Powder Industries Federation (Niveau II)
- Granulation, P.J. Sherrington, R. Oliver.F. Heyden (Niveau II)
- Mise en forme des solides. B. Castel. Techniques de l'Ingénieur (Niveau II)
- Particle technology. H. Rumpf. Chapman & Hall (Niveau II)

#### Dispersions

- De la solution à l'oxyde. J.P. Jolivet, EDP Sciences. (Niveau III)
- Liquides. Solutions, dispersions, émulsions gels. B. Cabane & S. Hénon. Belin. (Niveau II-III).
- Rhéophysique. Ou comment coule la matière. P. Oswald. (Niveau II-III)
- Formulation des dispersions. B. Cabane. Techniques de l'Ingénieur (Niveau II)

### PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en science des matériaux, chimie, mécanique et thermodynamique

#### INSA LYON

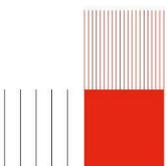
Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-COMPMM  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 22h  
TD : 16h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 38h  
Travail personnel : 0h  
Total : 38h**EVALUATION**

Un examen écrit (3h) en fin de module à deux interrogations écrites de cours (1h)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Anglais

**CONTACT**M. CHEVALIER Jerome :  
jerome.chevalier@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**Connaissances de base du comportement mécanique des matériaux. Relations microstructure  $\zeta$  propriétés mécaniques. Introduction à la rupture, fatigue, fluage.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDI-S1 Science de l'Ingénieur S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétence suivantes :

- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges
- A5 - Traiter des données
- B1 - Autoévaluer ses propres performances
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux
- C3 - Mettre en application les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissance suivantes :

- Savoir réaliser et analyser des tests classiques de comportement mécanique (traction, compression, flexion, dureté), en déduire les caractéristiques mécaniques du matériau.
- Maîtriser les traitements thermiques et mécaniques susceptibles de modifier le comportement mécanique des matériaux,
- Connaître les critères d'endommagement des matériaux (céramiques, métalliques, polymères) à l'échelle microscopique (physique de l'endommagement) et macroscopique.
- Savoir déterminer, dans des cas simples, l'indice de performance d'un matériau pour une application donnée et comparer les performances des différents matériaux

**PROGRAMME**

Chapitre I : Essais mécaniques - Lois de comportement simples

Chapitre II : Physique de la plasticité (suite cours 3 SGM)

Chapitre III : Mécanique de la plasticité

Chapitre IV : Eléments de mécanique de la rupture

Chapitre V : Fatigue et fluage

Chapitre VI : Sélection des matériaux

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] J.M DORLOT et al. "Des matériaux" ed. Ecole Polytechnique de Montréal, 3ème édition, juin 2002, 1986, ISBN-13 : 978-2-553-00770-5

[2]W.D. Callister, "Materials Science and Engineering, Wiley et sons, 6International Ed (20 août 2002), ISBN-13:978-0471224716.

[3] H.W HAYDEN "The structure and properties of materials" Vol.III Mechanical behaviour John Wiley and Sons 1965,

[4] J. Philibert et al. Métallurgie générale, ed. Masson et Cie. 1969



## PRÉ-REQUIS

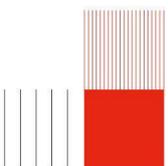
Connaissances de base en mécanique (RDM, 3 SGM) et en physique des défauts (solide réel 3 SGM)

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-CORROD  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 14h  
TD : 10h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 24h  
Travail personnel : 0h  
Total : 24h**EVALUATION**

Examen écrit

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. NORMAND Bernard :  
bernard.normand@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Il existe peu d'établissement qui propose des cours de corrosion. Dans le département MT, la durabilité des Matériaux est un des enjeux majeurs c'est pourquoi ce cours a toute sa place et qu'il est traité par le point de vue de l'Ingénierie de la corrosion, plutôt que par le point de vue électrochimique comme dans d'autres établissements. L'objectif majeur est de donner dans ce cours une formation en phase avec les enjeux industriels pour que l'élève-ingénieur puisse faire de la corrosion un projet professionnel. Une attention particulière est portée aux études de cas, aux mises en situation pour que l'étudiant puisse rapidement disposer des réflexes nécessaires à une crédibilité industrielle. Bien que placé en 4ème année, cet enseignement est déjà considéré comme un enseignement de spécialité, le niveau d'exigence en compétence est donc élevé. Enfin cet enseignement participe à la notion de multifonctionnalité des matériaux et donc à la maîtrise de la complexité.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 3)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 3)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 3)
- B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe
- B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Reconnaître et comprendre un cas pratique de corrosion, quel que soit le domaine industriel, l'environnement et le matériau.
- Maîtriser la méthodologie d'investigation et de caractérisation de la corrosion (par voie physicochimique ET électrochimique)
- Pouvoir contribuer à la définition et la conception de nouveaux matériaux en intégrant l'interaction avec l'environnement
- Pour finir tout étudiant SGM doit être en mesure de maîtriser un approche systémique de la corrosion et de la durabilité des matériaux.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre en mesure de proposer des solutions à un problème de corrosion.

**PROGRAMME**

- Introduction générale
- Facteurs de corrosion
- Modes de Corrosion

- Protection et lutte contre la corrosion
- La corrosion haute température
- Méthodes et mesures de la corrosion par voies électrochimiques.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] D.LANDOLT, Corrosion et Chimie des Surfaces de métaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1993
- [2] M.G FONTANA, N.D GREENE, Corrosion Engineering, Mc Graw Hill 1967
- [3] H.H UHLIG and R.W REVIE - Corrosion and Corrosion Control, J.Wiley and Sons 1985
- [4] S. AUDISIO - le livre Multimédia de la corrosion, IIème edition, INSA lyon, Laboratoire de Physico-Chimie Industrielle
- [5] B. NORMAND, N. PEBERE, C. RICHARD, M. WERY : Prévention et lutte contre la corrosion : Une approche scientifique et technique, Pub. By PPUR coll. METIS, 2004
- [6] B. Normand, R. Oltra, N. PEBERE, Mesure de la Corrosion : de la conceptualisation à la méthodologie, Ed. PPUR, coll METIS, 2016.

## PRÉ-REQUIS

Connaissance de base en électrochimie (niveau 3 SGM-PCMM) et métallurgie

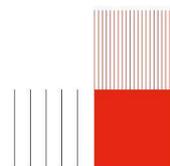
### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-METSTR  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 30h  
TD : 16h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 46h  
Travail personnel : 0h  
Total : 46h**EVALUATION**- un contrôle écrit de 3 h sur les  
cours et travaux dirigés**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopiés

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. KLEBER Xavier :  
xavier.kleber@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**Notions de base sur les transformations microstructurales des matériaux Métalliques.  
Relations microstructures propriétés d'usage

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 3)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale
- A5 - Traiter des données
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivante :

- Connaître les grandes familles de matériaux métalliques ainsi que leurs propriétés
- Connaître les transformations intervenant lors des traitements thermomécaniques
- Connaître les méthodes d'élaboration des principaux matériaux métalliques
- Connaître les nomenclatures et désignation des métaux
- Connaître les modèles de germination

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de prédire les microstructures des matériaux métalliques suite aux traitements thermomécaniques
- Être capable de faire le lien entre les propriétés mécaniques et la microstructure
- Savoir utiliser les diagrammes d'équilibre ainsi que les courbes TTT et TRC pour décrire l'évolution des microstructures et des propriétés

**PROGRAMME**

Description des évolutions microstructurales dans les métaux et alliages métalliques (approches descriptive et thermodynamique) :

- Restauration, recristallisation,
- Précipitation structurale,
- Transformation martensitique
- Solidification
- Principe des traitements thermiques (courbes TTT, TRC.)

Application à des études de cas (relations microstructures-propriétés) :

- Alliage base Al (à durcissement structural et de fonderie)
- Alliages ferreux (aciers extra-doux, aciers de construction pour traitement thermiques, fontes)
- Alliages à usages spécifique (aciers inoxydables, superalliages base Ni, alliages de Ti).

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] M.F ASHBY, D. R.H. JONES, « Matériaux 1 et 2 » Ed. Dunod, 1991

[2] W. KURZ, J.P MERCIER, G. ZAMBELLI « Introduction à la Science des Matériaux » Presses Polytechniques Romandes, 1987

[3] J.M DORLOT, J.P BAILON, J. MASOUNAVE, « Des Matériaux » Ed. de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 1986

[4] J. BARALIS, G.MAEDER, « Précis de Métallurgie » Ed. Afnor-Nathan, 1986

[5] J. PHILIBERT et al « Métallurgie du minerai au Matériau » Ed. Masson, 1998

### PRÉ-REQUIS

Caractérisation structurale (3MT-CARAC-1)

Solide réel (3MT-REASOL-2)

Mécanique des solides déformables - Élasticité (3MT-MESOEL-2)

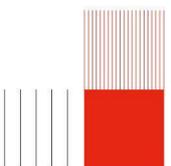
#### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S1-EC-TPPCMM  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 60h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 60h  
Travail personnel : 0h  
Total : 60h**EVALUATION**

Evaluation du travail réalisé en séance + un rapport à la fin de chaque séance sous forme d'un questionnaire + un oral individuel en fin de semestre

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopiés

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME JOLY POTTUZ :  
lucile.joly-pottuz@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ces travaux pratiques ont pour objectif la pratique des essais mécaniques sur matériaux, des traitements thermiques des métaux et céramiques, des techniques électrochimiques et des caractéristiques physico-chimiques de matériaux de structure. Ils permettent également de montrer comment il est possible de modifier la microstructure de matériaux de structure et leurs propriétés à l'aide de traitements thermiques ou thermomécaniques.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-S1-SDM et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (Niveau 2)  
A5 - Traiter des données (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)  
C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité  
C3 - Mettre en application les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les principales méthodes de caractérisation de la microstructure, des caractéristiques physiques de matériaux céramiques, composites et métalliques, amorphes ou cristallins (type d'information obtenue, résolution),
- Connaître l'influence d'un traitement thermique sur les propriétés mécaniques et structurales d'acier de construction, d'aluminium pur ou allié,
- Connaître plusieurs mécanismes de corrosion de métaux : corrosion galvanique et par piqûre,
- Connaître plusieurs phénomènes de transformation de phase dans les matériaux de structure : solidification, transformation martensitique, cristallisation
- Connaître les mécanismes de rupture statique, dynamique et par fluage de métaux, l'effet du choc thermique sur les céramiques.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de réaliser des essais mécaniques (dureté, traction, fatigue, fluage), des mesures physico-chimiques sur des matériaux de structure, en tenant compte des incertitudes expérimentales,
- Etre capable d'utiliser des outils de microscopie (optique, électronique) pour caractériser la microstructure des matériaux,
- Etre capable de proposer des pistes d'optimisation des propriétés des matériaux de structure au travers de traitements thermiques ou thermomécaniques.

**PROGRAMME**

Les TP sont organisés en rotations et les élèves manipuleront sur seulement un seul des trois TP d'une rotation. Ils traiteront des sujets restants lors de séances de synthèse, mettant en commun les travaux des trois TP de chaque rotation.

Rotation I :

TP la Essai de traction

TP Ib Essai de fluage  
TP Ic Fatigue & Rupture

Rotation II :

TP IIa Méthodes de durcissement des métaux  
TP IIb Restauration - recristallisation  
TP IIc Précipitation - durcissement structural

Rotation III :

TP IIIa Austénitisation et recuit des aciers  
TP IIIb Trempe des aciers  
TP IIIc Revenu des aciers

Rotation IV :

TP IVa Corrosion - Corrosion localisée et passivation  
TP IVb Corrosion - Corrosion par couplage galvanique  
TP IVc Tenue au choc thermique des céramiques

Rotation V :

TP Va Choc thermique des céramiques  
TP Vb Critère de résistance d'un matériau composite  
TP Vc Fragilité des solides vitreux

Rotation VI

TP VIa fabrication additive métallique  
TP VIb fabrication additive céramique  
TP VIc Transformation de phase : solidification - cristallisation

## BIBLIOGRAPHIE

P Baïlon, J.M Dorlot, « Des Matériaux » 3ème Edition Presses Internationales Polytechnique

M.F. Ashby, D.R Jones « Matériaux 1 et 2 » Ed. DUNOD

## PRÉ-REQUIS

Cours de Caractérisation des matériaux MT-3-S1-EC-CARPLAS  
Cours de Microstructures des matériaux MT-3-S1-EC-MICRODD  
Cours de mécanique des matériaux MT-3-S2-EC-MECA  
TP Mesures MT-3-S1-EC-TPMES

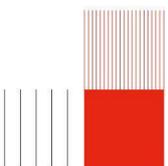
**INSA LYON**

**Campus LyonTech La Doua**

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-CND  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 10h  
TD : 6h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 32h  
Travail personnel : 0h  
Total : 32h**EVALUATION**Un examen de 3 heures à la fin du  
2ème semestre.

Un compte-rendu en fin de séance

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Transparents, tableaux

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. LETANG Jean :  
jean-michel.letang@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Comprendre le rôle et les enjeux des contrôles non destructifs (CND) dans le cadre industriel pour le génie des matériaux. Approfondir, des fondements théoriques aux applications, les deux techniques les plus usitées en CND : le contrôle ultrasonore (US) et le contrôle par rayonnement ionisants (RI).

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDI-S2 Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)

A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)

A5 - Traiter des données (Niveau 2)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)

B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 1)

B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)

C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges

B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe

C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les finalités du CND,
- connaître les différentes techniques,
- connaître parfaitement les fondamentaux physiques des techniques de contrôle par ultrasons et par rayons X,
- comprendre les fondamentaux de la conception d'un contrôle par ultrasons et par rayons X,

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de choisir la technique la mieux adaptée à un problème de contrôle donné

**PROGRAMME**

- Introduction générale sur les CND (2hCM)
- Contrôle par ultrasons : Principe, bases physiques et domaines applications (4hCM)
- Contrôle par rayons X : Principe, bases physiques et domaines applications (4hCM)
- Contrôle par ultrasons : travail sur problèmes (3hTD)
- Contrôle par rayons X : travail sur problèmes (3hTD)
- Travaux pratiques du contrôle par rayons X (8hTP)
- Travaux pratiques du contrôle par ultrasons (8hTP)

**BIBLIOGRAPHIE**

1. Introduction to nondestructive testing: a training guide, P. Mix, Wiley, 2005.
2. Handbook of Nondestructive Evaluation, C. Hellier, McGraw-Hill, 2003.

3. Nondestructive evaluation: theory, techniques and applications, P. Shull, 2002.

4. Le contrôle non destructif et la contrôlabilité des matériaux et des structures, G. Corneloup, C. Gueudré, Ed PPUR METIS LyonTech, 2016

### PRÉ-REQUIS

Modules de Physique et de Mathématique de niveau L2.

Modules de Physique et de Mathématique de niveau L2

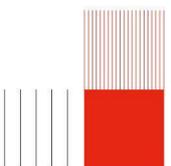
#### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-MATNUM  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 6h  
TP : 24h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 42h  
Travail personnel : 0h  
Total : 42h**EVALUATION**

- Devoir surveillé de deux heures sur machine, note individuelle
- Rapport de projet, note par groupe

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- Salle d'informatique en accès libre avec 45 postes
- Cours/TD disponible sur la plateforme pédagogique numérique Moodle

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Morthomas Julien :  
julien.morthomas@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

L'expérience ne suffit pas toujours pour comprendre et prévoir le comportement des matériaux. Les simulations numériques peuvent être une solution précieuse. Elles reposent sur la modélisation des phénomènes physiques, c.a.d. leurs mises en équations (Equation différentielles Ordinaires ou Partielles, EDO, EDP). La résolution analytique de ces équations est souvent impossible. Il faut donc utiliser des méthodes numériques robustes pour les résoudre, i.e. des schémas numériques.

Le premier objectif de ce cours sera de discuter des différentes formes d'équations rencontrées dans le domaine des matériaux, c.a.d. de connaître les hypothèses qui sous-tendent un modèle et l'étude de ces propriétés, et de proposer des méthodes numériques adaptées pour les résoudre. Le choix d'une méthode numérique sera confronté aux modèles et à l'analyse de ces propriétés : convergence, stabilité, efficacité, estimation d'erreur, ...

Le second objectif consistera à écrire les algorithmes de ces méthodes numériques et de les implémenter en python pour étudier des exemples tirés du domaine des matériaux : équation de diffusion, équation de la chaleur, dynamique moléculaire, ...

Cette EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-S2-UE-SDI-S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A3-Mettre en oeuvre une démarche expérimentale/numérique

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1-Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux  
C4-Modéliser et prédire le comportement des matériaux

En mobilisant les compétences suivantes :  
B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome  
B3-Interagir avec les autres, travailler en équipe

**PROGRAMME**

Cet enseignement se compose dans une première partie de dix séances de cours-TD de deux heures, où les bases de la résolution numérique des équations différentielles seront exposées. Durant ces séances les différents schémas numériques adaptés à un modèle physique seront discutés. Ces séances seront ponctuellement agrémentées de pratiques sur ordinateur en python.

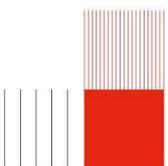
Dans une seconde partie, 24h de projet par groupe seront réalisées en python sur une problématique matérielle concrète.

**BIBLIOGRAPHIE**

- Analyse numérique et équations différentielles, EDP Science, 2006
- Équation aux dérivées partielles, Dunod, 2022

**PRÉ-REQUIS**

Connaissances en programmation sous Python.



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-ELEFIN  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 24h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 32h  
Travail personnel : 0h  
Total : 32h**EVALUATION**rapport TP + Oral Individuel de 20  
minutes**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. FABREGUE Damien :  
damien.fabregue@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

- Expliquer le principe de la méthode des éléments finis appliquée à la mécanique. Dégager les principales difficultés survenant lors la résolution des problèmes

- Découvrir et utiliser in logiciel d'éléments finis

- Travailler en petit groupe à la résolution d'un problème grâce à la méthode des éléments finis

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDI-S2 Science de l'Ingénieur S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 3)

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)

A5 - Traiter des données (Niveau 1)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre

B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux

C3 - Mettre en application les matériaux

C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les méthodes de résolution des problèmes par éléments finis

- connaître les différents paramètres importants à prendre en compte pour la résolution (conditions limites, type d'éléments,  $\epsilon$ )

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de déterminer les différentes symétries d'un problème

- Etre capable de modéliser un problème en utilisant la méthode des éléments finis

- Etre capable d'appliquer les bonnes conditions aux limites

- Etre capable de discuter un résultat issu de calculs par éléments finis au regard de ses connaissances en mécanique

**PROGRAMME**

- . Intérêt
- . Présentation générale de la méthode
- . Aspects théoriques
- . Les différents types d'éléments
- . Convergence
- . Conditions aux limites
- . Non linéarité
- . Endommagement

. Calculs de statique 2D et 3D

## BIBLIOGRAPHIE

- . KJ Bathe, Finite Element Procedures, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1996
- . D. Dhatt, G. Touzot, Une présentation de la méthode des éléments finis, 2ème Ed., Maloine, Paris, 1984
- . OC. Zienkiewicz, RL. Taylor, The finite element method, c Graw-Hill, New York, 1989
- . M. Rappaz, D. Bellet, M. Deville, Traité des matériaux, vol. 10, Modélisation numérique en science et génie des matériaux, presses polytechniques et universitaires romandes, 1998

## PRÉ-REQUIS

Notions de base de mécanique des milieux continus

### INSA LYON

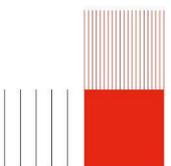
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de





## IDENTIFICATION

CODE : MT-4-S2-EC-PLEXPE  
ECTS : 1

## HORAIRES

Cours : 11h  
TD : 0h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 19h  
Travail personnel : 0h  
Total : 19h

## EVALUATION

Chaque équipe doit rendre un compte rendu détaillé expliquant les choix réalisés et les différentes étapes du plan mis en oeuvre. Ce travail est noté.

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

1 polycopié

Site en ligne sur Moodle

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

MME STEPHAN Pascale :  
pascale.stephan@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

Apporter au futur ingénieur les notions fondamentales permettant de mettre en oeuvre un plan d'expériences de type Taguchi.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-3-UE-SDI S1 Science de l'Ingénieur S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (Niveau 2)
- A5 - Traiter des données (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- comprendre les objectifs, les apports et les écueils des plans d'expérience.
- connaître différents types de plans d'expérience, en particulier les plans Taguchi, et la modélisation mathématique sous-jacente
- comprendre les notions de facteurs bruits et facteurs contrôlés, de matrice de plans, d'interactions, de fonction perte de qualité, de ratio signal/bruit.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de mettre en oeuvre ces notions dans l'élaboration pratique d'un plan (choix des facteurs, choix de la matrice, mise en place de modes opératoires, réalisation des mesures, interprétation des résultats, ajustement)

## PROGRAMME

La formation en plans d'expérience est structurée en trois temps :

- formation théorique aux plans d'expérience : notion de plans d'expérience, présentation des principes de la méthode, méthode Taguchi. Plans factoriels complets et fractionnaires, matrices de plan d'expérience, ratio Signal/Bruit, interactions, calculs des effets.

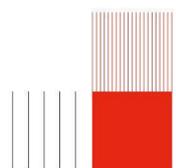
- mise en situation à l'occasion d'un TP conduisant à la réalisation d'un plan d'expérience permettant d'optimiser la distance et la dispersion d'un lancer de projectile à l'aide d'une catapulte.

- Analyse des démarches suivies et des résultats obtenus en présence d'un ingénieur expert, qui partagera aussi ses connaissances sur le sujet.

## BIBLIOGRAPHIE

ALEXIS, Jacques et Philippe. Pratique industrielle des plans d'expérience. AFNOR, 1999.

GOUPY, Jacques. Introduction aux plans d'expérience. 5ème édition. Dunod/L'Usine Nouvelle Collection Technique et ingénierie, 2013



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-PPP  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 4h  
TD : 40h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 44h  
Travail personnel : 0h  
Total : 44h**EVALUATION**Participation obligatoire  
(exercices, training, mise en  
situation)**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Conférences et workshop animés  
(documentation pédagogique PPP)**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME SANCHEZ FORSANS :  
sylvie.sanchez-forsans@insa-  
lyon.fr**OBJECTIFS**

L'objectif principal de cet enseignement est de permettre à chaque étudiant (e) de participer à une réflexion et une préparation professionnelle, en individuel et en collectif, pour l'aider à construire et valoriser son Projet Personnel Professionnel (PPP). En outre, à l'occasion de la recherche de stage et/ou d'emploi dans le cadre de son cursus d'ingénieur à l'INSA.

1. Identifier ses ressources et valoriser le bilan de ses compétences actuelles
2. Construire et/ou finaliser son projet ou ses projets professionnels
3. Comprendre le marché du travail et de l'emploi (outils à disposition)
4. Maîtriser les techniques de recrutement (CV & LM, entretien d'embauche)
5. Valoriser son offre de services en tant que futur Inénieur(e) INSA

**PROGRAMME**

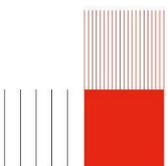
Intérêt et Apport du PPP (Projet Personnel Professionnel)  
Repères clés en Gestion de carrière pour le ou la futur (e) Ingénieur (e) INSA  
Sensibilisation à la CARE : Campagne Active Recherche Emploi (8 actions)  
Méthodologie : Bilan Projets et Actions sur le Marché du travail et de l'Emploi  
Présentation de l'offre de services : communication orale et écrite  
Expression professionnelle de face à face (entretien recrutement et réseaux)  
Techniques clés de training avec conseils personnalisés

**BIBLIOGRAPHIE**

Etudes APEC et fiches fonctions, secteurs, régions,  
Fiches Répertoire Opérationnel Métiers Emploi (ROME)  
Enquêtes Carrières Ingénieurs (Alumni INSA) et [carriere.insa-lyon.fr](http://carriere.insa-lyon.fr)  
« Comment trouver une situation et décrocher le job de vos rêves » (D.POROT)

**PRÉ-REQUIS**

Fiche PPP individuelle à remplir lors de la Conférence PPP  
Offre d'emploi ou de stage à apporter lors du workshop PPP  
CV à jour



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-STAGE4  
ECTS : 6**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 2h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 2h  
Travail personnel : 0h  
Total : 2h**EVALUATION**

La note de stage est basée sur l'évaluation du tuteur-ingénieur. Il n'est pas demandé de rapport de stage. Les étudiants réalisent une fiche récapitulative recto verso A4 en fin de stage qui est évaluée.

Evaluation sur les connaissances suivantes :

- savoir s'adapter au monde de l'entreprise et aux différentes situations rencontrées
- savoir organiser son travail et développer des méthodes
- savoir analyser et hiérarchiser un problème scientifique et technologique
- savoir synthétiser et restituer son travail

Evaluation sur les compétences suivantes :

- être capable de travailler en autonomie ou en équipe en s'intégrant aux différents groupes de travail

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Ter-ovanessian Benoit :  
benoit.ter-ovanessian@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Le stage de 4ème année de 2.5 à 3 mois en fin d'année scolaire (4ème année) permet aux élèves-ingénieurs :

- d'appliquer, de confronter et de perfectionner leurs connaissances face à des cas concrets.

- de tester leurs facultés d'analyse et de synthèse face à des problématiques réelles

- de se familiariser avec le monde de l'entreprise et leur futur métier.

Ces stages peuvent avoir lieu en France ou à l'étranger, dans des PME, des grands groupes industriels ou des centres de recherche. Les élèves-ingénieurs ont pour mission principale de mener à bien le projet qui leur est confié au début du stage.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement SGM-4-UE-PCS-S2,

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

B1 - Autoévaluer ses propres performances (Niveau 2)

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)

B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)

B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 2)

B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 2)

B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 3)

B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel

A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale

A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges

A5 - Traiter des données

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation

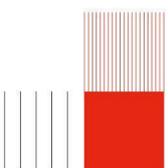
adaptées à leur spécialité

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux

C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux

C3 - Mettre en application les matériaux

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux

**PROGRAMME****BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-PCOMAT  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 27h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 27h  
Travail personnel : 0h  
Total : 27h**EVALUATION**

L'évaluation du projet se base sur le rendu d'un rapport final aux différents tuteurs, ainsi que sur une soutenance plénière du projet devant les autres élèves et un jury d'enseignants.

L'absence aux cours management et RSE entraîne une non validation du module

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Prise de contact avec les milieux professionnels  
L'élément humain de Will Schultz  
De la performance à l'excellence de Jim Collin  
Psychologie sociale du sport S Jowett et D Lavalley  
Modèle de communication de Marston  
Les efforts du manager d'Hervé Seryex

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**Mme cazottes sophie :  
sophie.cazottes@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Il s'agit donc d'un projet effectué en groupe de 5 à 7 élèves, qui conduit à l'exploration de différentes solutions d'un problème scientifique et technique complexe, mettant en jeu des compétences multiples avec choix argumenté de solutions. La part principale du travail repose sur la recherche bibliographique d'informations.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-4-UE-S2-PCS et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 3)
- A5 - Traiter des données (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances (Niveau 2)
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 2)
- B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)
- C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)
- C5 Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale
- B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Entraîner l'élève-ingénieur à vivre les relations, l'organisation et le management (pratiques et contraintes) d'un projet mené en équipe.
- Former aux problèmes posés par la nécessité d'une réalisation conforme à un cahier des charges défini au départ. Initier aux procédures d'écriture d'un cahier des charges.
- Intégrer des connaissances issues de plusieurs disciplines, y compris la recherche documentaire ou d'information. Apprendre à gérer et critiquer l'information trouvée.
- Habituer l'élève à passer ponctuellement d'une mesure de la performance individuelle (état scolaire) à la mesure de la performance collective, sur laquelle il est capable d'identifier son impact.
- Permettre l'appropriation d'outils de l'ingénieur du domaine des ressources humaines : connaissances, méthodes d'analyse et techniques en communication, organisation, dynamique de groupe, animation et conduite de réunion, régulation des tensions, ...
- Élargir les horizons de chacun, tant sur les compétences techniques sur les matériaux ou leurs applications, que sur le fonctionnement du monde industriel. Les projets peuvent ainsi contenir un volet sociétal.
- Favoriser l'intégration ultérieure des réseaux professionnels.

**PROGRAMME**

Ce projet est effectué en groupe de 5 à 7 élèves, sous la tutelle d'un enseignant du département. La plupart des projets sont issus d'une demande d'un industriel et sont, dans ce cas suivis aussi par un tuteur industriel. Il y a de plus un tuteur DoctNSA affecté au projet, pour l'orientation et la bonne gestion de la partie bibliographique.

Les élèves ont un créneau hebdomadaire de 2h réservé au projet. A cela s'ajoute la Méthodologie de la recherche documentaire (Responsables DoctNSA : Evelyne Chataignon, Nicole Goetgheluck)

Objectif : Formation à la recherche d'informations bibliographiques. Présentation des bases de données scientifiques, des différents moteurs de recherches. Présentation des outils pour la gestion de données bibliographiques, et pour la rédaction de rapport scientifiques. Gestion de diagrammes heuristiques.

L'évaluation du projet se base sur le rendu d'un rapport final aux différents tuteur, ainsi que sur une soutenance plénière du projet devant les autres élèves et un jury d'enseignants.

## BIBLIOGRAPHIE

Prise de contact avec les milieux professionnels

L'élément humain de Will Schultz

De la performance à l'excellence de Jim Collin

Psychologie sociale du sport S Jowett et D Lavallee

Modèle de communication de Marston

Les efforts du manager d'Hervé Seryex

## PRÉ-REQUIS

Connaissance générale en matériaux

Appartenir à une équipe projet et participer à l'atteinte de son objectif.  
Présence aux 3 temps de formation management

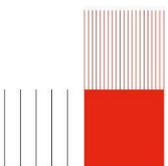
### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-INSPIRE  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 48h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 56h  
Travail personnel : 0h  
Total : 56h**EVALUATION**Évaluation collective des groupes  
projet via  
- un pitch oral visuel  
- un rapport écrit  
- une soutenance oraleet complétée par un suivi tout au  
long du projet :  
- revues de projet formelles et  
informelles  
- compte-rendu hebdomadaire de  
travail accompli et de répartition  
des tâches au sein du groupe**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**- Apports, applications et revue de  
projet en TD  
- Conférences en CM  
- Tutorat projet hybride (présentiel /  
distanciel & synchrone /  
asynchrone selon besoins)**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME FREZET MULLER :  
virginie.muller@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC contribue aux compétences en humanités suivantes :

- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
  - B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
  - B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive
- Les crédits ECTS associés sont dédiés DDRS et couvre plusieurs éléments des 5 items de la feuille de route DDRS.

Il permet à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances &amp; compétences suivantes :

- Montage de projet collectif responsable réel ou réaliste en appui sur le terrain
- Prise en compte des enjeux socio-écologiques dans le choix de la raison d'être du projet
- Démarche de Design Thinking appliquée
- Étude des impacts socio-écologiques du projet
- Intelligence collective et méthodologie de gestion de projet
- Présentation professionnelle de son travail de différentes manières (soutenance, pitch, revue de projet)

**PROGRAMME****LANCEMENT**

- Présentation du module & choix des groupes

**IDÉATION**

- Enjeux socio-écologiques : système terre global, biodiversité, climat et ressources
- Enjeux sociaux : précarité, discrimination, intersectionnalité
- Présentation d'initiatives et projets d'ingénierie positive inspirantes en lien avec les enjeux socio-écologiques
- Approche sensible et personnelle des enjeux socio-écologique
- Construction d'une vision partagée
- Démarche de Design thinking : créativité et représentation de l'idée / usage / utilisateurs

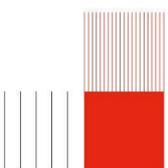
**ETUDE DE FAISABILITÉ**

- Méthodologie de gestion de projet organisationnelle et humaine
- Méthodologie d'évaluation des impacts socio-écologiques : tableau d'étude des impacts sociaux / ACV
- Méthodologie de montage d'un projet responsable : stratégie, écosystème, gouvernance, financement, formalités juridiques et administratives et identité visuelle.
- Démarche de Design thinking : tests et retours itératifs utilisateurs et experts

**BIBLIOGRAPHIE**

Pour une écologie du sensible - Jacques Tassin

Le design thinking au service de l'innovation responsable - X. Pavie, C. Jouanny, D. Carthy, F. Verez

**PRÉ-REQUIS**

## IDENTIFICATION

CODE : MT-4-S2-EC-POLYPHYS  
ECTS : 2

## HORAIRES

Cours : 16h  
TD : 10h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 26h  
Travail personnel : 0h  
Total : 26h

## EVALUATION

- Examen écrit d'une durée de 1,30 H sans documents de cours

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

- Transparents support du cours (en français et anglais)  
- Polycoché-recueil des exercices des travaux dirigés (en anglais et français)

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

M. GERARD Jean-Francois :  
jean-francois.gerard@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

Les objectifs de ce module d'enseignement sont d'introduire les principales notions relatives aux propriétés physiques des polymères à l'état solide (et fondu pour les thermoplastiques) afin de pouvoir les associer aux architectures à l'échelle macromoléculaire et aux morphologies en mettant l'accent sur la spécificité des polymères qui est la mobilité moléculaire. Les comportements physiques dépendent en effet fortement pour ce type de matériaux de la température et/ou de la vitesse de sollicitation (ou temps ou fréquence). Ainsi, les notions importantes de description des comportements physiques (viscoélastiques à l'état fondu et solide, mécaniques aux grandes déformations et électriques/diélectriques), y compris en termes de modèles, seront présentées.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S2 Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1-Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (3)  
A2-Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A3-Mettre en œuvre une démarche expérimentale  
A4-Concevoir un système répondant à un cahier des charges  
A5-Traiter des données

A6-Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1-Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (2-3)  
C3-Mettre en application les matériaux (2)  
C5-Innover et rechercher dans les matériaux (2)  
C4-Modéliser et prédire le comportement des matériaux (2)

En mobilisant les compétences suivantes :

B1-Autoévaluer ses propres performances (3)  
B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (3)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Savoir expliquer les mécanismes de dissolution des polymères en milieu solvant,
- Comprendre les origines des interactions polymère/solvant,
- Savoir utiliser et comprendre les équations et relations issues des théories de Flory-Huggins et de Flory-Krigbaum
- Connaître et savoir utiliser les techniques de caractérisation des polymères en solution diluée ou semi-diluée,
- Connaître la chimie d'élaboration des principaux matériaux réticulables : polyuréthane, polyesters insaturés, époxy/amine, silicone, etc.
- Connaître et savoir expliquer les phénomènes de gélification et de vitrification
- Savoir calculer la masse molaire entre nœuds de réticulation.
- Connaître les techniques rhéologiques des polymères et connaître les ordres de grandeur liés au comportement viscoélastique des polymères (viscoélasticité linéaire)
- Comprendre le phénomène de la transition vitreuse et ses conséquences
- Savoir appliquer les relations temps (fréquence) et température et calculer un facteur de glissement sur les comportements thermomécaniques des polymères (principe de WLF)
- Savoir exploiter des résultats de spectrométrie mécanique et/ou diélectrique (transitions principale et secondaires ; cartes de relaxations moléculaires)
- Savoir expliquer l'influence des paramètres moléculaires principaux ou de la morphologie sur ces relaxations

## PROGRAMME

A.- COMPORTEMENT VISCOELASTIQUE DES POLYMERES  
1.- INTRODUCTION  
2.- APPROCHE PHENOMENOLOGIQUE  
2.1.- Définitions

Solide de Hooke et liquide de Newton : Modules et viscosité  
 2.2.- Comportement viscoélastique  
 Expériences de fluage et relaxation  
 2.3.- Principe de superposition de Boltzmann  
 2.4.- Modèles viscoélastiques  
 2.5.- Comportement mécanique dynamique  
 2.6.- Relation temps(fréquence)-température  
 3.- COMPORTEMENT VISCOELASTIQUE DES POLYMERES : RELATIONS AVEC LEUR MICROSTRUCTURE ET MORPHOLOGIE  
 3.1.- Spectres viscoélastiques  
 Transition principale  $\alpha$  et relaxations secondaires / Exemples  
 Carte de relaxations moléculaires  
 Analogie avec autres spectroscopies /  
 mobilités moléculaires à l'état solide  
 3.2.- Illustrations de l'influence de principaux paramètres moléculaires  
 Polymères amorphes  
 Microstructure, Masse molaire, Réseaux (Densité de réticulation)  
 Mélanges de polymères et copolymères  
 Polymères semi-cristallins  
 Polymères chargés

## B.- COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE A L'ETAT FONDU DES POLYMERES

1.- INTRODUCTION  
 1.1. - Définition  
 1.2. - Phénomènes rhéologiques  
 2.- FLUIDES NON NEWTONIENS  
 2.1. - Définitions et Applications  
 Fluides newtoniens, rhéofluidifiants, rhéoépaississants, fluides à seuil  
 2.2. - Classification et modèles de viscosité  
 3.- VISCOELASTICITE LINEAIRE  
 3.1. - Définitions et principes  
 3.2. - Modèles linéaires  
 3.3. - Systèmes de mesures  $\dot{\gamma}$  Rhéométrie en régime permanent  
 3.4. - Influence des paramètres macromoléculaires

## C.- COMPORTEMENT MECANIQUE DES POLYMERES AUX GRANDES DEFORMATIONS

1.- MECANISMES MOLECULAIRES DE LA DEFORMATION ET DE LA RUPTURE DES POLYMERES  
 1.1.- Approche expérimentale  
 Extension et déformation des liaisons  
 Rupture des liaisons  
 Création de microvides  
 1.2.- Comportement des polymères  
 Polymères amorphes thermoplastiques  
 Polymères semi-cristallins  
 Polymères réticulés (réseaux)  
 1.3.- Approches théoriques  
 2.- CRAZING ET CISAILLEMENT  
 2.1.- Cisaillement et craquelage  $\dot{\gamma}$  Mise en évidence  
 2.2.- Critères de plasticité et de craquelage  
 2.3.- Interactions entre cisaillement et craquelage  
 3.- RUPTURE  
 3.1.- Rupture en fatigue  
 3.2.- Mécanique de la rupture des polymères

## D.- COMPORTEMENTS ELECTRIQUE ET DIELECTRIQUE DES POLYMERES

1.- INTRODUCTION  
 1.1.-Contraintes électriques  
 1.2.- Type de polarisations  
 2.- ETUDE DE LA REPONSE A UN CHAMP ELECTRIQUE DES POLYMERES  
 2.1.- Résistance et résistivité  
 2.2.- Rigidité diélectrique  
 3. ETUDE DE LA REPONSE DES POLYMERES A UN CHAMP ELECTRIQUE ALTERNATIF  
 3.1.- Constante diélectrique  
 3.2.- Facteur de dissipation ou de perte  
 3.3.- Diagramme Cole Cole  
 3.4.- Comportement des polymères  
 3.5.- Techniques de mesures électriques  
 4.- FACTEURS INFLUENCANT LE COMPORTEMENT ELECTRIQUE

## BIBLIOGRAPHIE

- Viscoelastic Properties of Polymers. 3rd Edition. J.D. Ferry.  $\dot{\gamma}$  Wiley  $\dot{\gamma}$  Blackwell (1980)
- De la macromolécule au matériau polymère - Synthèse et propriétés des chaînes. J.L. Halary, F. Lauprêtre. Belin Education Echelles (2006)
- Mécanique des matériaux polymères. J.L. Halary, F. Lauprêtre. Belin Education Echelles (2008)
- $\dot{\gamma}$  Polymer Rheology. LE. Nielsen. Marcel Dekker (1977)
- Rheology: Principles, Measurements, and Applications. C.W. Macosko. Wiley VCH (1994)
- Electrical Properties of Polymers 2nd Edition. T. Blythe, D. Bloor. Cambridge Editions (1987)
- Electrical Properties of Polymers. E. Riande, R. Diaz-Calleja. CRC Press (2004)

## PRÉ-REQUIS

Les notions de contraintes et de déformations dans les différents modes ainsi que celles de module d'élasticité, viscosité, etc devront être assimilées.

Des connaissances relatives aux grandeurs et paramètres associés aux grandes familles de polymères (thermoplastiques amorphes et semi-cristallins, réseaux -ou thermodurcissables-) sont requises.

La formalisation des comportements et de leur dépendance avec des paramètres comme la température, le temps, l'état de contrainte, etc nécessite de savoir manipuler des équations différentielles, le calcul en complexe et le calcul tensoriel.

### INSA LYON

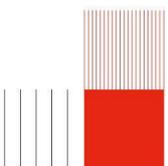
Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-TPCCSC  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 12h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 12h  
Travail personnel : 0h  
Total : 12h**EVALUATION**Compte-rendu par binôme à la fin  
de chaque séance**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopiés

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MILITARU Liviu :  
liviu.militaru@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet enseignement a pour objectif de consolider la connaissance des fondements de fonctionnement des transistors bipolaires et MOS, en associant la caractérisation électrique avec la modélisation/simulation des deux composants.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-UE-SDM S2, Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)  
A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)  
A5 - Traiter des données (Niveau 5)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les principes de fonctionnement des transistors bipolaires et à effet de champ,
- savoir réaliser des montages électroniques de base afin de mesurer les caractéristiques courant-tension des deux types de transistors
- comprendre comment les paramètres influencent les caractéristiques des transistors.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de déterminer les différents paramètres à partir de données expérimentales

**PROGRAMME**

Caractérisation électrique de transistors MOS

Caractérisation électrique de transistors bipolaires

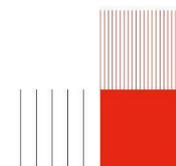
Modélisation et simulation des caractéristiques courant-tension des transistors MOS et bipolaires

**BIBLIOGRAPHIE**

H. Mathieu "Physique des semi-conducteurs et les composants électroniques", Ed. Masson

**PRÉ-REQUIS**

Physique des semi-conducteurs, jonction PN, capacité MOS.



**IDENTIFICATION**CODE MT-4-S2-EC-  
TPELACARMM

ECTS : 3

**HORAIRES**

Cours :	0h
TD :	0h
TP :	40h
Projet :	0h
Evaluation :	0h
Face à face pédagogique :	40h
Travail personnel :	0h
Total :	40h

**EVALUATION**

5 compte rendus de TP notés

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Massardier Valérie :  
valerie.massardier-nageotte@insa-  
lyon.fr**OBJECTIFS**

1. Faire pratiquer et observer un large panel d'expériences en laboratoire.
2. Apprendre à exploiter des résultats et des documents techniques et scientifiques.
3. Préparer les étudiants à l'optimisation et au contrôle des différents stades de la fabrication et du contrôle des polymères (études de techniques d'élaborations de polymères, de caractérisations, établissement de relations structure/mise en forme/ propriétés des polymères).
4. Intégrer et appliquer les règles de sécurité dans un laboratoire de chimie.
5. Minimiser les impacts environnementaux des TP.
6. Réfléchir aux impacts environnementaux des procédés et matériaux industriels

**PROGRAMME**

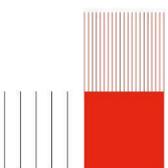
Procédés et caractérisation de polymères amorphes et semi-cristallins  
Suivi de formation de réseaux  
Procédés de mise en forme  
Rhéologie et écoulement des polymères  
Caractérisations de surfaces et interfaces

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] : Recueil de travaux pratiques édité par le Groupe Français d'études et d'applications des Polymères (GFP)

**PRÉ-REQUIS**

MT-3-S1-EC-PCMMOL Physico Chimie des matériaux Macromoléculaires  
MT-3-S1-EC-TPMES : Matériaux mesures optoélectroniques



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-COMSEM  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 10h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 22h  
Travail personnel : 0h  
Total : 22h**EVALUATION**

Un examen écrit de 2 heures à l'issue du semestre

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Feuille A4 recto/verso de notes personnelles sur le cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Fourmond Erwann :  
erwann.fourmond@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Acquérir les connaissances de base fondamentales sur les principaux composants de la microélectronique.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-S2-UE-SDM et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)

A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)

A5 - Traiter des données (Niveau 1)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)

C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)

C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)

C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel

B1 - Autoévaluer ses propres performances

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Comprendre les propriétés optiques, électriques et de transport des semi-conducteurs,

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'utiliser les équations de base décrivant les caractéristiques des dispositifs semi-conducteurs,

- Etre capable d'analyser les performances électriques des composants semi-conducteurs

**PROGRAMME**

- Transistor bipolaire à jonction JBT :

Physique et fonctionnement du transistor bipolaire NPN et PNP

- Transistors à effet de champ :

Physique et fonctionnement des transistors à effet de champ (JFET et MESFET)

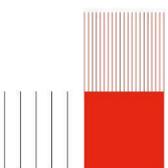
Physique de la capacité MOS (Métal-Oxyde-Semi-conducteur) et fonctionnement du transistor MOS

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] "Les composants semi-conducteurs" B.BOITTIAUX, Lavoisier Tec et Doc (1991)

[2] "Composants à Semi-Conducteurs : de la Physique du Solide aux Transistors" O. BONNAUD, Ed.Ellipses (2007)

[3] "Dispositifs et circuits semi-conducteurs" Physique et Technologie ; A.VAPAILLE, R.CASTAGNE Ed. Dunod (1990)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-MCOMPO  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 18h  
TD : 2h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 20h  
Travail personnel : 0h  
Total : 20h**EVALUATION**TD sur le dimensionnement de stratifiés sur application Excel.  
Questionnaire en fin de cours.**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopiés disponible en Français  
ou en anglais

Support de cours en anglais

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MEILLE Sylvain :  
sylvain.meille@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

L'objectif de ce cours est de montrer les particularités des matériaux composites, tant en ce qui concerne leur constitution (nature des constituants, hétérogénéités) et leur élaboration, que du point de vue de leurs propriétés mécaniques (anisotropie du comportement, propriétés élastiques et résistances ultime). A la fin du cours, l'étudiant connaît les bases de l'élaboration des composites, leurs propriétés mécaniques principales et a fait un exemple de pré-dimensionnement de pièce composite.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S2 Matériaux S2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)  
C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale  
A5 - Traiter des données  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome  
C3 - Mettre en application les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :  
- connaître les caractéristiques mécaniques principales des matériaux composites à fibres longues,

- connaître la théorie des stratifiés, la mécanique des matériaux anisotropes,

- connaître les technologies d'élaboration des matériaux composites, les semi-produits, et les techniques d'assemblage de pièces composites

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de déterminer l'influence de l'orientation des fibres sur les propriétés d'un pli, de calculer les propriétés d'un stratifié symétrique avec des plis d'orientation variable,

- Etre capable de décrire les principales méthodes d'élaboration des matériaux composites,

- Etre capable d'expliquer les choix technologiques retenus pour assembler des pièces composites.

**PROGRAMME**

Introduction : définition, historique, principales applications

Comportement mécanique du pli 1D :

- propriétés élastiques : matrices de rigidité et de souplesse en configurations axiales et hors-axes (coefficients de couplage)

-résistance mécanique macroscopique : critères de résistance

Comportement mécanique des stratifiés :

- en membrane et en flexion des stratifiés symétriques

- introduction au comportement des stratifiés non-symétriques : termes de couplage

- exemple de pré-dimensionnement de pièces composites sur tableur

Les constituants des matériaux composites :

- fibres : verre, carbone, aramide, acier, fibres naturelles
- matrices : organiques, métalliques, céramiques.
- structures fibreuses et semi-produits à matrice organique

Les procédés d'élaboration des matériaux composites : moulage avec et sans presse, injection, structures profilées et de révolution

Assemblage et contrôle des pièces composites, recyclage

## BIBLIOGRAPHIE

M. Reyne, Technologies des composites, Hermès, Paris

B.T. Aström, Manufacturing of polymer composites, Chapman & Hall, London

S.W. Tsai, Theory of composite design, CRC press.

D. Gay, Matériaux Composites, Hermès, Paris

## PRÉ-REQUIS

Mécanique des milieux continus, calcul matriciel, notions élémentaires sur les essais mécaniques, notions sur les polymères et les solides fragiles.

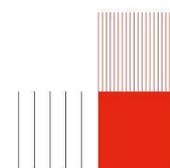
### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-4-S2-EC-PC2POLY  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 16h  
TD : 10h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 26h  
Travail personnel : 0h  
Total : 26h**EVALUATION**

Un examen écrit (1h30)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

documents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. FLEURY Etienne :  
etienne.fleury@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Les objectifs visés à la fin du cours sont :

- Connaissances de base sur le design de réseaux macromoléculaires (thermodurcissables)

- Caractérisation des polymères linéaires en solution et des réseaux macromoléculaires.

Cet EC SGM-4-S2-PC2POLY relève de l'Unité d'Enseignement MT-4-UE-SDM-S2 Science de la matière Semestre 2 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur

A5 - Traiter des données (Niveau 2)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)

C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel

A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale

A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

C3 - Mettre en application les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Savoir expliquer les mécanismes de dissolution des polymères en milieu solvant,
- Comprendre les origines des interactions polymère/solvant,
- Savoir utiliser et comprendre les équations et relations issues des théories de Flory-Huggins et de Flory-Krigbaum
- Connaître et savoir utiliser les techniques de caractérisation des polymères en solution diluée ou semi-diluée,
- Connaître la chimie d'élaboration des principaux matériaux réticulables : polyuréthane, polyesters insaturés, époxy/amine, silicone, etc.
- Connaître et savoir expliquer les phénomènes de gélification et de vitrification
- Savoir calculer la masse molaire entre réseaux de réticulation.
- Savoir proposer des méthodologies de recyclage

**PROGRAMME**

Partie 1 : Polymères en solution

- Solubilité et comportement en solution (Flory-Huggins et Flory-Krigbaum).

- Techniques de mesure des masses molaires

- Application aux stratégies de recyclage

Partie 2 : Réseaux polymères

- Synthèse et transformations structurales (gélification, vitrification, diagrammes de phase et rhéologie).

- Caractérisation des réseaux (gonflement, élasticité caoutchoutique), réseaux modèles

- Quelques exemples de mise en forme.

- Recyclage des thermodurcissables (vitrimères)

**BIBLIOGRAPHIE**

[1] L.H SPERLING, Introduction to Physical Polymer Science, John Wiley &amp; Sons, Inc. (2006)

[2] M FONTANILLE, Y GNANOU Chimie et physico-chimie des polymères, Editions Dunod (3ème édition 2013)

[3] JP PASCAULT, H. SAUTEREAU, J. VERDU, RJJ. WILLIAMS Thermosetting Polymeres Editions Dekker (2002)

[4] HH KAUSCH, N HEYMANS, CJ PLUMMER, P DECROLY, Matériaux Polymères : propriétés mécaniques et physiques, Presse polytechnique et universitaires Romandes (2001)

[5] T HAMAIDE, L FONTAINE, JL SIX Chimie des polymères, exercices et problèmes corrigés, Editions Lavoisier (2ème édition 2014)

## PRÉ-REQUIS

SGM-3-PCMMOL (connaissances de base en chimie-physique des polymères)

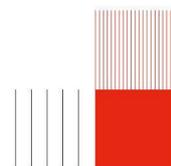
### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-DATA  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 11h  
TP : 10h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 33h  
Travail personnel : 0h  
Total : 33h**EVALUATION**

Compte rendu de projet et oral

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- Salle d'informatique en accès libre avec 45 postes
- Fascicules cours-TD-TP
- Base de programme python

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MORTHOMAS Julien :  
julien.morthomas@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

L'ingénieur matériaux d'aujourd'hui doit être capable de comprendre et d'analyser un grand nombre de données de grande dimension pour répondre aux enjeux multifactoriels qui l'entourent. Ce cours propose un contenu de formation allant de la récupération des données et leur exploration (data mining) jusqu'à leur analyse et apprentissage (machine learning).

Pour s'approprier les bénéfices de telles approches, les étudiants auront une série de cours, de conférences d'industriels et de travaux pratiques sur les bases de données, leur gestion, leur exploration et leur apprentissage en sciences des matériaux. Outre l'appropriation des outils et méthodes fondamentaux pour cette discipline, les étudiants seront aussi sensibilisés aux limites de telles méthodes et aux biais qu'elles peuvent entraîner.

Cet EC SGM-5-MATNUM relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Matériaux Semestre 1 et contribue aux :

Compétences écoles spécifiques à la spécialité

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 3)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 3)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe

**PROGRAMME**

Cet enseignement se compose :

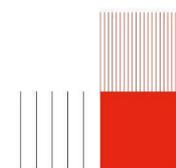
- d'une introduction à la Science des données et à l'intelligence artificielle par un intervenant externe spécialiste (2h)
- d'une prise en main des outils et logiciels pour les travaux pratiques et projets (1h)
- d'une série de 3 cours généralistes (3x2h) sur les bases de données, leurs gestions, leurs explorations et leurs apprentissages en sciences des matériaux
- de 2 conférences/cours (2x2h) sur des exemples concrets rencontrés en industrie et dans un laboratoires de recherche en science des matériaux
- de 3 travaux pratiques (3x4h) pour utiliser les outils et concepts appris sur des exemples simple
- d'une partie projet (10h) sur des exemples concrets rencontrés en industrie ou en recherche

**BIBLIOGRAPHIE**

- Open Classrooms de Philippe Besse - Groupe INSA
- Livre : Data science from scratch : first principles with python, J. Grus (2019)

**PRÉ-REQUIS**

Connaissances basiques en programmation



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-MATENER  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 24h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 24h  
Travail personnel : 0h  
Total : 24h**EVALUATION**Fiche de synthèse à rédiger sur un thème donné  
QCM : les questions porteront sur l'ensemble des cours et séminaires**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Les transparents de cours seront disponibles sur moodle (enseignants INSA et intervenants extérieurs)

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. FAVE Alain :  
alain.fave@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Le domaine de la production, du stockage, de transformation et du transport d'énergie est à l'origine de mutations profondes en termes de définition de matériaux. Les enjeux importants de maîtrise des ressources, de limitation d'émission de CO2 imposent des innovations technologiques qui, pour la plupart induisent des conditions sévères et spécifiques d'utilisation des matériaux.

Ce contexte permet une mise en situation de l'élève-ingénieurs pour appréhender une méthodologie de conception, voire d'innovation, qu'il pourra transposer à d'autres domaines que celui de l'énergie.

L'articulation du cours est structurée autour des différents modes de production et stockage d'énergie.

Certains séminaires seront assurés par des personnalités extérieures, issues du monde industriel.

Ce cours vise à valoriser et à mettre en perspective l'ensemble des connaissances sur les matériaux acquises au cours du cursus SGM.

Cet EC SGM-5-MATENER relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-S1-UE-SDM et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité (niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 1)

B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 1)

B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 1)

B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 1)

C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (niveau 2)

C3 - Mettre en application les matériaux (niveau 1)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (niveau 1)

C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Savoir classer les différentes sources d'énergie et moyens de stockage (flux/stock, primaire/secondaire, pilotable/non pilotable, diffuse/concentrée)
- Connaître les problématiques liées à l'usage des énergies fossiles, des énergies renouvelables et au stockage d'énergie
- Connaître les différentes formes d'EnR (thermique, électrique, ) et les différents types de stockage d'énergie, connaître les ordres de grandeur associés
- Savoir analyser les avantages et inconvénients des différentes sources et solutions de stockage sur tout le cycle de vie (incluant recyclage et démantèlement)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de comparer les différentes sources d'énergie et de stockage
- Etre capable d'identifier les grandes problématiques matériaux
- Etre capable d'évaluer des capacités de production d'énergie, de stockage
- Etre capable de décrire le fonctionnement de systèmes de production et de stockage d'énergie

**PROGRAMME**

Introduction: Panorama des énergies, épuisement des ressources, lien avec le climat, énergies renouvelables, gestion de l'intermittence, stockage

Energie Photovoltaïque

Captage et valorisation CO2-géothermie

Biocarburants / biomasse et production d'électricité

Transport, stockage, production H2, Génération d'H2 par électrolyse

Matériaux et moteur à combustion interne H2

Matériaux et énergie nucléaire (fission)

Piles à combustibles

Matériaux et batteries électrochimiques

Récupération d'énergie

Batterie polymères ions



## BIBLIOGRAPHIE

## PRÉ-REQUIS

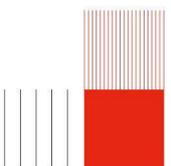
Ce cours abordera l'ensemble des matériaux étudiés au département MT. Il demande donc une connaissance de base des matériaux (métalliques, céramiques, polymères, semiconducteurs)

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-MATRESP  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 24h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 24h  
Travail personnel : 0h  
Total : 24h**EVALUATION**

Les étudiants auront un devoir sur table d'1h qui évaluera les notions et concepts abordés dans les différents chapitres et interventions.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME MASSARDIER-NAGEOTTE  
Valerie :  
valerie.massardier-nageotte@insa-lyon.frMME FERRIER Lydie :  
lydie.ferrier@insa-lyon.frM. TER OVANESSIAN :  
benoit.ter-ovanessian@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

-Former/sensibiliser aux méthodes de conception de matériaux et d'objets technologiques permettant de répondre aux enjeux environnementaux présents et futurs.

-Familiariser les étudiants avec les différents concepts et notions inhérents à la prise en compte des attendus de la mise en place d'une économie circulaire dans le domaine des matériaux.

-Sensibiliser et donner les clefs d'approfondissement relatives aux différentes stratégies, communes à toutes les familles de matériaux ou spécifiques, mises en jeu pour matérialiser cette circularité des matériaux.

-Permettre de reconnaître les limites et les leviers d'action pour le déploiement de solutions relatives à la conception de nouveaux matériaux et objets à faible impact environnemental, tout en garantissant leur pertinence économique et sociale.

Cet EC SGM-5-MATRESP relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Science de l'Ingénieur Semestre 1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1-Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)

A2-Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)

A4-Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 3)

A6-Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité (Niveau2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1-Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)

C2-Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 3)

C3-Mettre en application les matériaux (Niveau 2)

C5-Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

B4-Faire preuve de créativité, innover, entreprendre

B5-Agir de manière responsable dans un monde complexe

B7-Travailler dans un contexte international et interculturel

**PROGRAMME**

Le programme s'articule en 4 parties incluant la participation d'intervenants extérieurs :  
Introduction générale

1.Requis pour une économie circulaire et leur déclinaison dans le domaine de la conception et de l'usage des matériaux

2.Principes de l'économie circulaire communs à toutes les familles de matériaux

3.Économie circulaire & matériaux organiques (polymères)

3.1. Procédés de recyclage des polymères

3.2. Cycle des matériaux pétro & bio-sourcés

4.Économie circulaire & matériaux inorganiques

4.1. Procédés de recyclage des alliages métalliques et des céramiques.

4.2. Cycle du verre

4.3. Cycle des matériaux métalliques

4.4. Cycle et spécificités des composants électroniques

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

\* Connaissance des relations procédés-structures-propriétés pour les différents matériaux

## IDENTIFICATION

CODE : MT-5-S1-EC-CAPTENV  
ECTS : 1

## HORAIRES

Cours : 14h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 14h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h

## EVALUATION

Un examen QCM de 2h00 + DM simulation FEM

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

M. MALHAIRE Christophe :  
christophe.malhaire@insa-lyon.fr

M. SOUIFI Abdelkader :  
abdelkader.souifi@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

Ce cours porte sur les capteurs intégrés et pour les applications dans les domaines de l'environnement et de la santé. Les évolutions des technologies des systèmes de capteurs intégrés sont également présentées dans le contexte du développement de solutions numériques et de l'internet des objets (IoT). Ces nouvelles approches présentent un intérêt grandissant pour les suivis en temps réel de la qualité environnementale et/ou pour la médecine personnalisée.

Le cours a pour objectifs :

- 1) De présenter les évolutions technologiques des capteurs intégrés dans le contexte de diversification des fonctions sur puces (« more than Moore »).
- 2) D'illustrer les technologies des capteurs par grands domaines d'applications : transport, villes connectées, électronique grand public, environnement, santé.
- 3) De présenter le fonctionnement et les procédés d'intégration de capteurs chimiques et biologiques pour les applications médicales et/ou environnementales.
- 4) De présenter des avancées récentes dans ces domaines par un cycle de séminaires d'intervenants industriels.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MTSGM-5-UE-SDM-S1, matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)
- C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances

## PROGRAMME

- Introduction : du capteur intégré aux micro-nano-bio-systèmes. Avantages, marché, domaines d'application, développement des micro-nano-bio-technologies.

- Présentation de l'évolution des principaux capteurs intégrés en technologies CMOS dans l'approche de diversification des fonctions sur puces « more than Moore ». Une attention particulière sera portée aux technologies des capteurs environnementaux et biologiques et aux BioMEMS pour les applications médicales et environnementales. Les enjeux de récupération et de gestion de l'énergie déployés pour les systèmes autonomes dans le contexte de l'internet des objets (IoT) seront également abordés

- Un cycle de séminaires d'intervenants industriels permettra de présenter quelques avancées récentes dans les domaines des biocapteurs intégrés et des technologies de nez électroniques pour des applications médicales et/ou agroalimentaires, et de capteurs de gaz pour le contrôle de la qualité environnementale.

## BIBLIOGRAPHIE

- Microsensors: Principles and Applications, J.W. Gardner, Wiley, 1995
- Capteurs chimiques et biochimiques, N. Jaffrezic, C. Martelet, P. Clechet, Techniques de l'ingénieur, 1994
- Environmental sensor network: a revolution in the earth system science? J.K. Hart et al., Earth Sci. Rev., 2006
- Sensor Systems for Environmental Monitoring, Ed. M. Campbell, Springer Nature, 1997
- Biological and Medical Sensor Technologies, Ed. K. Iniewski, CRC Press 2012
- Applications of commercial biosensors in clinical, food, environmental, and biothreat/

biowarfare analyses, E.B. Bahadir & M.K. Sezgintürk, Biochem 2015

- Smart Sensors and Systems: Innovations for Medical, Environmental, and IoT Applications, C-M. Kyung and H. Yasuura, Springer Nature, 2017

## PRÉ-REQUIS

Connaissances de base sur les capteurs (cours capteurs 3<sup>e</sup> année, cours MEMS 4<sup>e</sup> année) et les technologies de micro-nano fabrication.

### INSA LYON

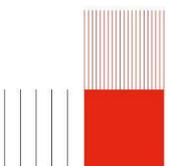
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

*membre de*



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-EMERTEC  
ECTS : 1**HORAIRES**

Cours :	14h
TD :	0h
TP :	0h
Projet :	0h
Evaluation :	0h
Face à face pédagogique :	14h
Travail personnel :	0h
Total :	14h

**EVALUATION**

Examen final sur Table

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Transparents de cours, ressources  
sur Moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**

M. SOUIFI Abdelkader :  
abdelkader.souifi@insa-lyon.fr

M. DELERUYELLE Damien :  
damien.deleruyelle@insa-lyon.fr

M. FOURMOND Erwann :  
erwann.fourmond@insa-lyon.fr

**OBJECTIFS**

Ce cours permet aux étudiants, dans un premier temps, d'acquérir une vision synthétique et prospective des procédés de nano-fabrication pour les circuits CMOS avancés. L'évolution des modules technologiques et des matériaux utilisés est présentée dans le contexte de leur compatibilité et de la réduction dimensionnelle des composants à l'échelle nanométrique. Ce cours expose les évolutions technologiques majeures de ces dernières années ayant permis l'amélioration constante des performances de calcul et d'efficacité énergétique.

Dans un second temps, on illustre les apports des technologies émergentes pour le développement de systèmes embarqués à haute efficacité énergétique pour l'internet des objets (IoT). En particulier, on s'attardera sur les nouveaux concepts de traitement et de stockage de l'information (technologies mémoires et transistors émergents). Après avoir présenté les principes de fonctionnement de ces nouveaux dispositifs, nous verrons qu'ils apportent de nombreuses opportunités pour (i) réduire drastiquement la consommation énergétique de architectures de calcul actuelles et (ii) rendre possible l'émergence de nouveaux paradigmes de calcul, tel que les circuits neuromorphiques pour l'intelligence artificielle embarquée (embedded-IA).

Cet EC MT-5-S1-EC-EMERTEC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-S1-UE-SDM et contribue aux :

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)
- C1-Connaitre et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (niv 3)
- C2-Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (niv 2)
- C3-Mettre en application les matériaux (niv 2)
- C5-Innover et rechercher dans les matériaux (niv 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B5-Agir de manière responsable dans un monde complexe
- B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel

**PROGRAMME**

- Nano-Technologie avancée : matériaux et procédés pour les transistors nanoCMOS
- Les technologies 3D pour l'intégration
- Packaging : procédés, défis et rôle déterminant
- Technologies mémoires non-volatiles émergentes
- Dispositifs logique émergents à peu d'électrons
- Nouveaux paradigmes de calcul basés sur les technologies émergentes

Lors de ce cours un séminaire industriel de 2h sera consacré aux technologies CMOS avancées

**BIBLIOGRAPHIE**

- M - W.-K. Chen, The VLSI Handbook, Second ed. CRC Press, 2007.
- S. A. Campbell, Engineering at the Micro- and Nanoscale, Third Edit. Oxford University Press, 2008.
- Y. Nishi and R. Doering, Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology., vol. 2nd ed. CRC Press, 2008.
- R. Ismail, M.T. Ahmadi et S. Anwar, Advanced Nanoelectronics, CRC Press, 2016
- W.D. Brown et J.E. Brewer, Non-Volatile Semiconductor Memory Technology, IEEE Press, 2011
- R. Waser (Ed) Nanoelectronics and information technology, advanced electronic materials and novel devices, Wiley-VCH 2012

**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-INGSURF  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 28h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 28h  
Travail personnel : 0h  
Total : 28h**EVALUATION**

Examen écrit (2h)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. NORMAND Bernard :  
bernard.normand@insa-lyon.frM. GERARD Jean-Francois :  
jean-francois.gerard@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce cours propose de donner au futur ingénieur un aperçu des différents moyens à sa disposition pour améliorer les caractéristiques fonctionnelles de la surface d'un matériau. Plusieurs solutions peuvent être mises en oeuvre pour améliorer les caractéristiques superficielles d'une pièce : changer de matériau, ou modifier la nature de sa surface. Ce cours concerne cette dernière solution et se propose d'étudier d'une part les procédés destinés à modifier les performances de cette surface, et d'autre part d'évaluer dans quelle mesure elle intervient sur la fonctionnalité de la pièce. La modification de surface résulte d'une modification qui relève de phénomènes de diffusion ou de sollicitations mécaniques (traitements superficiels) en volume (traitement de surface) ou de l'application d'un nouveau matériau (revêtement). Les caractéristiques liées à la durabilité des matériaux seront privilégiées : résistance vis-à-vis de l'usure, de la corrosion ou de l'oxydation haute température.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-S1-UE-SDM et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 3)

A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 3)

A3 - Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (Niveau 2)

A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 3)

A5 - Traiter des données (Niveau 2)

A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 2)

B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 3)

B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)

C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 3)

C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)

C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome

B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe

B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Sa capacité à formuler une problématique de procédé de surface.

- Connaître les limites des procédés sur les performances d'un matériau.

- Sa crédibilité scientifique et technique par rapport à la définition d'un problème.

**PROGRAMME**

Enjeux des traitements superficiels et revêtement

Introduction à la tribologie

RTS et Fonctionnalisation de surface (notion d'Ingénierie de Surface) Politique de choix

Traitements par transformation structurale

Procédés par Voie Humide (dépôts chimiques, électrolytiques, par immersion, slurry)

Couches de conversion, couches de diffusion, enduction

Dépôts par voie sèche (PVD/CVD), Projections thermiques, Revêtements par faisceau de haute énergie,

Placages dans l'industrie chimique

Une conférence dispensée par un industriel des traitements de surface vient souligner les perspectives d'innovation qu'offrent les modifications superficielles des matériaux.

## BIBLIOGRAPHIE

L. Pawlowski, Dépôts Physiques : Techniques, microstructures et propriétés, 2003, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

B. Normand, N. Pébère, C. Richard, M. Wéry, Prévention et lutte contre la corrosion, 2004, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

M. Cartier, Guide d'emploi des traitements de surface appliqués aux problèmes de frottement, 2000, Editions Tech et Doc

## PRÉ-REQUIS

Le cours "Mise en forme des matériaux métalliques" est recommandé. Quelques bases en corrosion électrochimiques seraient appréciées.

### INSA LYON

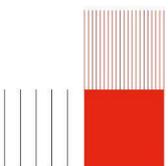
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-MATARCHI  
ECTS : 1**HORAIRES**

Cours :	14h
TD :	0h
TP :	0h
Projet :	0h
Evaluation :	0h
Face à face pédagogique :	14h
Travail personnel :	0h
Total :	14h

**EVALUATION**

2 Rapports séances éléments finis

Interrogation écrite

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Transparents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. DOITRAND Aurelien :  
aurelien.doitrand@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes d'estimations de propriétés mécaniques (élasticité, rupture, propagation de fissure) de matériaux architecturés : matériaux hybrides, à gradient de microstructure, composites à fibres ou à particules, matériaux poreux, matériaux bio-inspirés. Les interfaces entre constituants seront particulièrement étudiées.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 1)  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)  
A5 - Traiter des données (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 1)  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 1)  
C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel  
A6 - Communiquer une analyse/démarche scientifique avec mises en situation adaptées à leur spécialité  
B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome  
C3 - Mettre en application les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître des caractéristiques spécifiques aux matériaux architecturés
- connaître les méthodes d'homogénéisation utilisées en mécanique des matériaux
- connaître les différentes techniques de calcul des propriétés élastiques de matériaux hétérogènes
- connaître les caractéristiques générales de matériaux structurels naturels et artificiels : anisotropie, architecture multi-échelles, mécanismes de renforcement.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de décrire le mécanisme de transfert de charge à une interface entre constituants et d'expliquer la résistance à la propagation de fissure dans les matériaux architecturés,
- Être capable de déterminer les caractéristiques élastiques de matériaux architecturés hétérogènes.

**PROGRAMME**

- Introduction aux matériaux architecturés
- Homogénéisation (propriétés élastiques et à rupture, implémentation par élément finis (Abaqus))
- Le rôle des interfaces dans les matériaux architecturés (application éléments finis)

**BIBLIOGRAPHIE**

M. Ashby &amp; Y. Brechet, Acta Mater. 51 (2003) 5801.

M. Ashby, Sci Mat. 68 (2013)

Brechet, Les matériaux architecturés multifonctionnels / concepts et exemples, Collège de France Brechet, Architectures hiérarchisées : les leçons du vivant, Collège de France

Drapier S, Mécanique des Composites Hautes Performances, EMSE

**PRÉ-REQUIS**

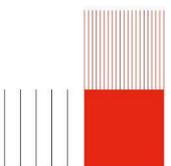
**INSA LYON**

**Campus LyonTech La Doua**

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-DURPOLY  
ECTS : 1**HORAIRES**

Cours :	14h
TD :	0h
TP :	0h
Projet :	0h
Evaluation :	0h
Face à face pédagogique :	14h
Travail personnel :	0h
Total :	14h

**EVALUATION**

Présentation orale d'environ 15 minutes suivie de questions sur un sujet proposé, en lien avec le cours avec support + une fiche de synthèse sur le même sujet, en format A4.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Documents

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. FLEURY Etienne :  
etienne.fleury@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce module vise à présenter la problématique du vieillissement dans les matériaux polymères.

Il a comme objectif de permettre à l'étudiant de comprendre :

- les différents modes de vieillissement en fonction de la nature du matériau (structures, chimiques du polymère, présence d'additifs, cristallinité) et de ses conditions d'utilisation (contraintes mécaniques, température, oxygène, solvant),
- l'impact du vieillissement sur les propriétés physico-chimiques des polymères,
- les méthodologies d'évaluation du vieillissement des polymères,
- les modes d'action des différents stabilisants,
- Une réflexion sur les méthodes prédictives du vieillissement des polymères.

Cet EC MT-5-S1-EC-DURPOLY relève de l'unité d'Enseignement MT-5-S1-UE-SDM Science de l'Ingénieur Semestre 1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A5 - Traiter des données (Niveau 2)
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en oeuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les principales familles de polymères synthétiques et naturelles,
- connaître les principaux modes de vieillissement des matériaux polymères synthétiques et naturelles,
- connaître les principales méthodes analytiques permettant de caractériser le vieillissement des matériaux polymères
- reconnaître l'impact du vieillissement sur les propriétés d'usage des matériaux polymères
- reconnaître l'impact du vieillissement sur les propriétés physico-chimique des matériaux polymères,

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de faire le lien entre la structure d'un polymère, ses propriétés et son aptitude au vieillissement dans des conditions d'usage variées,
- être capable d'expliquer la stratégie de stabilisation d'un matériau polymère vis-à-vis de la thermo-oxydation, de la photo-oxydation,
- être capable de prévoir la durée de vie d'un matériau polymère,

**PROGRAMME**

I. Généralités

II. Vieillissement Physique

III. Vieillissement Chimique

III.1 Généralités sur le mode de Dégradation

III.2 Impact sur les propriétés physico chimiques

III.3 Différents types de vieillissement classifiés selon la cause externe

IV. Prédiction de durée de vie

V. Intervenant extérieurs

V.1 Evaluation de la photodegradabilité de matériaux polymères

V.2 Vieillissement des silicones

## BIBLIOGRAPHIE

[1] Handbook of weathering, 2nd edition, G.Wypych, Chem. Tech. Publishing (1995)

[2] Chimie organique, J.P.Mercier, P.Godard, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (1995)

[3] Techniques de l'ingénieur : Vieillissement physique (AM1/A3150), Vieillissement chimique (AM1/A3151), Vieillissement dû à l'eau (AM1/A3165), Dégradation thermique (AM2/AM3173)

## PRÉ-REQUIS

Connaissances avancées (niveau M4) en chimie et physico-chimie des polymères

### INSA LYON

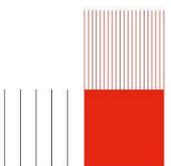
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-MATPHOT  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 14h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 14h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h**EVALUATION**20 min d'oral de restitution d'une  
étude de cas (filière  
technologique) en groupe**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Diapos de cours sur la plateforme  
Moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. MASENELLI Bruno :  
bruno.masenelli@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Être familiers avec les nano-matériaux et dispositifs les utilisant pour les Systèmes photoniques (émetteurs actifs, récepteurs passifs, amplificateur) et être capables de choisir au niveau matériaux et dispositifs en fonction de la fonctionnalité et de l'application.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1, Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1- Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel, à un niveau medium  
A2- Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel, à un niveau medium  
A4- Concevoir un système répondant à un cahier des charges, à un niveau minimal  
A6- Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité, à un niveau medium

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (niveau 3)  
C3 - Mettre en application les matériaux (niveau 2)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe

**PROGRAMME**

- 1- le confinement quantique  
1.1- effets de confinements 2 D, 1 D et 0 D sur  $E_g$  et DOS  
1.2 - application aux Sources à Photons uniques (HBT, appli pour crypto quantique)
- 2- Filière de matériaux : semiconducteurs IV, III-V, II-VI, pérovskites et semiconducteurs organiques
- 3- émetteurs de lumière  
3.1- LED  
Exemple d'application pour l'éclairage intérieur, la vision (écrans, TV, casques RV)  
3.2- Laser  
Architecture des lasers : laser condition, VCSEL, miroirs de Bragg, cristaux photoniques  
Exemple d'application : télécom
- 4- détecteurs de lumière  
APD et SPAD  
Exemple d'application : LiDAR
- 5- amplificateur de lumière  
Antennes et amplificateur plasmonique (visible, IR) et notion de métamatériaux

**BIBLIOGRAPHIE**

- S.V. GAPONENKO, Introduction to Nanophotonics, Ed. Cambridge University Press
- V.V. MITIN, D. I. Sementsov, N. Z. Vagidov, Quantum Mechanics for Nanostructures, Ed. Cambridge University Press
- H. MATHIEU : Physique des Composants Electroniques. Ed. Dunod
- P. BHATTACHARYA : Semiconductor optoelectronic devices. Ed. Prentice Hall (1994)
- E. ROSENCHER, B. WINTER : Optoélectronique. Ed. Dunod
- Z. TOFFANO : Optoélectronique : Composants Photoniques et Fibres Optiques - Ellipses
- A. YARIV : Optical Electronics in Modern Telecommunications - Ed. Oxford University
- J. SINGH : Semiconductor Optoelectronics : Physics and Technology - Ed. Mac Grow Hill
- J. SINGH : Electronic and Optoelectronic properties of semi-conductor structures - Ed. Cambridge University Press

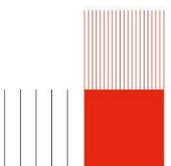
**PRÉ-REQUIS**

**INSA LYON**

**Campus LyonTech La Doua**

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)





## IDENTIFICATION

CODE : MT-5-S1-EC-ECIU

ECTS : 1

## HORAIRES

Cours : 0h

TD : 0h

TP : 0h

Projet : 0h

Evaluation : 0h

Face à face pédagogique : 0h

Travail personnel : 0h

Total : 0h

## EVALUATION

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

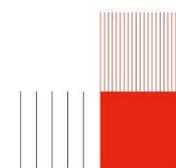
## OBJECTIFS

Cours à la demande

## PROGRAMME

## BIBLIOGRAPHIE

## PRÉ-REQUIS



## IDENTIFICATION

CODE : MT-5-S1-EC-MEFMAT  
ECTS : 2

## HORAIRES

Cours : 28h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 28h  
Travail personnel : 0h  
Total : 28h

## EVALUATION

Examen de 30 mn sous forme de questionnaire

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

Diapositives de cours

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

M. KLEBER Xavier :  
xavier.kleber@insa-lyon.fr

M. LORTIE Frédéric :  
frederic.lortie@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

Ce cours a pour objectif de présenter les différents procédés de fabrication des matériaux métalliques et polymères ainsi que les relations existantes entre les propriétés de ces matériaux, leur aptitude à la mise en œuvre et les principaux paramètres de procédé.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 2)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité :

- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 1)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (niveau 3)
- C3 - Mettre en application les matériaux (niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (niveau 1)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel

en permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances et les capacités suivantes :

- connaître les procédés classiques de transformation des matériaux métalliques, des polymères et de leurs composites
- connaître quelques approches de modélisation des procédés,
- connaître les limites techniques de ces procédés
- être capable de relier les propriétés d'un matériau métallique ou polymère à son aptitude à la transformation
- être capable d'expliquer le fonctionnement et d'identifier les paramètres-clé d'un procédé donné,
- être capable de choisir un procédé de mise en œuvre en fonction de différentes contraintes technologiques et industrielles
- être capable d'optimiser les paramètres d'un procédé de transformation d'un matériau métallique, polymère ou composite,

## PROGRAMME

Pour la partie Matériaux métalliques :

- Introduction sur le choix des matériaux/procédés
- Procédés de fonderie et phénomène de solidification
- Métallurgie des poudres (frittage, SPS)
- Formage plastique et formabilité : formage en volume (forgeage, filage, laminage), formage des métaux en feuilles (emboutissage)
- Usinage : procédés non conventionnels (électrochimique, électro érosion), outils de coupe
- Assemblage et soudabilité : collage, Brasage, soudure autogène (arc électrique, plasma, résistance)

Pour la partie Matériaux polymères :

- Généralités sur l'extrusion des thermoplastiques
- Modélisation de l'extrusion monovis
- L'injection des thermoplastiques
- Procédés de transformation classiques des thermoplastiques-
- Produits et semi-produits précurseurs des composites à matrice polymère
- Procédés de moulage par transfert de résine

- Autres procédés classiques de mise en œuvre des composites à matrice polymère
- Les dernières tendances en termes de mise en œuvre des polymères

## BIBLIOGRAPHIE

- Manufacturing Processes for Engineering Materials S. KALPAKJIAN [Addison - Wesley Ed. (1985)]
- Materials Selection in Mechanical Design M.D. ASHBY [Pergamon Press (1994)]
- Principles of metal manufacturing processes J. BEDDOES, M.J. BIBBY [Arnold (1999)]
- Industrialisation des Produits Mécaniques (3) C. MARTY, J.M. LINARES [Hermès (1999)]
- « La mise en forme des matières plastiques », J.F. Agassant, P. Avenas, J.P. Sergent, B. Vergnes, M. Vincent, Lavoisier (Tec et Doc), Paris (1996)
- « Polymer Processing, Principles and Modeling », J.F. Agassant, P. Avenas, Ph. Sergent, P. Carreau, Hanser Publishers, Munich (1991)

## PRÉ-REQUIS

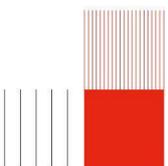
- Cours de 4SGM : Comportement mécaniques des Matériaux
- Cours de 4SGM : Métallurgie
- Cours de 4SGM : Matériaux Polymères

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-MSANTE  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 28h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 28h  
Travail personnel : 0h  
Total : 28h**EVALUATION**

Différents sujets proposés par les enseignants : projet par groupe.

Les étudiants devront préciser le contexte en s'appuyant sur le cours et chercher des publications pertinentes relatives au sujet choisi, pour les exploiter : rendu sous la forme d'un petit rapport par groupe (de 4 ou 5 selon l'effectif global participant au module)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Power point détaillé disponible sur MOODLE et une version imprimée donnée à chaque étudiant

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME CHARLOT Aurelia :  
aurelia.charlot@insa-lyon.fr  
M. CHEVALIER Jerome :  
jerome.chevalier@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Introduction générale aux biomatériaux. La spécificité des biomatériaux étant la prise en compte du contact avec les tissus, il est fait référence aux concepts de biocompatibilité et de bioactivité des matériaux. Les grandes familles de matériaux sont abordées, avec leurs intérêts et leurs inconvénients pour de telles applications. Les grands champs d'action des biomatériaux sont passés en revue.

Il s'agit ensuite de présenter principalement les biomatériaux céramiques et polymères avec des exemples portant également sur les biomatériaux métalliques, et les dispositifs médicaux à base de capteurs, de biopuces

Des présentations par des personnes extérieures à l'INSA (ingénieurs enseignants d'autres disciplines, industriels, responsables de plateformes techniques) seront données.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)  
B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau M)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :  
A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)  
A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)  
C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître ce qu'on entend par le domaine de l'encapsulation, vectorisation et libération de molécules bioactives

- connaître quelques approches chimiques et physiques d'élaboration de (nano et micro) particules de polymères, et de gels (chimiques et physiques) polymère : l'objectif est de bien comprendre le concept

- connaître quelques grandes familles de polymères synthétiques et naturelle utilisables dans le domaine de libération de molécule bioactives ce domaine : comment sont-ils synthétisés ou obtenus ? quelles sont leurs propriétés chimiques, physico-chimiques en lien avec les domaines d'application

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de faire la distinction entre les polymères de synthèse et les polymères d'origine naturelle et de connaître leurs principales différences

- Etre capable de décrire les principales voies chimiques permettant l'obtention de polymères synthétiques utilisés dans le domaine de la libération de molécules bioactives

- Etre capable de décrire les sources renouvelables conduisant aux polymères naturels utilisés dans le domaine des biomatériaux

**PROGRAMME**

- Introduction générale : intérêts et challenges des biomatériaux

- Concepts de bio-fonctionnalité, biocompatibilité, bio-activité

- Biomatériaux céramiques et leurs applications :

- Exemple de l'évolution des biomatériaux en chirurgie orthopédique
- Réparation et régénération osseuse
- Restauration et implantologie dentaire

- Biomatériaux polymère et leurs applications :
  - a) Exemple de la libération contrôlée de principes actifs
  - b) Procédés chimiques, et physico-chimiques d'élaboration
  - c) Famille de polymères synthétiques et naturels pour les biomatériaux
- Intervention : « Les biomatériaux métalliques ont encore de la ressource »
- Dispositifs/biopuces/capteurs
- Intervention sur l'utilisation des biomatériaux pour l'implantologie dentaire (praticien)
- Intervention sur la fabrication additive et visite d'une plateforme technique (de l'impression 3D à la bio-impression)
- Intervention industrielle sur les polymères naturels pour le comblement de la peau

## BIBLIOGRAPHIE

Des ressources bibliographiques seront fournies tout au long du cours.

## PRÉ-REQUIS

Connaissance générale en science des matériaux

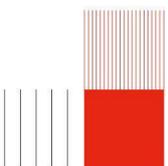
### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



## IDENTIFICATION

CODE : MT-5-S1-EC-NANOPOLY  
ECTS : 1

## HORAIRES

Cours : 14h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 14h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h

## EVALUATION

Examen sous forme d'une recherche documentaire sur un sujet pré-défini avec la remise de deux livrables : un résumé 4 colonnes/2 pages avec template (forme : note concise et précise) + présentation orale devant ensemble du groupe d'étudiants (15').

Cet examen permettra à l'étudiant de reprendre les notions de base présentées dans le corps du cours sur un cas particulier de nanomatériaux en utilisant la démarche de conception, de caractérisation et de mise en situation développée en cours. La capacité de synthèse sera ainsi mise en avant.

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

Polycopié fait des reproductions des transparents présentés (en langue anglaise) et support électronique disponible sur Moodle.

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

M. GERARD Jean-Francois :  
jean-francois.gerard@insa-lyon.fr

M. BAEZA Guilhem :  
guilhem.baeza@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

- Connaître et comprendre les mécanismes de préparation (procédés de synthèse, formulation et mise en œuvre) des matériaux polymères nanostructurés (nanocomposites, copolymères à blocs, réseaux supramoléculaires).  
- Comprendre et savoir caractériser les morphologies des nanomatériaux polymère en relation avec leurs comportements physiques et de leurs secteurs applicatifs industriels.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM S1, Matériaux S1, et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécificité (Niveau 2)
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 1)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 3)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A1- Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel
- A2 - Développer une démarche expérimentale (Niveau 2)
- A2- Exploiter un modèle de système réel ou virtuel

## PROGRAMME

### 1.- INTRODUCTION

- 1.1.- Nanotechnologies et leur place dans l'industrie et l'économie
- 1.2.- Pourquoi l'échelle nanométrique pour les nanomatériaux à base de polymères ?
- 1.3.- Définitions, vocabulaire et normes relatives aux nanomatériaux

### 2.- STRATÉGIES ET PROCÉDÉS DE CONCEPTION DE MATÉRIAUX POLYMÈRES NANOSTRUCTURÉS

#### 2.1.- Introduction

2.2.- Nanomatériaux conçus à partir de processus d'auto-assemblage

. Les polymères semi-cristallins comme nanomatériaux

. Polymères à cristaux liquides

. Nanomatériaux supramoléculaires issus de l'auto-assemblage de molécules organiques

. Copolymères à blocs s'auto-assemblent

Illustrations\* pour des nanomatériaux à base de BCP pour des applications dans les domaines

nanoélectronique, photonique, etc.

2.3.- Nanostructuration à partir d'un processus de séparation nano/microphase

. Nanoblends

. Nanomatériaux hybrides organiques-inorganiques

Illustrations\* pour les applications de revêtements et de composites

2.4.- Nanomatériaux à partir de nano-objets préformés (nanocomposites)

. Nanomatériaux à partir de nano-objets organiques ou O/I préformés : dendrimères, oxo-clusters...

. Nano-charges : Préparation, propriétés de surface, dispersion dans une matrice polymère.

- Nano-objets à base de carbone : noir de carbone, fullerènes, nanotubes et graphène.

- Nano-objets à base de silicium : types de silice et modification de surface, argiles, etc.

- Autres

Illustrations\* des applications des nanocomposites : barrière aux gaz, conductivité électrique, résistance au feu, médical, etc.

### 3.- CARACTERISATION DES RELATIONS STRUCTURES-PROPRIETES

#### 3.1. Analyse structurale

. Espace direct : microscopie électronique et à force atomique appliquées dans le cas des nanocomposites et copolymères à blocs

. Espace réciproque : introduction à la diffusion du rayonnement aux petits angles (principe, appareillage) et application à des matériaux « réels ».

#### 3.2. Caractérisation mécanique

. Etat vitreux (relaxation segmentale et impact de la nanostructuration)

- . Etat caoutchoutique (renforcement, viscoélasticité, introduction aux modèles physiques). Effets de la « percolation mécanique ».
- . Etat liquide, milieux dispersés (solutions de polymères et suspensions colloïdales)

### 3.3. Autres propriétés

- . Caractérisation électrique par spectroscopie diélectrique à large bande (conductivité, mobilité ionique, et relaxations multi-échelle des polymères). Application au cas des batteries pour le choix d'un électrolyte solide. Effets de la percolation électrique.
- . Propriétés magnétiques des nanocomposites. Application aux cas de l'hyperthermie (guérison des matériaux) et des actuateurs.
- . Perméabilité aux gaz (tests de perméation), filtration des gaz.
- . Résistance au feu, apport des nanocharges.
- . Propriétés optiques, biréfringence, photoélasticimétrie.

### 4.- CONCLUSIONS - QUE RETENIR ?

Préparation, mise en œuvre, morphologies, propriétés et performances

## BIBLIOGRAPHIE

- Nanomaterials and Polymer Nanocomposites: Raw Materials to Applications 1st Ed., N. Karak, Elsevier Edts, 2018. ISBN: 9780128146163
- Polymer Science and Nanotechnology: Fundamentals and Applications 1st Ed., R. Narain, Elsevier Edts, 2020. ISBN: 978-0128168066
- Fabrication and Application of Nanomaterials, 1st Ed., S. Bandyopadhyay. McGraw-Hill Education Edts, 2019. ISBN: 9781260132236
- Polymer Physics, (OUP Oxford (26 Juin 2003), M. Rubinstein and R. Colby

## PRÉ-REQUIS

Connaissance approfondie de la physique de la matière et des matériaux polymères, de la physico-chimie des polymères, des relations structure-propriété des matériaux polymères. Bases en techniques de caractérisation.

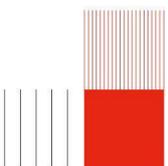
## INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-DESIGN  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 14h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 14h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h**EVALUATION**Projet en groupe sur une  
problématique design Matériaux**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Diapositives de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. LORTIE Frédéric :  
frederic.lortie@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce cours/atelier a pour objectif d'initier l'étudiant à la démarche « Design Thinking » appliquée ici au domaine des matériaux.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité :  
B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 1)  
B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 3)  
B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître la définition et le champ d'application du design industriel
- connaître les étapes-clé de l'évolution historique du design industriel
- connaître les grandes lignes du processus de création industrielle
- être capable de dialoguer avec un designer
- être capable d'intégrer la dimension du design dans le développement d'un produit ou d'une technologie

**PROGRAMME**

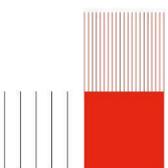
- Introduction : Le regard porté sur le design au quotidien
- Les dimensions culturelles et historiques du design
- Les dimensions internationales et futures du design
- La démarche « Design Thinking »

**BIBLIOGRAPHIE**

Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design,  
Michael Ashby, Kara Johnson, Butterworth-Heinemann publications, 1st edition, (2002)

**PRÉ-REQUIS**

Notions de bases en sciences des matériaux



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-PHOTOV  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 14h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 14h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h**EVALUATION**

Examen écrit

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Transparents des cours disponible  
sur moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. AMARA Mohamed :  
mohamed.amara@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

L'objectif est de donner aux étudiants les bases physiques de la conversion quantique du rayonnement solaire pour les amener à la conception d'un système photovoltaïque, partant du matériau jusqu'au composant, en tenant compte des contraintes économiques et environnementales.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-SDM-S1 Matériaux S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)  
A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)  
A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 2)  
A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 2)  
C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 1)  
C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)  
C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)

En mobilisant les compétences suivantes :

A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)  
A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel

**PROGRAMME**

Gisement solaire

Physique des cellules solaires : Conversion photovoltaïque, cellules Si avancées, structures tandem

Filières couches minces: a-Si, CIGS, CdTe, III-V

Nouveaux matériaux (Organiques, perovskites)

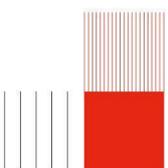
Installation PV

**BIBLIOGRAPHIE**

M.A GREEN, Silicon solar cells, Cent. For Photovolt. Dev. And Sys. (UNSW)

S.M SZE, Semiconductor devices - Physics and technology, Ed. J. wiley  
<https://www.pvlighthouse.com.au>**PRÉ-REQUIS**

Base de Physique du solide, physique et technologie des matériaux semiconducteurs



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-PFE  
ECTS : 12**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 12h  
Travail personnel : 0h  
Total : 12h**EVALUATION****SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**Français  
Anglais**CONTACT**M. MANDORLO Fabien :  
fabien.mandorlo@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Initiation :

- soit à la recherche dans un des laboratoires du département SGM,
- soit à l'innovation en relation avec une entreprise, sous la responsabilité d'un tuteur.

L'étudiant devra faire un rapport de synthèse ainsi qu'une soutenance orale.

Cet EC relève de l'unité d'enseignement MT-5-UE-PCP-S1, Projets collectifs /PFE S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

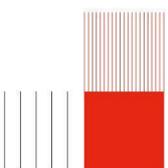
- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 3)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 3)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 3)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 3)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances (Niveau 2)
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 3)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 1)
- B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 1)
- B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 1)
- B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel (Niveau 1)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 3)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 3)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 3)

**PROGRAMME****BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-PROMSD  
ECTS : 2.5**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 44h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 44h  
Travail personnel : 0h  
Total : 44h**EVALUATION****SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. KLEBER Xavier :  
xavier.kleber@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Approfondir et mettre en pratique les connaissances abordées en 3,4 et 5 SGM, concernant les matériaux de structure. Apprendre à mener un mini-projet réalisé en groupe de 2-3 élèves.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-PCP-S1 Projets Collectifs, PFE S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 3)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 3)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 3)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 3)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 3)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 3)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 3)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les notions importantes sur les propriétés et le comportement mécanique des matériaux de structure
- Connaître certains procédés de mise en forme et de caractérisation des matériaux de structure

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de mener une démarche expérimentale,
- Etre capable de gérer et d'organiser un mini-projet d'ingénierie,

**PROGRAMME**

Les sujets proposés permettent d'aborder des problèmes concernant l'élaboration, la mise en œuvre/ forme et les caractérisations microstructurales et /ou mécaniques des matériaux de structure

Exemples de sujet :

- Réalisation de bétons d'argiles pour l'éco-construction
- Fabrication et caractérisation de matériaux métalliques nano-structurés par déformation plastique sévère
- Etude du comportement des alliages Cu-Zn à la corrosion structurale

**BIBLIOGRAPHIE****INSA LYON**

Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-PROPPF  
ECTS : 2.5**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 44h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 44h  
Travail personnel : 0h  
Total : 44h**EVALUATION**

Le bilan du travail réalisé et de l'interprétation des résultats obtenus est fait sous forme d'un rapport écrit. La synthèse de ce rapport, est présentée à l'ensemble des étudiants sous la forme d'un exposé oral.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. LORTIE Frédéric :  
frederic.lortie@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Approfondir et mettre en pratique les connaissances abordées en 3,4 et 5 SGM, concernant les matériaux polymères et leurs composites. Apprendre à mener un mini-projet réalisé en groupe de 2-3 élèves.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-UE-PCP-S1 Projets Collectifs PFE S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 2)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 3)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 3)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 2)
- A5 - Traiter des données (Niveau 3)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 3)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 3)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 3)
- B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 3)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 1)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les notions importantes sur la chimie, la physico-chimie et la mécanique des matériaux polymère,
- Connaître des procédés de mise en œuvre des polymères très courants (extrusion, injection, extrusion-gonflage,).

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de mobiliser des connaissances générales sur les polymères et leur procédé de transformation afin de les appliquer à une problématique matériau,
- Etre capable de mener une démarche expérimentale,
- Etre capable de gérer et d'organiser un mini-projet d'ingénierie,

**PROGRAMME**

Les sujets proposés permettent d'aborder des problèmes concernant l'élaboration, la mise en œuvre/ forme et les caractérisations microstructurales et /ou mécaniques des matériaux polymères et composites

Exemples de sujet:

- formulation et mise en œuvre de thermoplastiques type industriel (PE-PS-PS choc- PVC "compound")-Influence de l'histoire thermomécanique sur la microstructure et les propriétés mécaniques. Application pour l'emballage
- Elaboration et compatibilisation de mélanges de polymères: mise en œuvre par extrusion et injection -Application au recyclage.
- Elaboration de matériaux thermodurcissables: Diagramme TTT- modélisation cinétique. Application aux adhésifs structuraux.
- Elaboration d'élastomères à base de caoutchouc naturel et de charges (noir de

carbone, silice). Influence des charges sur les propriétés mécaniques, thermomécaniques, de surface et au gonflement. Applications aux matériaux amortissants.

## BIBLIOGRAPHIE

## PRÉ-REQUIS

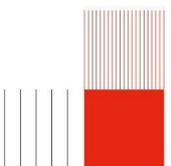
Cours de 3 et 4 SGM sur les Matériaux de Structure, leur élaboration/ mise en oeuvre et leurs propriétés mécaniques.

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-PROSCM1  
ECTS : 2.5**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 44h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 44h  
Travail personnel : 0h  
Total : 44h**EVALUATION**

Un rapport écrit à la fin de chaque séance

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT****OBJECTIFS**

Etudier les techniques essentielles de la caractérisation des semi-conducteurs et des dispositifs micro-électroniques. Apprentissage du travail en salle blanche pour la réalisation de composants et circuits micro-électroniques.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-PCP-S1 PROJETS COLLECTIFS, PFE - S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A5 - Traiter des données (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Maîtriser les outils de simulation pour la conception d'un circuit analogique et mixte, son dimensionnement et connaître les fonctions et circuits de base de l'électronique analogique CMOS.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de d'expliquer l'influence des défauts surfaciques et volumiques dans les matériaux semi-conducteurs sur leurs propriétés électriques,
- Etre capable d'utiliser des techniques de caractérisation des propriétés électriques des matériaux et composants semi-conducteurs,
- Etre capable de mesurer les épaisseurs de fines couches de matériaux et d'en déterminer les paramètres optiques (indice de réfraction complexe).
- Etre capable de déterminer la tension de seuil des transistors MOS à partir de leurs caractéristiques électriques
- Etre capable d'apprécier la validité des résultats expérimentaux,
- Etre capable de réaliser une chaîne de transmission optique d'information,
- Etre capable de travailler dans un environnement salle blanche et d'appréhender les contraintes inhérentes,

**PROGRAMME**

- Mesure des longueurs de diffusion par la technique  $\mu$ PCD
- Ellipsométrie spectroscopique
- Caractérisation des semi-conducteurs par photoluminescence
- Caractérisation des fibres optiques et de la qualité connectique par réflectométrie,

- Capteur à fibre optique
- Caractérisation des défauts par la technique DLTS
- Caractérisation électrique de structure MOS
- Simulation sur SPICE et CADENCE
- Technologie MOS en salle blanche sur le site du CIME-MINATECH (Grenoble)

## BIBLIOGRAPHIE

D.K SCHROEDER, Semiconductor Materials and Device Characterization, Ed John Wiley (1990)

B.BOITTIAUX, Les composants semi-conducteurs, Lavoisier Tec et Doc (1991)

M.A GREEN, Silicon solar cells, Cent. For Photovolt. Dev. And Sys. (UNSW) (1995)

S.M. SZE, «Physics of Semiconductor devices », Third edition-J. Wiley (2007)

## PRÉ-REQUIS

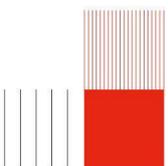
### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S1-EC-PROSCM2  
ECTS : 2.5**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 44h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 44h  
Travail personnel : 0h  
Total : 44h**EVALUATION**

Un rapport écrit à la fin de chaque séance

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT****OBJECTIFS**

Etudier les techniques essentielles de la caractérisation des semi-conducteurs et des dispositifs micro-électroniques. Apprentissage du travail en salle blanche pour la réalisation de composants et circuits micro-électroniques.

Cet EC relève de l'Unité d'Enseignement MT-5-UE-PCP-S1 PROJETS COLLECTIFS, PFE - S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (Niveau 1)
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (Niveau 2)
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale (Niveau 1)
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges (Niveau 1)
- A5 - Traiter des données (Niveau 2)
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (Niveau 2)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)

Compétences écoles spécifiques à la spécialité :

- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux (Niveau 3)
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux (Niveau 2)
- C3 - Mettre en application les matériaux (Niveau 2)
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux (Niveau 2)
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux (Niveau 1)

En mobilisant les compétences suivantes :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Maîtriser les outils de simulation pour la conception d'un circuit analogique et mixte, son dimensionnement et connaître les fonctions et circuits de base de l'électronique analogique CMOS.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de d<sub>1</sub>expliquer l'influence des défauts surfaciques et volumiques dans les matériaux semi-conducteurs sur leurs propriétés électriques,
- Etre capable d'utiliser des techniques de caractérisation des propriétés électriques des matériaux et composants semi-conducteurs,
- Etre capable de mesurer les épaisseurs de fines couches de matériaux et d'en déterminer les paramètres optiques (indice de réfraction complexe).
- Etre capable de déterminer la tension de seuil des transistors MOS à partir de leurs caractéristiques électriques
- Etre capable d'apprécier la validité des résultats expérimentaux,
- Etre capable de réaliser une chaîne de transmission optique d'information,
- Etre capable de travailler dans un environnement salle blanche et d<sub>1</sub>appréhender les contraintes inhérentes,

**PROGRAMME**

- Mesure des longueurs de diffusion par la technique  $\mu$ PCD
- Ellipsométrie spectroscopique
- Caractérisation des semi-conducteurs par photoluminescence
- Caractérisation des fibres optiques et de la qualité connectique par réflectométrie,

- Capteur à fibre optique
- Caractérisation des défauts par la technique DLTS
- Caractérisation électrique de structure MOS
- Simulation sur SPICE et CADENCE
- Technologie MOS en salle blanche sur le site du CIME-MINATECH (Grenoble)

## BIBLIOGRAPHIE

D.K SCHROEDER, Semiconductor Materials and Device Characterization, Ed John Wiley (1990)

B.BOITTIAUX, Les composants semi-conducteurs, Lavoisier Tec et Doc (1991)

M.A GREEN, Silicon solar cells, Cent. For Photovolt. Dev. And Sys. (UNSW) (1995)

S.M. SZE, «Physics of Semiconductor devices », Third edition-J. Wiley (2007)

## PRÉ-REQUIS

### INSA LYON

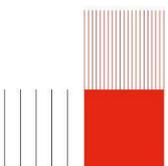
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : MT-5-S2-EC-STAGE  
ECTS : 30**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 770h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 770h  
Travail personnel : 0h  
Total : 770h**EVALUATION**

Les étudiants présentent un exposé oral de leur travail à l'occasion de la visite de l'enseignant tuteur au sein de leur entreprise d'accueil. Ils rédigent un rapport de travail écrit pour l'entreprise. La note de stage est basée sur l'évaluation du tuteur-ingénieur et du tuteur-enseignant.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT****OBJECTIFS**

Le stage industriel de 4 à 6 mois en fin de cursus scolaire (5ème année) permet aux élèves-ingénieurs de se familiariser avec leur futur métier et de confronter leurs connaissances à des problèmes industriels concrets. Ils ont pour mission de réaliser efficacement le projet qui leur est confié par l'entreprise.

Ces stages ont lieu en France ou à l'étranger, dans les PME, dans les grands groupes industriels et les centres de recherche (THOMSON, ALCAN, RHODIA, ARCELOR, MOTOROLA, ST MICROELECTRONICS, ALCATEL, CEA, CERN, PSA, EADS, RENAULT, TOTAL).

Cet EC SGM-5-STAGES relève de l'unité d'enseignement MT-5-UE-STA-S1, STAGE S1 et contribue aux :

Compétences écoles en sciences pour l'ingénieur :  
A5 - Traiter des données (Niveau 1)

Compétences écoles en humanité, documentation et éducation physique et sportive :

- B1 - Autoévaluer ses propres performances (Niveau 2)
- B2 - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (Niveau 2)
- B3 - Interagir avec les autres, travailler en équipe (Niveau 2)
- B4 - Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (Niveau 2)
- B5 - Agir de manière responsable dans un monde complexe (Niveau 2)
- B6 - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (Niveau 3)
- B7 - Travailler dans un contexte international et interculturel (Niveau 3)

En mobilisant les compétences suivantes :

- A1 - Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel
- A2 - Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel
- A3 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale
- A4 - Concevoir un système répondant à un cahier des charges
- A6 - Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité
- C1 - Connaître et pouvoir établir les relations Structures-Propriétés des Matériaux
- C2 - Identifier et mettre en œuvre les méthodes d'élaboration des matériaux
- C3 - Mettre en application les matériaux
- C4 - Modéliser et prédire le comportement des matériaux
- C5 - Innover et rechercher dans les matériaux

en permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- savoir s'adapter au monde de l'entreprise et aux différentes situations rencontrées
- savoir organiser son travail et développer des méthodes
- savoir analyser et hiérarchiser un problème scientifique et technologique
- savoir synthétiser et restituer son travail

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable de travailler en autonomie ou en équipe en s'intégrant aux différents groupes de travail

**PROGRAMME**

Les étudiants présentent un exposé oral de leur travail à l'occasion de la visite de l'enseignant tuteur au sein de leur entreprise d'accueil. Ils rédigent un rapport de travail écrit pour l'entreprise.

L'évaluation du stage est basée sur l'évaluation du tuteur ingénieur et du tuteur