

## Spécialité Matériaux

### Syllabus des enseignements



# Spécialité Matériaux

## Syllabus des enseignements

Semestre 5 .....	5
MTX-S05-UE1 - Chimie des Matériaux.....	5
EPU-M5-CBC - Bases de chimie pour les matériaux .....	5
EPU-M5-CSO - Synthèse Organique.....	8
EPU-M5-CVE - Verres .....	10
EPU-M5-DPM - Projet matériaux.....	12
MTX-S05-UE2 - Physique des Matériaux .....	15
EPU-M5-CIR - Interaction rayonnement matière .....	15
EPU-M5-CTH - Thermodynamique et Analyse Thermique.....	17
EPU-M5-CCD - Cristallographie et diffraction .....	20
MTX-S05-UE3 - Compétences transversales de l'ingénieur.....	22
EPU-M5-SEM - Entreprise et Management 1 .....	22
EPU-C5-LAN - Anglais 1 .....	25
EPU-M5-M01 - Outils mathématiques et numériques pour les matériaux.....	28
EPU-M5-IPX - Compétences numériques (PIX) .....	31
EPU-M5-DEM - Séminaires Entreprises et Métiers .....	34
EPU-C5-DDR - Développement Durable et Responsabilité Sociétale .....	36
Semestre 6 .....	39
MTX-S06-UE1 - Conception, mécanique et analyse .....	39
EPU-M6-CTS - Techniques spectroscopiques .....	39
EPU-M6-AMC - Mécanique des milieux continus.....	42
EPU-M6-AMO - Modélisation .....	45
MTX-S06-UE2 - Synthèse .....	48
EPU-M6-CSM - Synthèse de matériaux inorganiques en solution .....	48
EPU-M6-COM - Synthèse organique et macromoléculaire .....	51
MTX-S06-UE3 - Procédés .....	53
EPU-M6-ATT - Transferts thermiques .....	53
EPU-M6-CPC - Procédés Céramiques .....	55
EPU-M6-CTP - Transformations de phases .....	58
EPU-M6-ARH - Rhéologie .....	61
MTX-S06-UE4 - Compétences transversales de l'ingénieur.....	63
EPU-M6-SEM - Entreprise et Management 2 .....	63
EPU-C6-LAN - Anglais 2 .....	66
EPU-M6-CAD - Analyse de données et plan d'expérience .....	68
EPU-M6-DPM - Projet matériaux.....	70
MTX-S06-UE5 - Engagement étudiant .....	73
EPU-C6-DEE - Engagement étudiant .....	73
Semestre 7 .....	75
MTX-S07-UE1 - Caractérisation des matériaux .....	75
EPU-M7-CTS - Techniques spectroscopiques avancées.....	75
EPU-M7-CMD - Microscopies et diffraction .....	78



MTX-S07-UE2 - Métaux et Matériaux inorganiques .....	81
EPU-M7-CSR - Solide réel .....	81
EPU-M7-CPS - Physique du solide .....	82
EPU-M7-COL - Colloïdes .....	85
EPU-M7-CPC - Procédés Céramiques .....	88
EPU-M7-CPM - Procédés métallurgiques.....	90
MTX-S07-UE3 - Polymères.....	92
EPU-M7-CSP - Synthèse des Polymères .....	92
EPU-M7-CPP - Physicochimie des polymères .....	95
EPU-M7-CMP - Propriétés mécaniques des polymères .....	98
MTX-S07-UE4 - Compétences transversales de l'ingénieur.....	102
EPU-M7-SMP - Management et Projet 1 .....	102
EPU-C7-LAN - Anglais 3 .....	105
EPU-M7-DEM - Séminaires Entreprises et Métiers .....	107
EPU-M7-DPR - Projet industriel .....	109
EPU-C7-DDE - Stage "découverte de l'entreprise" Année 3.....	113
Semestre 8 .....	115
MTX-S08-UE1 - Matériaux et propriétés .....	115
EPU-M8-CPI - Polymères industriels .....	115
EPU-M8-CBB - Biominéraux et biomatériaux.....	119
EPU-M8-CPH - Propriétés physiques (Électriques et magnétiques) .....	122
EPU-M8-AMM - Propriétés mécaniques des métaux .....	124
MTX-S08-UE2 - Surfaces et procédés .....	126
EPU-M8-CFI - Films, nanomatériaux et matériaux poreux .....	126
EPU-M8-CEC - Électrochimie et corrosion .....	129
EPU-M8-CSI - Surfaces, interfaces et traitements de surface .....	133
MTX-S08-UE3 - Projet industriel .....	135
EPU-M8-DPR - Projet industriel .....	135
MTX-S08-UE4 - Compétences transversales de l'ingénieur.....	139
EPU-M8-SMP - Management et Projet 2 .....	139
EPU-C8-LAN - Anglais 4 .....	142
Semestre 9 .....	144
MTX-S09-UE1 - Recherche et Matériaux .....	144
EPU-M9-CMM - Matériaux Métalliques en interaction avec l'environnement.....	144
5CI613 - Propriétés mécaniques des matériaux solides .....	146
5CI605 - Physico chimie des polymères .....	149
5CI604 - Synthèse Macromoléculaire avancée .....	152
5CI204 - Électrochimie et Énergie.....	155
5CI608 - Formulation des dispersions colloïdales et des systèmes assemblés .....	158
5CI801 - Management des Risques Chimiques Industriels .....	161
5CI606 - Matériaux inorganiques finalisés.....	164
5CI401 - Matériaux moléculaires.....	167
5CI614 - Applications Industrielles de Systèmes Polymères Complexes .....	170
MTX-S09-UE2 - Mise en Œuvre des matériaux .....	171
EPU-M9-CFA - Fabrication additive .....	171
EPU-M9-CSO - Soudage.....	173



EPU-M9-CMF - Mise en forme de matériaux polymères .....	175
EPU-M9-CMO - Modélisation moléculaire .....	177
MTX-S09-UE3 - Matériaux et entreprise .....	180
EPU-M9-CER - Certification et qualité .....	180
EPU-M9-CNA - Nanomatériaux et législation .....	182
EPU-M9-CRE - Ressources et Recyclage .....	185
EPU-M9-CBI - Ingénierie biomédicale et biomatériaux .....	188
MTX-S09-UE4 - Compétences transversales de l'ingénieur.....	191
EPU-M9-SIM - Management de l'innovation.....	191
EPU-C9-LAN - Anglais 5 .....	194
EPU-M9-DCO - Séminaires Entreprises et Métiers.....	196
EPU-C9-SEP - Séminaire entreprendre et piloter .....	197
Semestre 10.....	200
MTX-S10-UE1 - Stage technique Année 4.....	200
EPU-M0-DST - Stage technique Année 4 .....	200
MTX-S10-UE2 - Stage de fin d'étude Année 5 .....	203
EPU-M0-DFE - Stage de fin d'étude Année 5 .....	203
Semestre 9 .....	206
MTX-S09-PRO-UE1 - Recherche et Matériaux .....	206
5CI613 - Propriétés mécaniques des matériaux solides .....	206
5CI801 - Management des Risques Chimiques Industriels .....	209
MTX-S09-UE2 - Mise en Œuvre des matériaux .....	212
EPU-M9-CFA - Fabrication additive .....	212
EPU-M9-CSO - Soudage.....	214
EPU-M9-CMF - Mise en forme de matériaux polymères .....	216
EPU-M9-CMO - Modélisation moléculaire .....	218
MTX-S09-UE3 - Matériaux et entreprise .....	221
EPU-M9-CER - Certification et qualité .....	221
EPU-M9-CNA - Nanomatériaux et législation .....	223
EPU-M9-CRE - Ressources et Recyclage .....	226
EPU-M9-CBI - Ingénierie biomédicale et biomatériaux .....	229
MTX-S09-UE4 - Compétences transversales de l'ingénieur.....	232
EPU-M9-SIM - Management de l'innovation.....	232
EPU-C9-LAN - Anglais 5 .....	235
EPU-M9-DCO - Séminaires Entreprises et Métiers.....	237
EPU-C9-SEP - Séminaire entreprendre et piloter .....	238
MTX-S09-PRO-UE5 - Contrat professionnalisation.....	241
EPU-M9-DPE - Evolution en milieu professionnel .....	241
Semestre 10.....	242
MTX-S10-UE1 - Stage technique Année 4.....	242
EPU-M0-DST - Stage technique Année 4 .....	242
MTX-S10-UE2 - Stage de fin d'étude Année 5 .....	245
EPU-M0-DFE - Stage de fin d'étude Année 5 .....	245



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE1
EPU-M5-CBC - Bases de chimie pour les matériaux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Bases de chimie pour les matériaux

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Chimie des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>24h</b>	<b>24h</b>	<b>16h</b>	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est d'établir les éléments de base du chimiste des matériaux pour des étudiants d'origine diverses. Il aborde d'une part la structure atomique et la liaison chimique et d'autre par la description des transformations chimiques et des exemples en solutions qui permettent d'introduire le concept de cycle de vie de l'élaboration au recyclage.

- Décrire la structure électronique d'un atome
- Expliquer le tableau périodique des éléments et l'évolution des grandeurs associées (rayon ionique électronégativité)
- Interpréter l'origine de la liaison chimique et les différentes natures de liaison dans le tableau périodique
- Évaluer les grandeurs thermodynamiques associées à une réaction chimique, enthalpie, entropie, enthalpie libre et leur dépendance avec la température
- Calculer une constante de réaction
- Déterminer la composition à l'équilibre d'un système en réaction chimique
- Utiliser les déplacements d'équilibre pour augmenter le rendement d'une transformation chimique
- Connaitre les principes de l'hydrométaux et identifier la nature des réactions à mettre en œuvre
- Établir un diagramme de spéciation à 1D ou 2D (Pourbaix) et en déduire les conditions pour obtenir une espèce de manière prédominante. Estimer la concentration des espèces minoritaires
- Prévoir l'état d'équilibre d'un système siège de réactions de complexation, précipitations et/ou rédox
- Appliquer les principes précédents pour évaluer la stabilité d'un matériau vis-à-vis de la corrosion ou dissolution
- Construire et expliquer le fonctionnement de cellules électrochimiques
- Proposer des enchainements de réactions permettant de purifier des éléments d'intérêt dans des procédés de métallurgie extractive ou de recyclage.

**Contenu de l'ECUE :**

- L'atome : nombres quantiques et orbitales atomiques, couches et sous-couches, charge partielle, diagramme d'énergie, configuration électronique, cœur-valence ; spin électronique.
- Le tableau périodique des éléments : familles d'éléments chimiques ; structure électronique des



éléments et organisation du tableau périodique. Évolution des propriétés.

- Théorie des orbitales moléculaires et construction de diagrammes d'OM : Théorie LCAO ; Diagramme d'interactions des orbitales (Orbitales de fragments). Détermination quantitative (Méthode de Hückel, équations séculaires) ; Molécules Conjuguées ; moments dipolaires ;
- Application des principes de la thermodynamique aux réactions chimiques. Premier Principe : calorimétrie, énergie de liaison, énergie réticulaire. Deuxième principe
- Les lois générales des équilibres chimiques. Critère d'évolution, constante d'équilibre, déplacement d'équilibre, variance
- Principe de la métallurgie extractive, hydrométallurgie et réactions en solution aqueuses : acide base, complexation, précipitation, rédox
- Spéciation et construction des diagrammes (Pourbaix). Stabilité et évolution.
- Cellules électrochimiques
- Procédés hydrométallurgiques d'élaboration ou de recyclage

#### Prérequis :

- Notions de base de la structure des atomes.
- Modèle de Lewis de la liaison chimique par mise en commun d'électrons.
- Modèle VSEPR. Fonctions d'état thermodynamiques (U, H, S, G)
- Premier et deuxième principe

#### Modalités d'évaluation :

Évaluation continue

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle de cours classique
- Logiciel de visualisation orbitale moléculaire (Orbimol, Hulis )

#### Méthodes pédagogiques :

- Cours + TD

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3		<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
5	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
6	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
7	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
8	<b>2h</b>	<b>2h</b>			<b>2h</b> <b>Evaluation</b>
9	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
10	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
11	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
12	<b>2h</b>	<b>2h</b>			



<b>13</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>14</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>15</b>		<b>2h</b>			<b>2h</b> <b>Evaluation</b>

<b>Compétences mobilisées du référentiel de compétences</b>		
<b>Code</b>	<b>Compétences</b>	<b>Niveau attendu</b>
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	N
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	N
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	N
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE1
EPU-M5-CSO - Synthèse Organique		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Synthèse Organique

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Chimie des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>20h</b>	<b>20h</b>	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Maitriser 2 grandes voies de synthèses de polymères
- Connaitre et maitriser les différentes étapes de synthèse
- Disposer de connaissances en chimie organique permettant de maitriser la synthèses des polymères

**Contenu de l'ECUE :**

Natural polymers

Polymerization of vinyl polymers

- free radical polymerization and ionic polymerization
- Different types of polymers formed from vinylic monomers
- Synthesis and reactivity of alkene functions

Polycondensation/polyaddition: definition, examples AA + BB and AB monomers

- Synthesis and reactivity of alcohol functions
- Synthesis and reactivity of amine functions
- Synthesis and reactivity of carboxylic acid functions
- Synthesis and reactivity of epoxy functions

**Prérequis :**

- Atome + description de l'électron Fonction d'onde, remplissage des OAs (HUnd, Pauli klechkowski)
- Orbital atomique ns np , origine de représentation, orthogonalité, recouvrement
- Tableau périodique, rayon atomique, électronégativité, moment dipolaire (TD)
- Introduction liaison chimique H2, O2
- Interaction à 3 orbitales Atomiques = notion d'hybridation exemple N2 et CO
- Alkene, système ???? des molécules aromatiques
- Nomenclature IUPAC

**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle Continu (x2)



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Supports de cours disponibles sur moodle

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	1h	1h			
4	1h	1h			
5	1h	1h			
6	1h	1h			
7	2h	2h			
9	2h	2h			
10	1h	1h			CC 2h
11	2h	2h			
12	1h	1h			
13	1h	1h			
14	1h	1h			
15		4h			CC 2h

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	N
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE1
EPU-M5-CVE - Verres		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Verres

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Chimie des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Identifier l'état vitreux
- Connaitre la structure et les propriétés des verres silicatés
- Expliquer les méthodes d'élaboration et les applications

**Contenu de l'ECUE :**

- Caractéristiques de l'état vitreux, modes d'élaboration des verres et risques de cristallisation
- Étendue du monde verrier et propriétés d'intérêt des verres
- Aperçu sur l'histoire des verres de l'antiquité à nos jours (techniques, compositions)
- Caractéristiques structurales des verres d'oxydes (silicates) et méthodes d'investigations
- Caractéristiques rhéologiques des verres
- Propriétés mécaniques et thermomécaniques des verres
- Élaboration, formage et réduction de l'impact environnemental des verres industriels

**Prérequis :**

structure atomique,

- chimie minérale,
- diagrammes de phase

**Modalités d'évaluation :**

Une évaluation terminale

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Cours et TD en salles classiques avec vidéoprojecteur

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			



<b>2</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>3</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>4</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>5</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>6</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>7</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>8</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>9</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>10</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>11</b>					<b>Évaluation</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	N
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE1
EPU-M5-DPM - Projet matériaux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Projet matériaux

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Chimie des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>5h</b>	-	-	<b>15h</b>	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Découvrir l'étendue du monde des matériaux
- Identifier les grandes familles de matériaux
- Connaître les principales propriétés d'usage recherchée
- Connaître les principaux procédés de mise en œuvre
- Identifier les principaux acteurs sociaux-économiques du domaine des matériaux

**Contenu de l'ECUE :**

Cet enseignement se compose d'une part d'un travail de recherche bibliographique et d'une interview d'un ingénieur/chercheur du domaine sur un sujet applicatif. Une application est proposée avec deux solutions matériaux différentes. Deux binômes doivent, à travers une recherche bibliographique encadrée et l'interview d'un ingénieur/chercheur du domaine, défendre les avantages de la solution matière sur laquelle ils travaillent. Au final, en fin du S6, les deux binômes se confrontent pour défendre de la façon la plus convaincante sa solution matière lors d'un exposé-débat.

Des enseignements au début du semestre permettent de décrire de façon très générale les différentes familles de matériaux, leurs propriétés d'usage et présenter les différents sujets proposés. Un tuteur pédagogique est attribué à chaque sujet.

Au début du S6, pour étayer leur argumentaire, la méthode graphique d'Ashby de sélection des matériaux basée sur l'utilisation du logiciel Granta CES est introduite.

En parallèle, des visites d'usines sont prévues dans différentes entreprises du secteur pour connaître les problématiques industrielles et découvrir les procédés mis en œuvre. Les sociétés Safran, Essilor, Saint-Gobain recherche ou Eramet ont été identifiées comme site potentiels de visite.

**Prérequis :**

Néant

**Modalités d'évaluation :**

Une première évaluation est prévue au S5 à travers une courte vidéo du type « Ma solution Matériaux en 180 s » que devront élaborer chaque binôme à l'issue de l'entretien qu'ils auront fait et des premiers résultats de leurs



recherches bibliographiques sur le sujet.

La seconde évaluation sera sous la forme d'un débat contradictoire (*battle*) entre groupes départagé par un jury constitué d'enseignant et d'élèves d'année 4.

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle avec vidéoprojecteur
- Logiciel Granta CES

#### Méthodes pédagogiques :

Projet

Visite

Débat contradictoire

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
3	2h				
4	2h				
5	1h				
15				15 h	Vidéo

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	N
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	N
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	N
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	N
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	N
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	N
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	N
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification,	N



	local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	N
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériau répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	N
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 5

UE : MTX-S05-UE2

EPU-M5-CIR - Interaction rayonnement matière

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Interaction rayonnement matière

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Physique des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

La caractérisation physico-chimique constitue une pierre angulaire de l'ingénierie des matériaux, que ce soit pour l'élaboration de nouveaux matériaux ou pour la production industrielle (contrôle de qualité). Concevoir, contrôler, expliquer et prévoir les propriétés particulières d'un matériau sont les enjeux majeurs d'une demande toujours plus pointue de caractéristiques spécifiques, en accord avec les évolutions rapides de la technologie et des attentes environnementales.

- Décrire et quantifier les processus responsables de l'absorption, l'émission et la diffusion du rayonnement électromagnétique par la matière.
- Développer un regard critique sur la recherche de solutions à un problème de caractérisation.
- Choisir et connaître la mise en œuvre des méthodes de caractérisation basées sur cette interaction.

**Contenu de l'ECUE :**

- Rayonnement électromagnétique (équations de Maxwell, propagation, ondes harmoniques, ondes planes, polarisation, régions spectrales et méthodes de caractérisation associées).
- Traitement classique de l'interaction rayonnement-matière (absorption, dispersion, réflexion, réfraction, couleurs).
- Rayonnement des particules chargées accélérées (diffusion, diffraction, effet Doppler, rayonnement synchrotron).
- Traitement semi-classique de l'interaction rayonnement-matière (loi de Planck, effet photoélectrique, photon, dualité onde-corpuscule, effet Compton).
- Notions d'instrumentation spectroscopique (résolution expérimentale, facteurs d'élargissements d'un signal mesuré).

**Prérequis :**

Outils mathématiques :

- nombres complexes,
- fonctions d'une ou de plusieurs variables (dérivabilité et dérivée, tableau de variations, intégration),
- équations différentielles,



juin 2025



- algèbre vectorielle.

#### Modalités d'évaluation :

Contrôle continu (2 écrits avec une durée totale de 1,5 h.)

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours et travaux dirigés, outils numériques de sondage.

#### Méthodes pédagogiques :

- Cours magistral et discussion des applications.
- Sondage en séance pour une information immédiate sur le niveau de compréhension.

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	1h	1h			
2	1h	1h			
3	1h	1h			
4	1h	1h			
5	1h	1h			
6					CC
7	1h	1h			
8	1h	1h			
9	1h	1h			
10	1h	1h			
11	1h	1h			
12					CC

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE2
EPU-M5-CTH - Thermodynamique et Analyse Thermique		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Thermodynamique et Analyse Thermique

**Coefficient de l'ECUE :** 5

**Unité d'enseignement (UE) :** Physique des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
25h	25h	8h	-	-	7h

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Lire et utiliser des diagrammes de phases dans le domaine des matériaux,
- Comprendre et utiliser des méthodes d'analyse thermique

**Contenu de l'ECUE :**

- Thermodynamique des solutions et des mélanges
  - Le potentiel chimique
  - Les mélanges idéaux et réguliers
  - Les principaux modèles
  - Application aux équilibres entre phases
- Interprétation des diagrammes binaires :
  - identifier les solutions solides et les composés définis en présence,
  - nommer les domaines homogènes ou hétérogènes,
  - repérer les principaux équilibres chimiques,
  - tracer des courbes de  $\Delta G_m$  à une température donnée, des courbes de refroidissement à une composition donnée,
  - diagrammes hors équilibre.
- Techniques d'analyse thermique
  - analyse thermogravimétrique
  - analyse thermique différentielle
  - dilatométrie
  - Application à la caractérisation structurale pour différentes classes de matériaux (oxydes, carbonates, polymères...)

**Prérequis :**

- Fonctions d'état thermodynamiques (U, H, S, G)
- Premier et deuxième principe
- Calorimétrie



**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle Continu (2)

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle de cours

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
2	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
3	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
5	<b>1h</b>	<b>1h</b>			<b>CC1</b>
6	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
7	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
8	<b>2h</b>	<b>2h</b>	<b>4h</b>		
9	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
10	<b>1h</b>	<b>1h</b>			<b>CC2</b>
11	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
12	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
13	<b>2h</b>	<b>2h</b>	<b>4h</b>		
14	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
15					<b>CC3</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	N
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	N
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à	A



C4-SC1	un projet de R&D ou d'innovation	
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



## **Fiche Syllabus Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE2
EPU-M5-CCD - Cristallographie et diffraction		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Cristallographie et diffraction

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Physique des Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>15h</b>	<b>15h</b>	<b>4h</b>	-	-	<b>10h</b>

### **Acquis de l'Apprentissage Visés :**

De manière générale, cet enseignement vise à faire le lien entre structure cristalline et propriétés macroscopiques des matériaux.

- Connaitre d'introduire les notions principales de symétrie à l'échelle de la maille cristalline.
- Visualiser et de représenter de façon simple des structures cristallines *a priori* complexes.
- Comprendre et analyser des données de diffraction des rayons X sur poudres et en extraire les principales informations concernant le matériau analysé.

### **Contenu de l'ECUE :**

La première partie de ce cours a pour objectif d'introduire les notions de symétrie dans les structures cristallines inorganiques :

- Réseaux, nœuds, rangées, plans
- Symétrie d'orientation et de position, mode de réseau
- Groupes ponctuels et groupe d'espace
- Visualisation de structures simples et complexes à l'aide du logiciel VESTA

Dans la seconde partie du cours est traitée la diffraction des rayons X sur poudre :

- Identification de phases
- Paramètres de maille et influence de la composition chimique et de la température
- Introduction aux défauts structuraux et effet sur le diagramme de diffraction X

### **Prérequis :**

- Notions d'empilement
- Nature des différentes liaisons chimiques

### **Modalités d'évaluation :**

- Une évaluation terminale
- Éventuellement, une évaluation courte intermédiaire
- Un TP sur ordinateur évalué par compétences



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Cours et TD en salles classiques
- TP en salles informatiques équipées du logiciel libre VESTA

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours magistraux réduits au minimum
- Beaucoup d'exercices simples en TD et d'études de cas « matériaux » plus complexes vers la fin de l'enseignement
- Utilisation importante en cours, TD et TP du logiciel de visualisation de structures cristallines en 3D (VESTA)

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h		4h		
2	1h	1h			
3	2h	2h			
4	2h	2h			
5	1h	1h			
6					CC 2h
7	1h	2h			
8	1h	2h			
9	1h	1h			
10	1h	1h			
11	1h	1h			
13	1h	1h			
14	1h	1h			
15					CC 2h

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE3
---------	------------	------------------

EPU-M5-SEM - Entreprise et Management 1
---

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Entreprise et Management 1

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>30h</b>	-	-	-	-

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Démontrer la capacité à collaborer efficacement
- Faire une analyse globale d'une entreprise et de son environnement avec des diagnostics internes et externes (Diagnostique Interne | PORTER | PESTEL | SWOT)
- Appliquer les connaissances afin de répondre aux attentes du monde professionnel
- Proposer l'idée d'un produit (bien ou/et service) innovant en lien avec la politique RSE (Responsabilité Sociale des Entreprises) de l'entreprise analysée
- Résoudre en équipe une problématique professionnelle
- Communiquer de manière professionnelle en français et en anglais
- Etre autonome

**Contenu de l'ECUE :**

- Réalisation d'une étude de cas en équipe en anglais en partenariat avec des étudiants d'universités étrangères via l'Alliance 4EU+
- Diagnostics stratégiques : interne, externe (PORTER, PESTEL), SWOT
- Intrapreneuriat
- Compétences en RSE
- Communication professionnelle écrite et orale : CV, mail, lettre de motivation, utilisation des réseaux sociaux (LinkedIn, réseau école, etc.)

**Prérequis :**

- Aucun

**Modalités d'évaluation :**

1. - Test numérique de questions à choix multiples en anglais (QCM) - 30 %.
2. - Analyse écrite en anglais d'une étude de cas choisie par une équipe de 2 à 3 étudiants - 40%.
- - Projet final de groupe consistant en une présentation finale en anglais - 30 %.



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Cours dispensé dans une salle équipée d'un tableau numérique interactif, sur poste informatique, utilisation de sur Zoom pour le travail coopératif avec des étudiants d'Universités étrangères (Alliance 4EU+).

**Méthodes pédagogiques :**

TD à chaque séance

Utilisation de la pédagogie active et inversée.

Travail individuel et en équipe

Contrôle en Cours de Formation

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			
2		2h			CCF
3		2h			CCF
4		2h			CCF
5		2h			CCF
6		2h			CCF
7		2h			CCF
8		2h			CCF
9		2h			CCF
10		2h			CCF
11		2h			CCF
12		2h			CCF
13		2h			Quiz Digital
14		2h			
15		2h			Présentation orale et rendu de rapport écrit

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M



C2-SC3		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	M
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	M
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE3
EPU-C5-LAN - Anglais 1		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Anglais 1

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>30h</b>	-	-	-	-

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Compréhension écrite et orale : étude de textes généraux et de vulgarisation scientifique (New Scientist,, Technology Review) et d'enregistrements audio et vidéo authentiques (BBC, PBS, NPR). En fin d'année, l'élève doit démontrer un niveau B2 dans ces deux compétences.

Expression écrite : structures de la phrase, du paragraphe et de l'essai. En fin d'année, l'élève doit avoir atteint le niveau B1 dans cette compétence.

Expression orale : Au premier semestre, chaque étudiant fera à un exposé de 5 à 10 minutes au cours duquel il devra présenter un article scientifique de sa spécialité. Les autres étudiants sont invités à participer et à poser des questions.

Interactivité : Les TD se déroulent en petits groupes et chaque élève se doit de participer activement

**Contenu de l'ECUE :**

Les thèmes abordés peuvent varier en fonction du niveau et de la composition des groupes, mais tous aborderont les thèmes généraux suivants :

What is engineering? What do you study in an engineering school? What is the difference between a scientist and an engineer? What are the ethical values an engineer must know and follow? Applying the NSPE rules to your specialty

The vocabulary of your specialty: presenting a scientific article in your field of specialty.

Writing a CV and cover letter

**Prérequis :**

- Niveau B1 dans toutes les compétences

**Modalités d'évaluation :**

- 20 % Présentation orale sur article scientifique
- 30 % Compréhension orale (type news +/- 5 minutes)
- 30 % Compréhension écrite et rédaction sur un cas éthique
- 20 % Contrôle continu à l'intérieur des groupes



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles équipées du Département des Langues

**Méthodes pédagogiques :**

- Travail des 5 compétences
- Etudes de cas (éthique)

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			Test commun de positionnement
2		2h			
3		2h			
4		2h			
5		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2h			
11		2h			
12		2h			
13		2h			CC 2h commun à tous les groupes
14		2h			
15		2h			

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	A
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M



SC1		
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2- SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2- SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 5

UE : MTX-S05-UE3

EPU-M5-M01 - Outils mathématiques et numériques pour les matériaux

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Outils mathématiques et numériques pour les matériaux

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	12h	16h	-	-	12h

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Maitriser les outils mathématiques de base employés dans la science des matériaux

**Contenu de l'ECUE :**

- Équations différentielles
  - Equations différentielles d'ordre 1, à « variables séparables »
  - Equations différentielles linéaires d'ordre 1
  - Equations différentielles linéaires d'ordre 2, à coefficients constants
  - Applications : cinétique chimique (polymérisation), diffusion massique et thermique*
- Algèbre linéaire
  - Espaces vectoriels réels. Sous-espaces vectoriels.
  - Indépendance linéaire. Bases. Cas de la dimension finie
  - Applications linéaires. Noyau et image. Rang.
  - Matrice d'une application linéaire. Opérations algébriques sur les matrices. Transposée, trace, rang.
  - Déterminants : définitions et propriétés ; calculs. Matrice inverse.
  - Systèmes d'équations linéaires. Interprétation. Méthodes de résolution.
  - Formule de changement de bases pour la matrice d'une application linéaire. Matrice de passage.
  - Vecteurs propres, valeurs propres, sous-espaces propres. Polynôme caractéristique. Diagonalisation.
  - Application à la résolution de systèmes d'équations différentielles linéaires.
  - Applications : mécanique des milieux continus, méthode de Hückel*
- Analyse
- Fonctions définies par une intégrale. Dérivation sous le signe somme. Produit de convolution. Distribution de Dirac.
- Transformation de Fourier: définition, notation, propriétés. Transformée de Fourier inverse. Interprétation physique.



- Applications: calcul d'intégrales, résolution d'équations différentielles et de systèmes d'équations différentielles.
- *Applications : spectroscopie par transformée de Fourier, diffraction*

### Prérequis :

- Nombres réels et complexes. Ensembles usuels de nombres.
- Calcul algébrique et analytique de base.
- Vecteurs du plan et de l'espace. Transformations géométriques usuelles. Trigonométrie usuelle.
- Fonctions usuelles : ensemble de définition, limites, loi de composition.
- Continuité. Dérivation et intégration des fonctions usuelles. Intégration par parties et par changement de variables.

### Modalités d'évaluation :

- Évaluation écrite
- Évaluation des ateliers

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle de cours classique

### Méthodes pédagogiques :

- Cours
- TD
- Ateliers d'applications à des cas d'études matériaux

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h	2h			
2	2h	2h			
3			4h		evaluation
4	2h	2h			
5	2h	2h			
6			4h		evaluation
7	2h	2h			
8	2h	2h			
9			4h		evaluation
10			4h		evaluation

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		



MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	A
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 5	UE : MTX-S05-UE3
EPU-M5-IPX - Compétences numériques (PIX)		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Compétences numériques (PIX)

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
2h	2h	-	-	-	20h

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Ce module vise à apprendre et évaluer les compétences du domaine Informations et données du Cadre de Référence des Compétences Numériques, à savoir

- Mener une recherche et une veille d'information pour répondre à un besoin d'information tout en étant en mesure de vérifier les sources et la fiabilité de l'information
- Stocker et organiser des données, les conserver et en faciliter l'accès et la gestion
- Appliquer des traitements à des données pour les analyser et les interpréter (avec un tableur, un programme, un logiciel de traitement d'enquête, une requête de calcul dans une base de données...).

**Contenu de l'ECUE :**

- Recherche et veille d'information
  - Lire et repérer des informations sur un support numérique
  - Effectuer une recherche simple en ligne en utilisant un moteur de recherche
  - Reformuler sa requête en modifiant les mots-clés pour obtenir de meilleurs résultats
  - Questionner la fiabilité et la pertinence des sources
  - Effectuer une recherche dans des environnements numériques divers
  - Expliquer sa stratégie de recherche
  - Connaître les principaux critères permettant d'évaluer la fiabilité et la pertinence de diverses sources
  - Construire une stratégie de recherche en fonction de ses besoins et de ses centres d'intérêt
  - Utiliser des options de recherche avancées pour obtenir les meilleurs résultats
  - Évaluer la fiabilité et la pertinence de diverses sources
  - Constituer une documentation sur un sujet : sélectionner des sources, citer les sources, élaborer une sitographie
  - Utiliser un ou plusieurs logiciels spécialisés pour mettre en place une veille
- Gestion des données
  - Sauvegarder des fichiers dans l'ordinateur utilisé et les retrouver
  - Sauvegarder des fichiers dans l'ordinateur utilisé, et dans un espace de stockage partagé et sécurisé, afin de pouvoir les réutiliser



- Savoir distinguer les différents types d'espaces de stockage
- Stocker et organiser les données dans des environnements numériques sécurisés de sorte qu'elles soient facilement accessibles
- Stocker et organiser les données pour qu'elles soient accessibles dans des environnements numériques locaux et distants
- Partager des données en ligne et attribuer les droits d'accès
- Concevoir une organisation efficace de rangement de dossiers en tenant compte des formats de fichiers
- Sauvegarder un fichier sous différents formats
- Comprendre les métadonnées et leur fonctionnement
- Synchroniser des données locales avec un espace de stockage en ligne
- Traitement des données
  - Sélectionner et mettre en relation des informations issues de ressources numériques
  - Insérer, saisir, et trier des données dans un tableur pour les exploiter
  - Saisir, organiser, trier et filtrer des données dans une application
  - Appliquer une formule simple pour résoudre un problème
  - Traiter des données pour analyser une problématique
  - Appliquer une fonction statistique simple
  - Automatiser un traitement de données
  - Adapter le format d'une donnée (texte/nombre)
  - Concevoir une formule conditionnelle

**Prérequis :**

Compétences numériques du CRCN exigées pour le niveau bac.

**Modalités d'évaluation :**

Utilisation de la certification de la plateforme PIX avec une évaluation par des questions et exercices courts en ligne

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Utilisation de la plateforme PIX

**Méthodes pédagogiques :**

Autoformation sur la plateforme PIX, certification en présentiel

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
10					<b>2h évaluation</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A



C1-SC1		
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	N

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus  
Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 5

UE : MTX-S05-UE3

EPU-M5-DEM - Séminaires Entreprises et Métiers

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Séminaires Entreprises et Métiers

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>14h</b>	-	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

De manière générale, cette activité vise à assister les élèves dans la construction de leur projet professionnel :

- Connaitre les entreprises et les acteurs économiques du monde des matériaux
- Appréhender les contraintes économiques, environnementales et réglementaires du secteur
- Identifier les métiers et parcours professionnels possibles pour un ingénieur matériaux
- Construire son réseau par des échanges avec des professionnels

**Contenu de l'ECUE :**

Cette activité est construite sur un témoignage d'alumni qui présente leur parcours professionnel depuis leur diplomation suivi d'une discussion libre avec les étudiants.

Ainsi, diverses descriptions d'entreprises et de métiers associés au secteur des matériaux sont présentés. C'est l'occasion pour les étudiants de se confronter à la réalité du métier d'ingénieur avec ses contraintes et opportunités et de construire simultanément leur projet et leur réseau professionnels.

**Prérequis :**

Néant

**Modalités d'évaluation :**

Présence

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Amphithéâtre avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Autonomie des étudiants dans la discussion avec les alumni

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>2h</b>		<b>4h</b>		
<b>2</b>	<b>2h</b>				



<b>3</b>	<b>2h</b>				
<b>4</b>	<b>2h</b>				
<b>5</b>	<b>2h</b>				
<b>6</b>	<b>2h</b>				
<b>7</b>	<b>2h</b>				

<b>Compétences mobilisées du référentiel de compétences</b>		
<b>Code</b>	<b>Compétences</b>	<b>Niveau attendu</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	N
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	N
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	N
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	N
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 5

UE : MTX-S05-UE3

EPU-C5-DDR - Développement Durable et Responsabilité Sociétale

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Développement Durable et Responsabilité Sociétale

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISA, EI-FISE, GM, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	-	-	-	-	-

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaissances des documents de références sur l'état du monde et son évolution
- Vision holistique du système Terre et risques systémiques
- Approche multidisciplinaire des enjeux
- Impact sur l'activité professionnelle d'un ingénieur

**Contenu de l'ECUE :**

**Conférence donnée par des experts sur les grandes question et enjeux de la Transition environnementale**

1. **Introduction : l'Anthropocène - Le Changement Climatique**
2. **Grands enjeux du Monde : Ressources en Énergie - Ressources en métaux**
3. **Grands enjeux du Monde : Ressources en Eau - Alimentation**
4. **La Transition Économique - La Sobriété numérique**
5. **Soyons les acteurs du monde de demain.**

**Prérequis :**

- Aucun prérequis

**Modalités d'évaluation :**

- QCM en ligne directement à la fin des deux interventions d'une séance

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Amphithéâtre x2 de 200 places pour 2 groupes de 150 étudiants en moyenne
- Site MOODLE pour l'évaluation par QCM en ligne

**Méthodes pédagogiques :**

- Conférences - débats
- Echange final inter-spécialité : forces et faiblesses de différents secteurs face à la Transition



## Environnementale

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				QCM en ligne
2	2h				QCM en ligne
3	2h				QCM en ligne
4	2h				QCM en ligne
5		<b>2h En demi-groupe de 75 étudiants</b>			

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 6

UE : MTX-S06-UE1

EPU-M6-CTS - Techniques spectroscopiques

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Techniques spectroscopiques

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Conception, mécanique et analyse

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>14h</b>	<b>10h</b>	<b>12h</b>	-	-	<b>12h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

1. Spectroscopie RMN :
  - a. Déterminer si l'analyse RMN est appropriée pour un échantillon donné
  - b. Identifier une structure covalente à partir de spectres RMN  $^1\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$
  - c. Extraire les informations spectrales relatives à la stéréochimie
  - d. Savoir enregistrer et traiter des données RMN
2. Spectroscopie Infrarouge (IR), RAMAN et UV-visible:
  - a. Exploiter les spectres IR ou Raman pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données
  - b. Associer un groupe caractéristique à une fonction chimique
  - c. Déduire la structure de la molécule à partir du spectre IR (cas simple)
  - d. Analyser quantitativement des spectres IR
  - e. Connaître les principes de base de la spectroscopie UV-visible

**Contenu de l'ECUE :**

1. Principe de la RMN :
  - a. Moment magnétique de spin nucléaire, effet Zeeman, phénomène de RMN
  - b. Blindage électronique, déplacement chimique
  - c. Couplage scalaire, structure fine des spectres RMN, multiplicités simples en RMN  $^1\text{H}$
  - d. Analyse de spectres RMN  $^1\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$  de molécules organiques simples
  - e. TP de RMN : enregistrement, traitement et analyse de données RMN obtenues sur plusieurs échantillons inconnus
2. Principe de la vibration moléculaire :
  - a. Moment dipolaire, interaction rayonnement-matière
  - b. Principes de la spectroscopie IR et RAMAN
  - c. Analyse de spectres IR et RAMAN pour déterminer les groupes caractéristiques
  - d. TP d'IR : enregistrement, traitement et analyse de spectres de liquides. Approche quantitative et qualitative.
3. Principe de la Spectroscopie UV-visible



#### 4. Instrumentation en spectroscopie IR et Raman

##### Prérequis :

1. Structure des molécules
  - a. Liaison covalente
  - b. Effets inductifs et mésomères
  - c. Grandes classes de fonctions chimiques
2. Spins électroniques et nucléaires
3. Interaction rayonnement-matière (MTX3)

##### Modalités d'évaluation :

- - Contrôles continus pendant le déroulement des cours et TD
  - Contrôle continu final
  - Comptes-rendus de 3 TP

##### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

1. Salle avec la possibilité de projection sur un écran
2. Salles de TP équipées de spectromètres IR
3. Salle de TP équipée d'un spectromètre RMN
4. Salles de TP équipées d'ordinateurs

##### Méthodes pédagogiques :

- - Cours avec présentations de type Power Point
  - Documents de cours et TD distribués aux étudiants et disponibles en ligne
  - Mise à disposition d'annales d'examens avec corrections
  - Séances de TP pour développer des compétences expérimentales

##### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>				
5		<b>2h</b>	<b>4h</b>		<b>CC en fin TD</b>
6	<b>2h</b>				
7	<b>2h</b>		<b>4h</b>		
8	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
9		<b>2h</b>	<b>4h</b>		<b>CC en fin TD</b>
10		<b>2h</b>			
11					<b>CC 2h</b>

##### Compétences mobilisées du référentiel de compétences



juin 2025



Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE1
EPU-M6-AMC - Mécanique des milieux continus		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Mécanique des milieux continus

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Conception, mécanique et analyse

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Cette UE pose les bases de la mécanique des milieux continus, appliquée aux solides, afin de constituer un socle de connaissance commun aux étudiants de MTX3.

L'idée est d'introduire la mécanique des milieux continus de manière « physique » et intuitive avant de proposer les outils mathématiques *ad hoc avec la notion de tenseurs*. Le cours s'articule autour d'exemples empruntés à la mécanique des solides, des exemples qui sont déclinés tout au long du cours (traction uniaxiale, cisaillement pur).

En termes de compétences acquises à la fin du module, l'étudiant doit savoir :

- à partir d'un champ de déplacement, définir les tenseurs des rotations et des déformations ;
- comprendre la signification des composantes d'un tenseur d'ordre 2 ;
- appliquer la loi de Hooke généralisée ;
- à partir du tenseur des contraintes, définir le vecteur contrainte sur une surface (conditions aux limites) ou bien calculer une résultante des efforts ;
- à partir d'une mesure de déformation par extensométrie, retrouver l'état de contrainte local du matériau

**Contenu de l'ECUE :**

Les notions de contrainte, de déformation, de comportement élastique et de thermo-élasticité sont d'abord introduites en traction/compression. A travers des études de cas empruntés à la résistance des matériaux, e.g. poutres en série/parallèle, poutre de section variable les notions de grandeurs moyennes en champs homogènes ou de grandeurs locales en champs inhomogènes sont traitées.

Pour cela, l'outil tensoriel est introduit en s'appuyant sur le cours de mathématiques du semestre 5. En partant de la définition générale du tenseur des déformations (tenseur de Green Lagrange), on simplifie rapidement les formulations en se plaçant dans le cadre des hypothèses de petites perturbations. Les cas simples de traction uniaxiale, de cisaillement pur sont repris, comme des exemples « fil rouge ». La notion de cercle de Mohr pour une lecture synthétique de l'état local de déformation et de contrainte est introduit. Les comportement mécanique type des différentes familles de matériaux sont décrit avec l'introduction de la notion de limite d'élasticité. Une sensibilisation de la notion de limite élastique dans le cas de chargements complexes est introduite en vue d'une définition des critères de plasticité. Par la suite, le principe d'extensométrie (mesure des déformations) est introduit et illustré à travers différentes études de cas afin de déterminer si le chargement



envisagé est compatible avec les performances du matériau choisi

#### Prérequis :

- Calcul matriciel

#### Modalités d'évaluation :

- 2 contrôles continus

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- -

#### Méthodes pédagogiques :

- -

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4		2h			
5		2h			
6					CC 2h
7	2h				
8	2h				
9		2h			
10		2h			
11					CC 2h

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	N
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	N
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	N

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)



- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE1
EPU-M6-AMO - Modélisation		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Modélisation

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Conception, mécanique et analyse

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>14h</b>	-	<b>12h</b>	<b>4h</b>	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

1. Concevoir un produit sur la base d'un cahier des charges
  - Représenter à main levée la structure du produit et les formes des différents composants
  - Concevoir les formes des pièces dans le respect des procédés de fabrication
1. Modéliser un produit à l'aide d'un modeleur volumique
  - Faire le choix d'une stratégie de modélisation et faire un choix pertinent des fonctions volumiques
  - Être rigoureux·se dans la construction du modèle (esquisses contraintes, choix des contraintes d'assemblage)
  - Utiliser le cas échéant des fonctionnalités « métier » adaptées à la géométrie des pièces et/ou des bibliothèques de formes ou de composants normalisés
1. Simuler le comportement d'un produit :
  - Mettre en œuvre tout ou partie des simulations suivantes du comportement du produit : simulation du fonctionnement, simulation du comportement sous charge, simulation d'injection plastique, étude de l'impact environnemental d'une pièce
1. Imprimer une pièce à l'aide d'une imprimante FDM à partir d'une conception numérique

**Contenu de l'ECUE :**

La première moitié du module aborde les fonctionnalités de base et sensibilise aux bonnes pratiques de modélisation 3D. Les deux dernières heures sont consacrées à un TP de découverte du code de calcul par éléments finis intégré au modeleur volumique.

Les 8 heures suivantes sont dédiées à la conception et la modélisation d'un produit dans le respect d'un cahier des charges. Ce projet aborde l'intégralité des notions développées dans la première partie du module et ouvre sur des fonctionnalités nouvelles du logiciel explorées en autonomie sur la base de tutoriels fournis et de l'aide en ligne du logiciel.

Les dernières heures sont dédiées à une initiation à la transformation d'un modèle numérique en une pièce imprimée en 3D à l'aide de la méthode FDM.

**Prérequis :**

Notions de base sur les matériaux et les procédés de fabrication courants, notamment l'injection plastique.



juin 2025



Notions de base sur l'étude d'impact environnemental.

### Modalités d'évaluation :

L'évaluation se fait exclusivement sur le projet de conception et modélisation.

La note du module est construite comme combinaison d'une évaluation de la partie pratique effectuée pendant la séance et d'un compte-rendu faisant le bilan du travail réalisé et en faisant l'analyse critique.

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Ce module repose sur l'utilisation du modeleur volumique via la plateforme d'application virtualisée mise en place par la DSJ.

Cette utilisation apporte un peu de souplesse dans la mise en place et permet aux élèves de travailler sur leur machine personnelle quelles qu'en soient ses caractéristiques (un navigateur internet et une connexion correcte suffisent).

### Méthodes pédagogiques :

Bien que la première partie du module soit très dirigée, l'élève est toujours en situation d'activité.

L'autonomie, la créativité et le développement de phases d'autoformation occupent une place centrale dans le projet.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4	2h				
5	2h				
6			2h		
7			4h		
8			4h		Partie pratique+ C.R.
9	2h		2h	4h	
10	2h				C.R.

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	A
MTX-C2-	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes	N



SC5	liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	A
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	N
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 6

UE : MTX-S06-UE2

EPU-M6-CSM - Synthèse de matériaux inorganiques en solution

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Synthèse de matériaux inorganiques en solution

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Synthèse

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	10h	16h	-	-	10h

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Prédire la réactivité d'un cation en solution aqueuse, son état de condensation et la composition des phases solide qui peut être obtenues en solution.
- Choisir les conditions opératoires permettant un contrôle structural et morphologique de nanoparticules synthétisées en solution.
- Proposer une approche raisonnée pour l'élaboration de nanoparticules pour des propriétés ciblées, et d'établir les protocoles nécessaires à sa réalisation.
- Définir des stratégies de conception responsable et durable des matériaux pour répondre aux grands enjeux économiques et sociétaux.

**Contenu de l'ECUE :**

L'UE introduit la réactivité des cations métalliques en solution aqueuse (et organique) vis-à-vis de la formation de complexes polymétalliques et de solides hydroxydes et oxydes. Elle introduit les types de réactions correspondant à l'activation des espèces métalliques et leur condensation en solution. Des aspects de développement durable sont évoqués quant à l'utilisation du solvant eau et de condition de synthèse douces (faible température).

*Plan de cours*

- Approches comparées des synthèses de matériaux inorganiques
  - Méthodes de dépôt en phase vapeur
  - Méthodes céramiques
  - Méthodes en solution
- Chimie des cations en solution aqueuse : de l'ion à l'oxyde
- Hydroxylation des cations – modèle des charges partielles
- Condensation des précurseurs en solution, polycations et polyanions
- Formation de d'une phase solide en solution
- Aspects macroscopiques de la formation de solides en solution
- Les étapes de formations du solide



- Contrôle de taille et de dispersité des particules en solution
  1. Synthèse sol-gel en phase organique (autoapprentissage)

TP Synthèses de particules par chimie douce : nanoparticules d'oxyde et de métaux, gel inorganique, film d'oxyde

#### Prérequis :

- Equilibres acidobasiques en solution aqueuse (pH, pKa, ...)
- Bases de chimie inorganique moléculaire
- Cinétique chimique macro et microscopique (mécanisme, loi de vitesse)
- Thermodynamique chimique (potentiel chimique)
- Cristallographie et diffraction

#### Modalités d'évaluation :

4-5 Interrogations de début de cours (vérification de l'apprentissage du cours précédent)

Réalisation d'une note de cours à partir de documents

1 Contrôle continu d'évaluation de cours et de compétences appliquées à un problème

1 Evaluation finale sur plusieurs problèmes complexes

2 Comptes rendus de TP sur des séances de 8 h avec évaluation des compétences expérimentales

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

L'enseignement de cette UE demande

Une salle de cours/TD avec vidéoprojecteur systématiquement

L'impression de document de cours/TD et d'articles pour préparer les TP

Un site ENT pour la communication de documents en pdf, d'information sur le déroulement de l'UE

- L'accès à des salles de TP pour 2 séances x 5 groupes de TP de 6-7 étu. x 8 h équipée avec moyens pour des synthèses inorganiques (y compris dip-coater) et outils de caractérisation (UV-Vis, IR, DRX, DLS, angle de contact, ...)
- Utilisation de logiciel gratuit de cristallographie-DRX : Vesta

#### Méthodes pédagogiques :

Plusieurs méthodes complémentaires sont employées

3 Cours magistraux avec polycopiés à trous

1 cours en auto-apprentissage à partir d'articles de techniques de l'ingénieur

1 lecture commentée d'un article scientifique pour préparer une séance de TP

Exercices de TD avec utilisation de modèles imprimés en 3D

Ecriture de protocoles opératoires à partir d'articles

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>4h</b>				<b>Interro cours</b>
<b>2</b>	<b>1h</b>	<b>3h</b>			<b>Interro cours</b>
<b>3</b>	<b>2h</b>				<b>CC</b>
<b>4</b>		<b>4h</b>			<b>Rendu cours</b>
<b>5</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			<b>Interro cours</b>
<b>6</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			<b>Evaluation finale</b>



### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	N
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 6

UE : MTX-S06-UE2

EPU-M6-COM - Synthèse organique et macromoléculaire

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Synthèse organique et macromoléculaire

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Synthèse

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>16h</b>	<b>28h</b>	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaitre les grandes familles de polymères industriels
- Connaitre les propriétés physico chimiques de ces grandes familles
- Maitriser les techniques de caractérisations des polymères obtenus

**Contenu de l'ECUE :**

- Description des différentes grandes familles de polymers (PVC, PA, PE, PET etc )
- Techniques de caractérisation (Size Exclusion Chromatography –SEC, DSC, TGA, viscosimetry, mechanical properties
- En TP : synthèse organique et macromoléculaire pour acquérir les connaissances pratiques en laboratoire

**Prérequis :**

Synthèse Organique (M5-CSO)

**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle Continu (x2)

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Supports de cours disponibles sur moodle

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>2h</b>				



<b>2</b>		<b>2h</b>	<b>4h</b>		
<b>3</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>4</b>	<b>2h</b>		<b>4h</b>		
<b>5</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>6</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>	<b>4h</b>		
<b>7</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>8</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>	<b>4h</b>		
<b>9</b>	<b>1h</b>	<b>1h</b>			
<b>10</b>			<b>4h</b>		<b>CC 2h</b>
<b>11</b>		<b>2h</b>			
<b>12</b>		<b>2h</b>	<b>4h</b>		
<b>13</b>		<b>2h</b>			
<b>14</b>		<b>2h</b>	<b>4h</b>		
<b>15</b>					<b>CC 2h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>A</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>A</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE3
EPU-M6-ATT - Transferts thermiques		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Transferts thermiques

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>4h</b>	<b>6h</b>	<b>4h</b>	-	-	<b>6h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Classifier les différents modes de transfert de chaleur
- Écrire un bilan de chaleur
- Construire un diagramme de résistances thermiques en séries / parallèles
- Calculer les flux thermiques échangés entre un objet et son environnement en régime permanent
- Évaluer des coefficients de transfert convectifs en utilisant les corrélations usuelles de la littérature
- Résoudre numériquement un problème de transfert couplé en régime permanent et transitoire en 1D et en 2D à l'aide d'un logiciel de simulation

**Contenu de l'ECUE :**

- Bilan d'énergie – 1er principe de la thermodynamique
- Transfert par conduction
  1. Loi de Fourier – régime stationnaire
  2. Équation de la chaleur – régime transitoire
- Transfert par convection
  1. Loi de Newton
  2. Détermination de  $h$
  3. Théorie de la couche limite
- Transfert par rayonnement
  1. Théorie du corps noir
  2. Loi de Stefan-Boltzmann (surface-environnement, surface-surface)
- Transferts couplés – Résistances thermiques
- Base de simulation par la méthode des éléments finis (4h de TP)

❖ Quelques notions de DDRS sont abordées dans l'UE

**Prérequis :**

- Connaître les grandeurs thermodynamiques usuelles (capacité calorifique, enthalpie)
- Connaissance en mécanique des fluides – régime laminaire/turbulent



- Savoir manipuler et convertir les différents systèmes d'unités (masse, énergie, puissance)

### Modalités d'évaluation :

L'évaluation est composée de deux notes :

- Un contrôle des connaissances écrit (70%) de 2h
- Un compte-rendu de TP de simulation (30%)

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Les travaux pratiques de simulation des transferts de chaleur sont effectués en salle informatique avec le logiciel COMSOL Multiphysics.

### Méthodes pédagogiques :

- Le cours est construit autour d'une douzaine de petits exercices permettant de rendre l'étudiant plus actif en cours magistral en se focalisant sur la mise en équation
- La partie simulation permet de :
  1. retrouver les mêmes résultats que ceux calculé en cours ou en TD
  2. traiter des problèmes plus complexes pour lesquels seule une résolution numérique est possible

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
3		<b>2h</b>			
4		<b>2h</b>			
5			<b>4h</b>		
6					<b>2h CC</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE3
EPU-M6-CPC - Procédés Céramiques		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Procédés Céramiques

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>6h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaître les différents concepts mis en œuvre lors de l'élaboration de matériaux céramiques.
- Connaître les paramètres clés permettant d'obtenir une céramique répondant aux critères souhaités (taille, forme, densité, microstructure...).

**Contenu de l'ECUE :**

1. Introduction
- Principales propriétés des céramiques
- Exemple d'applications
- Quelques céramiques courantes : kaolin, alumine, zirconium, carbures, nitrures
1. Frittage de poudres céramiques
  - Approche thermodynamique et forces motrices du frittage
  - Théorie du frittage en phase solide : mécanismes élémentaires et lois cinétiques
  - Grossissement granulaire dans les céramiques
  - Le frittage avec phase liquide
1. Préparation des poudres avant frittage
  - Propriétés et caractérisation d'un milieu pulvérulent
  - Broyage des poudres
  - Pâtes et dispersion
1. Procédés de mise en forme de matériaux céramiques
  - Empilement de particules
  - Pressage
  - Mise en forme de pâtes plastique, mise en forme à partir de barbotines
  - Séchage, déliantage
1. Procédés avancés
  - Frittage sous charge (HP, HIP), frittage SPS
  - Frittage micro-ondes
  - Fabrication additive



**Prérequis :**

*Notions de bases en thermodynamique et en chimie du solide*

**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle continu (quelques questions en début de chaque cours)
- Évaluation terminale

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle de cours classique

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours + études de cas

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
4		<b>2h</b>			
5	<b>2h</b>				
6	<b>2h</b>				
7		<b>2h</b>			
8		<b>2h</b>			
9					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	A
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	N
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	N

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 6

UE : MTX-S06-UE3

EPU-M6-CTP - Transformations de phases

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Transformations de phases

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Comprendre les spécificités de la diffusion atomique à l'état solide
- Identifier des différents types de transformations de phases à l'état solide : transformation diffusives/displacives, homogènes/hétérogènes
- Lire un diagramme TTT et prédire les fractions de phases présentes dans l'alliage à l'issue d'un traitement thermique
- Identifier les paramètres qui vont déterminer la finesse de la microstructure finale d'un alliage métallique

**Contenu de l'ECUE :**

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants les clés pour la compréhension de la genèse des microstructures dans les solides cristallisés et en particulier les alliages métalliques. Les différents points ci-dessous sont abordés :

- Variété des microstructures et influence sur les propriétés mécaniques
- Spécificités de la diffusion atomique à l'état solide dans les structures compactes. Impact sur les cinétiques de transformation. Profil de diffusion en relation avec la stabilité des phases.
- Introduction des différents types de transformations de phase : reconstructives/displacives, homogène et hétérogènes.
- Le rôle de la cristallographie des phases, des champs de déformations élastiques/plastiques sur le phénomène de germination et la croissance des nouvelles phases
- Introduction des lois empiriques de cinétique de précipitation et construction des diagrammes de transformation isothermes (diagrammes TTT)
- Construction des diagrammes en refroidissement continu (diagrammes TRC)

A travers les différentes études de cas qui vont illustrer les notions introduites, les techniques de caractérisation et de suivi d'évolution des microstructures seront décrites superficiellement : Microscopie électronique à balayage, diffraction des électrons retrodiffusés, Calorimétrie Différentielle à Balayage, Dilatométrie

**Prérequis :**



juin 2025



Les différentes notions ci-dessous sont considérées comme acquises :

- Description des structures compactes CFC, HCP et CC
- Notions de solutions solides interstitielles/en substitution
- Thermodynamique des mélanges et courbes d'enthalpie libre des solutions
- Lecture des diagrammes d'équilibre binaires

#### Modalités d'évaluation :

Deux épreuves écrites

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

#### Méthodes pédagogiques :

• -

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h	2h			
4	2h				
5		2h			
6					CC 2h commun aux deux groupes
7	2h				
8	2h				
9		2h			
10		2h			
11					CC 2h commun aux deux groupes

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	N
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)



juin 2025



- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE3
EPU-M6-ARH - Rhéologie		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Rhéologie

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>8h</b>	<b>8h</b>	-	-	-	<b>4h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Au terme de cet enseignement, l'étudiant·e aura conscience de l'importance des propriétés rhéologiques pour la formulation, la mise en forme, les applications, le transport ou le stockage de matériaux regroupant fluides complexes et solides mous, dans des domaines d'activités variés (agro-alimentaire, cosmétique, pharmaceutique, construction, génie civil, peintures, adhésifs, pneus, papiers...).

- Comprendre les réponses des fluides non-newtoniens à une sollicitation mécanique, en lien avec leur structure microscopique.
- Connaître les différents tests utilisés pour caractériser les propriétés rhéologiques d'un matériau
- Qualifier et quantifier la réponse du matériau en se référant aux modèles théoriques décrivant les comportements les plus simples.

**Contenu de l'ECUE :**

1. Objet d'étude
- Fluides complexes et solides mous (polymères, suspensions colloïdales, émulsions, gels, microgels, mousses). Exemples naturels (biologie, géologie) et industriels.
- Propriétés rhéologiques importantes pour les étapes de fabrication (formulation), de mise en forme (moulage, injection, extrusion, étirement), de transport (pompage), de stockage (sédimentation, démixtion) et d'application (étalement, pulvérisation, onctuosité, coulures ...) des matériaux.
1. Cadre de la caractérisation rhéologique
  - Cisaillement simple : profil linéaire de vitesse.
  - Définitions : déformation, contrainte, taux de cisaillement.
  - Notions d'élasticité (solide Hookéen) et de viscosité (fluide Newtonien).
1. Viscoélasticité linéaire
  - Test de fluage, test de relaxation, test oscillant.
  - Modèles du fluide de Maxwell et du solide de Kelvin-Voigt,
1. Effets non linéaires
  - Rhéfluidification, rhéoépaississement, contrainte-seuil, thixotropie.
  - Différence des contraintes normales : effet Weissenberg, gonflement à l'extrusion, instabilités.



1. Relation écoulement /structure (exemples des suspensions et polymères). Rhéométrie

**Prérequis :**

- Outils mathématiques : équations différentielles de premier ordre, échelle logarithmique, nombres complexes.
- Notions de base d'hydrodynamique (champ de vitesse, incompressibilité)

**Modalités d'évaluation :**

- Une évaluation écrite à mi-parcours (2h) et une évaluation finale (2h) en présentiel.

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle avec vidéoprojecteur et connexion internet

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours illustrés par des vidéos, des expériences de cours, des références à des problématiques industrielles (extrusion de polymères, bétons-autoplaçants, boues de désenvasement...)
- Travaux dirigés : la résolution des équations est couplée à une approche plus qualitative en ordres de grandeur avec des exemples pratiques, notamment issus d'articles de recherche.

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h	2h			
2	2h	2h			
3					CC1 (2h)
4	2h	2h			
5	2h	2h			
6					CC2 (2h)

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	A
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 6

UE : MTX-S06-UE4

EPU-M6-SEM - Entreprise et Management 2

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Entreprise et Management 2

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>30h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Savoir travailler en équipe en coopérant et en se coordonnant
- Savoir lire et écrire :
- Un compte de résultat
- Une marge
- Un tableau de trésorerie
- Un bilan
  - Réaliser une charte de travail en équipe
  - Présenter son analyse en réalisant un rapport écrit et oral
  - Avoir la capacité à trouver l'information pertinente, à l'évaluer et à l'exploiter
  - Avoir la capacité à entreprendre et à innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise dans des projets entrepreneuriaux
  - Avoir la capacité à se connaître, à s'autoévaluer, à gérer ses compétences (notamment dans une perspective de formation tout au long de la vie), à opérer des choix professionnels

**Contenu de l'ECUE :**

- Gestion financière : l'emprunt, l'escompte, la marge, la trésorerie, la TVA, la sous-traitance, le compte de résultat, les immobilisations, le bilan,
- Utilisation d'outils collaboratifs
- Présenter son travail à l'écrit et à l'oral de manière professionnelle

**Prérequis :**

- Management

**Modalités d'évaluation :**

Jeu d'entreprise : Des évaluations notées lors de ces semestres ont lieu => écrites et orales en CCF (Contrôle en Cours de Formation Digital/Présentiel)



juin 2025



- QCM et exercices numériques : 45% (Individuel)
- Rapport d'activité : 15% (Collectif)
- Charte et indicateurs : 10% (Collectif)
- Jeu : 20% (Collectif)
- Présentation Professionnelle orale 10% (Collectif)

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Cours dispensé dans une salle équipée d'un tableau numérique, ordinateurs

**Méthodes pédagogiques :**

TD avec travail collectif en équipe en interspécialités

1h de cours magistral

Les autres heures étant des heures de travail en équipe

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	1h	2h			
2		2h			
3		2h			
4		2h			
5		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2h			
11		2h			
12		2h			
13		2h			
14		2h30			

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	M
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M



TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE4
EPU-C6-LAN - Anglais 2		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Anglais 2

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, MAIN, MTX, ROB, ST

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
-	<b>30h</b>	-	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

B2 en compréhension écrite et orale

B1 en expression écrite et orale

**Contenu de l'ECUE :**

- Thèmes abordés :

Describing a process.

Describing and analyzing facts and figures.

Advantages and disadvantages of a technology.

Sustainability in engineering

**Prérequis :**

- B1 en compréhension écrite et orale

**Modalités d'évaluation :**

/20 Compréhension orale (type news +/- 5 minutes)

/20 Test écrit portant sur la description de graphiques

/40 Projet Vidéo (Travail en autonomie)

/20 Contrôle continu à l'intérieur des groupes

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles du Département des Langues ; Moodle

Pour ceux qui n'ont pas eu la moyenne au S5, inscription au parcours d'anglais général de Global Exam

**Méthodes pédagogiques :**

- TD en groupes de 18 maximum
- Travail de toutes les compétences
- Apprentissage par projet



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		<b>2h</b>			
2		<b>2h</b>			
3		<b>2h</b>			
4		<b>2h</b>			
5					<b>CC 2h commun à tous les groupes</b>
6		<b>2h</b>			
7		<b>2h</b>			
8		<b>2h</b>			
9		<b>2h</b>			
10		<b>2h</b>			
11		<b>2h</b>			
12		<b>2h</b>			
13		<b>2h</b>			
14		<b>2h</b>			
15		<b>2h</b>			<b>CC 2h commun à tous les groupes</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	A
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3

Semestre 6

UE : MTX-S06-UE4

EPU-M6-CAD - Analyse de données et plan d'expérience

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Analyse de données et plan d'expérience

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>20h</b>	-	<b>10h</b>	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques
- Mettre en place un plan d'expérience

**Contenu de l'ECUE :**

- Les données expérimentales : nature et type des données, précision, exactitude, estimation d'erreurs, distributions des données
- Traitement des données : analyse préliminaire des données, corrélation des séries de données, apprentissage supervisé et non-supervisé, régression linéaire, méthodes de classification, évaluation de la qualité d'un modèle, introduction à des modèles non-linéaires
- Introduction à la méthode des plans d'expérience (facteur, réponse, niveau, modalité, interaction). Plan complet, plan fractionnaire, plan 2n, méthode de Taguchi

**Prérequis :**

- Calculus
- Notions de Probabilité et Statistique

**Modalités d'évaluation :**

- 50% travaux pratiques, 50% examen théorique

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle informatique pour les séances TP
- R, python

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours interactif, enquêtes/ questions en temps réel pour évaluer la bonne compréhension des concepts
- Utilisation de scripts interactifs pour l'exploration et traitement des données afin de permettre aux



étudiants d'apprendre les méthodes par la pratique

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h		2h		
3	2h				
4	2h		2h		
5	2h				
6	2h		2h		
7	2h				
8	2h		2h		
9	2h				
10	2h		2h		
11					CC + compte rendu

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	A
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE4
EPU-M6-DPM - Projet matériaux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Projet matériaux

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>5h</b>	<b>8h</b>	<b>4h</b>	<b>25h</b>	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Découvrir l'étendue du monde des matériaux
- Identifier les grandes familles de matériaux
- Connaître les principales propriétés d'usage recherchée
- Connaître les principaux procédés de mise en œuvre
- Identifier les principaux acteurs sociaux-économiques du domaine des matériaux

**Contenu de l'ECUE :**

Cet enseignement se compose d'une part d'un travail de recherche bibliographique et d'une interview d'un ingénieur/chercheur du domaine sur un sujet applicatif. Une application est proposée avec deux solutions matériaux différentes. Deux binômes doivent, à travers une recherche bibliographique encadrée et l'interview d'un ingénieur/chercheur du domaine, défendre les avantages de la solution matière sur laquelle ils travaillent. Au final, en fin du S6, les deux binômes se confrontent pour défendre de la façon la plus convaincante sa solution matière lors d'un exposé-débat.

Des enseignements au début du semestre permettent de décrire de façon très générale les différentes familles de matériaux, leurs propriétés d'usage et présenter les différents sujets proposés. Un tuteur pédagogique est attribué à chaque sujet.

Au début du S6, pour étayer leur argumentaire, la méthode graphique d'Ashby de sélection des matériaux basée sur l'utilisation du logiciel Granta CES est introduite.

En parallèle, des visites d'usines sont prévues dans différentes entreprises du secteur pour connaître les problématiques industrielles et découvrir les procédés mis en œuvre. Les sociétés Safran, Essilor, Saint-Gobain recherche ou Eramet ont été identifiées comme site potentiels de visite.

**Prérequis :**

Néant

**Modalités d'évaluation :**

Une première évaluation est prévue au S5 à travers une courte vidéo du type « Ma solution Matériaux en 180 s » que devront élaborer chaque binôme à l'issue de l'entretien qu'ils auront fait et des premiers résultats de leurs



recherches bibliographiques sur le sujet.

La seconde évaluation sera sous la forme d'un débat contradictoire (*battle*) entre groupes départagé par un jury constitué d'enseignant et d'élèves d'année 4.

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle avec vidéoprojecteur
- Logiciel Granta CES

#### Méthodes pédagogiques :

Projet

Visite

Débat contradictoire

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h		4h		
3	1h				
15				10 h	Soutenances (1j)

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	N
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	N
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	N
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	N
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	N
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	N
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	N
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes	N



SC5	(clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	N
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériau répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	N
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus  
Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 3	Semestre 6	UE : MTX-S06-UE5
EPU-C6-DEE - Engagement étudiant		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Engagement étudiant

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Engagement étudiant

**Nombre de crédits de l'UE :** 2

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	-	-	<b>30h</b>	<b>60h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- savoir situer son travail et planifier son engagement sur l'année,
- être capable de synthétiser les compétences mises en exergue dans l'engagement afin de pouvoir les mettre en valeur au cours des prochaines années,
- mettre en place et faire vivre une action et son dispositif de reporting

**Contenu de l'ECUE :**

L'UE engagement étudiant consiste à donner de la valeur aux compétences, aux connaissances et aux aptitudes qui découlent de cet engagement.

La valorisation de l'engagement étudiant concerne :

- les élèves-ingénieurs impliqués dans une activité associative (interne et/ou externe à l'école),
- les élèves-ingénieurs exerçant une activité professionnelle,
- les élèves-ingénieurs sportifs ou artistes de haut niveau,
- les élèves-ingénieurs en service civique,
- les élèves-ingénieurs exerçant une activité militaire dans la réserve opérationnelle,
- les élèves-ingénieurs engagés comme sapeur-pompier volontaire,
- les élèves-ingénieurs en volontariat dans les armées.

**Prérequis :**

Aucun

**Modalités d'évaluation :**

L'intégration de l'engagement étudiant au sein même des formations FISE conduit à une validation par l'attribution de 2 ECTS suite à:

- l'évaluation d'une note synthétique résumant l'engagement réalisé remise en fin du semestre 6
- les évaluations des tuteurs associatif et académique

Les élèves-ingénieurs réaliseront l'auto-évaluation des compétences acquises au cours de leur engagement.



### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Ressources mises à disposition par les structures dans lesquelles sont réalisés les engagements.

### Méthodes pédagogiques :

#### Le suivi tutoré

Les élèves-ingénieurs se verront attribuer un tuteur associatif et un tuteur académique permettant à l'établissement d'avoir 2 personnes référentes pour comprendre l'engagement de l'étudiant et les compétences acquises. D'autre part, le suivi tutoré assure à l'élève ingénieur d'être suivi et conseillé tout au long de la préparation et de la réalisation de son engagement. Enfin, ce dispositif a pour rôle d'aider l'élève-ingénieur à concilier sa vie étudiante et associative.

#### La mise en place de demi-journées libérées

Les jeudis après midi sont libérés tout au long de l'année universitaire pour que les élèves-ingénieurs puissent réaliser leur engagement.

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 7

UE : MTX-S07-UE1

EPU-M7-CTS - Techniques spectroscopiques avancées

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Techniques spectroscopiques avancées

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Caractérisation des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 4

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>18h</b>	<b>18h</b>	<b>12h</b>	-	-	<b>12h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Caractériser des matériaux par spectrométrie de masse, résonance magnétique nucléaire (RMN) et spectroscopies de rayons X.
- Instrumentation : variétés et complémentarités des techniques, aspects expérimentaux (préparation de l'échantillon et mise en œuvre, environnement spécifique), coûts associés.
- Utiliser des spectromètres de l'acquisition et interprétation de spectres.
- Déterminer, pour un échantillon donné, la stratégie analytique à adopter en fonction de la nature de l'échantillon et des propriétés visées.

**Contenu de l'ECUE :**

- Spectrométrie de masse : introduction générale ; sources d'ionisation (MALDI, ESI) ; principe de fonctionnement de quelques analyseurs (quadrupôle, temps-de vol) ; spectrométrie de masse en tandem ; applications de la MS à la caractérisation de matériaux : polymères, céramiques, ...
- Spectroscopies de rayons X : éléments de structure atomique et notions sur les rayons X ; interaction des rayons X avec la matière (absorption et fluorescence X, effet photoélectrique et effet Auger) ; spectroscopie des photoélectrons pour la caractérisation des surfaces et des nano-objets (libre parcours moyen électronique, déplacement chimique) ; applications (analyse élémentaire, imagerie chimique, réactivité, magnétisme, ...).
- Spectroscopie RMN : applications en RMN liquide pour l'étude des matériaux ; mesures de relaxation nucléaire (T1, T2) ; utilisation des gradients de champs pulsés (expérience DOSY) ; caractérisation des polymères et des assemblages supramoléculaires par RMN ; Apports de la RMN solide pour la caractérisation matériaux inorganiques.

**Prérequis :**

- Interaction rayonnement-matière (MTX3)
- Spectroscopie RMN (MTX3)

**Modalités d'évaluation :**



juin 2025



- Contrôle continu (3 écrits) : 1 h masse, 1 h spectroscopies X, 1 h RMN
- Travaux pratiques : évaluation du travail en salle et d'un cahier de laboratoire

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles équipées pour les expériences de spectrométrie de masse, de RMN et de spectroscopie des photoélectrons, logiciels dédiés

**Méthodes pédagogiques :**

1. Mise en pratique immédiate des nouvelles notions abordées dans un format cours/TD favorisant l'implication des étudiants
2. Autonomisation des étudiants en salle de travaux pratiques
3. Elaboration d'un cahier de laboratoire personnel

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	1h	1h			
2	1h	1h			
3	1h	1h			
4	1h	1h	4h		
5	1h	1h			
6	1h	1h			
7					CC masse
8	1h	1h			
9	1h	1h			
10	1h	1h			
11	1h	1h	4h		
12	1h	1h			
13	1h	1h			
14					CC spectroscopies X
15	1h	1h			
16	1h	1h			
17	1h	1h			
18	1h	1h	4h		
19	1h	1h			
20	1h	1h			
21					CC RMN

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M



MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE1
EPU-M7-CMD - Microscopies et diffraction		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Microscopies et diffraction

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Caractérisation des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 4

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>4h</b>	<b>4h</b>	-	-	<b>4h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Calculer les facteurs de structures d'une structure cristalline à partir de sa description (éléments de symétrie, positions des atomes).
- Retrouver les conditions d'extinctions spécifiques aux différents modes de Bravais et de façon générale aux éléments de symétrie associés à une opération de translation (miroirs à glissement et axes hélicoïdaux).
- Évaluer l'effet de la forme des cristaux sur la diffraction.
- Choisir le type d'expérience de diffraction en fonction de leur échantillon et du type d'information à obtenir.
- Interpréter les diagrammes de diffraction des rayons X et des clichés de diffraction électroniques sur monocristaux.

**Contenu de l'ECUE :**

La notion de diffraction, déjà décrite pour les rayons X avec la loi de Bragg à la fin du cours de cristallographie, est étendue aux autres rayonnements (électrons et neutrons). La spécificité de chacun des rayonnements est décrite (absorption, pouvoir diffusant). Après avoir défini la diffraction à l'infini comme une transformation de Fourier du pouvoir diffusant de l'objet, la notion de réseau réciproque est introduite. Les conditions de diffraction sont alors revisitées sur cette base avec les conditions de Laue. Le lien est établi entre conditions de Bragg et de Laue en s'appuyant sur la construction d'Ewald. Les notions de facteur de structure et de facteur de forme sont ensuite introduites. Le calcul du facteur de structure est mis en application sur les différents modes de Bravais et éléments de symétrie associés à une translation afin de retrouver les conditions d'extinction. En s'appuyant sur la construction d'Ewald et le facteur de forme spécifique d'un cristal mince transparent aux électrons, la géométrie de la diffraction des électrons obtenue dans un microscope électronique en transmission est décrite et mise en application sur des clichés expérimentaux obtenus sur monocristaux avec indexation des taches de diffraction. La formation des images dans le microscope et les conditions de contraste obtenues (notion de champ clair et champ noir) sont décrites.

A l'issue du cours, les étudiants ont un TP d'une demi-journée sur un microscope électronique en transmission. Une démonstration du fonctionnement de celui-ci est faite pour illustrer la formation des clichés de diffraction et des images. Les étudiants exploitent ensuite par eux-mêmes les clichés de diffraction et images qui ont été



obtenues par l'enseignant.

#### Prérequis :

- Notions de cristallographie
- description des ondes à l'aide d'exponentielles complexes
- transformation de Fourier

#### Modalités d'évaluation :

- 1 contrôle continu

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- microscope électronique en transmission pour le TP

#### Méthodes pédagogiques :

- Usuelles

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3		<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>				
5		<b>2h</b>			
6	<b>4h</b>		<b>4h</b>		
7					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE2
EPU-M7-CSR - Solide réel		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Solide réel

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Métaux et Matériaux inorganiques

**Nombre de crédits de l'UE :** 11

**Spécialités concernées :** MTX

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>M</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures-propriétés.	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus  
Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE2
EPU-M7-CPS - Physique du solide		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Physique du solide

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Métaux et Matériaux inorganiques

**Nombre de crédits de l'UE :** 11

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Estimer la nature, la quantité et les conséquences des défauts ponctuels dans un solide cristallin.
- Déterminer une énergie d'activation pour un comportement de type Arrhenius à partir d'un tracé en échelle semi-log.
- Comprendre les phénomènes de diffusion ionique et leur importance pour les batteries. Acquérir une culture générale sur le solide réel.

**Contenu de l'ECUE :**

- Panorama des différents types de défauts et leurs conséquences sur les propriétés
- Origine thermodynamique des défauts
- Défauts ponctuels, notations de Kröger-Vink
- Équation de formation des défauts
- Non-stoechiométrie dans les solides
- Diagrammes de Brouwer
- Mécanismes de diffusion
- Impact sur la conductivité électronique et ionique, applications (batteries, ...)
- Visite de la collection de minéraux et travail personnel (rendu) sur les défauts dans les minéraux (centres colorés, ...)

**Prérequis :**

- Cristallographie géométrique
- Notions mathématiques : manipulations d'exponentielles et de log
- Thermochimie

**Modalités d'évaluation :**

- Évaluation écrite intermédiaire de 1h30, sans documents
- Évaluation écrite finale de 1h30, sans documents



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles de TD/cours avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours, TD, Travail en atelier, Visite de la collection de Minéraux avec travail personnel.

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>	<b>2h</b>			
1	<b>4h</b>				
2	<b>2h</b>				
2	<b>3h</b>	<b>1h</b>			
3	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
3	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			<b>CC 45 mn</b>
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
5		<b>2h</b>			
5					<b>CC 1h30</b>
6					<b>CC 1h30</b>
6	<b>1h</b>	<b>3h</b>			
7	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
8	<b>1h</b>	<b>3h</b>			
9		<b>2h</b>			
10					<b>CC 1h30</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>M</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures-propriétés.	<b>M</b>

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE2
EPU-M7-COL - Colloïdes		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Colloïdes

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Métaux et Matériaux inorganiques

**Nombre de crédits de l'UE :** 11

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cette UE est de fournir aux étudiants les outils fondamentaux nécessaires à la formulation de milieux dispersés.

- Identifier et évaluer les interactions interparticulaires au sein de dispersions
- Comprendre les mécanismes présents dans de nombreux systèmes industriels
- Proposer des solutions permettant de modifier l'état de dispersion (stabilité, agrégation, ...)

**Contenu de l'ECUE :**

1. Introduction aux milieux dispersés

- Présentation et définition des systèmes dispersés
- Complexité (type de solvant, origine des particules, nature, taille, forme, polydispersité, porosité, réactivité, importance du rapport surface/volume) ; focalisation sur les milieux aqueux.
- Problématique du contrôle de la stabilité et son importance en formulation (domaines concernés, exemples d'applications, historique, rôle du procédé dans les systèmes hors équilibre)
- Propriétés des milieux dispersés (Mouvement Brownien, Effet Tyndal, ...)
- Dispersion – Suspensions : Sédimentation, centrifugation

2. Caractérisation des milieux dispersés

- Techniques d'observation dans l'espace réciproque
- Mesures électrophorétiques
- Couplage microscopie électronique – diffusion du rayonnement

3. Stabilité colloïdale

- Nature des charges de surface
- Notions d'interfaces solide - liquide
- Forces interparticulaires
- Théorie DLVO (Applications et limitations)
- Interactions non DLVO
- Systèmes bio-sourcés et vivants

4. Contrôle de l'état de dispersion



- Aspect cinétique (concentration critique de coagulation, rapport de stabilité, ...)
- Conséquences sur les systèmes métastables

## 5. Contrôle de la stabilité par les additifs

- Retour sur les inconvénients des systèmes « nus »
- Critères recherchés : dispersion, séparation, agrégation contrôlée voire réversible, ...
- Principes généraux présidant aux choix d'un additif
- Additifs Polymères
- Comportement général des polymères vis-à-vis des interfaces : Adsorption, rôle de la masse molaires, épaisseur et structure de la couche (relation conformation en solution/conformation aux interfaces)
- Description qualitative de trois situations : déplétion, adsorption et greffage et leurs conséquences générales sur la stabilité des systèmes
- Optimisation des formulations

### Prérequis :

Physico-chimie des solutions

Équations différentielles).

Physico-chimie des polymères

Rhéologie

### Modalités d'évaluation :

L'évaluation de l'UE est réalisée sur la base de 2 items relatives aux enseignements de cours et TD. La première évaluation écrite (1h00) est faite à mi-parcours et la seconde évaluation (2h00) est programmée à la fin des enseignements.

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salles de cours avec vidéo-projecteur

### Méthodes pédagogiques :

Les cours (10h) et les travaux dirigés (TD 10h) sont réalisés en présentiel, essentiellement au tableau, en s'appuyant sur des transparents (vidéoprojecteur) reprenant principalement les figures pédagogiques, quelques étapes intermédiaires de calcul et les principales conclusions des chapitres. Les cours et les TDs sont dispensés de manière concomitantes.

En plus des applications traitées en présentiel, une liste d'exercices est mise en ligne sur Moodle nécessitant un travail personnel de la part des étudiants.

La copie des transparents est disponible sur Moodle avant le début des cours. En complément, des articles (Techniques de l'ingénieur) sont également disponibles sur Moodle ainsi qu'une liste d'ouvrages de référence.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>				
4		<b>2h</b>			
5					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>
6	<b>2h</b>				



<b>7</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>8</b>		<b>2h</b>			
<b>9</b>		<b>2h</b>			
<b>10</b>					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>M</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>A</b>
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	<b>A</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE2
EPU-M7-CPC - Procédés Céramiques		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Procédés Céramiques

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Métaux et Matériaux inorganiques

**Nombre de crédits de l'UE :** 11

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>12h</b>	<b>12h</b>	-	-	<b>6h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaître les différents concepts mis en œuvre lors de l'élaboration de matériaux céramiques.
- Connaître les paramètres clés permettant d'obtenir une céramique répondant aux critères souhaités (taille, forme, densité, microstructure...).

**Contenu de l'ECUE :**

Cet enseignement est essentiellement basé sur une mise en œuvre expérimentale de notion introduite au S6 et pour laquelle l'exploitation se fait sous forme d'ateliers :

- TP1 : mise en forme et élaboration (8h)
- Atelier 1 : Caractérisation structurale et morphologique (DRX EDX, BET) (4h)

*Objectifs :* Identification des phases, diffraction, variation d'une structure avec dopage et formation de défauts, orientation préférentiel, cinétique de frittage, distribution de taille

- Atelier 2 : Comportement en température (DRX, ATD TG, DSC, dilatométrie, CND) (4h)

*Objectifs :* Transition de phase ; Nature, chaleur spécifique associée, relation variant maillage, contrainte, entropie hystérésis, force motrice ...

- TP2 : Caractérisation mécanique ou physique en fonction de la propriété ciblée (4h)
- Atelier 3 : Analyse des données du TP2 et conclusion générale sur le lien entre formulation, mise en forme, microstructure et propriété finale (4h)

**Prérequis :**

Bases en thermodynamique et en chimie du solide

**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle continu (quelques questions en début de chaque cours)
- Évaluation terminale

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle de TP



juin 2025



- Salle classique aménagé pour le travail collaboratif

### Méthodes pédagogiques :

- Cours + études de cas

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1			<b>8h</b>		
2		<b>4h</b>			
3		<b>4h</b>			
4			<b>4h</b>		
5		<b>4h</b>			<b>Compte rendu</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 7

UE : MTX-S07-UE2

EPU-M7-CPM - Procédés métallurgiques

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Procédés métallurgiques

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Métaux et Matériaux inorganiques

**Nombre de crédits de l'UE :** 11

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	-	-	-	-	<b>5h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Avoir une culture sur les procédés d'élaboration, de transformation et de contrôle des alliages métalliques dans l'industrie, notamment aéronautique.

**Contenu de l'ECUE :**

À travers des exemples tirés des problématiques industrielles, les procédés employés pour élaborer les alliages, les transformer et contrôler leur qualité par des procédés non destructifs seront développées :

- Production des aciers (haut fourneau, fours électriques pour le recyclage, nouvelles voies pour la réduction des minéraux)
- Production de l'aluminium
- Production des autres familles d'alliages (base Ni, base Ti...)
- Procédés de fusion et refusion sous vide (VAM et VAR)
- Gamme de production de pièces haute performances (traitements thermiques, forgeage, matricage...)
- Contrôles qualités : recherche de défauts par des techniques non destructives (CND) :
  - Techniques ultra-sonores
  - Ressuage
  - Radiographie
  - Magnétorésistance

**Prérequis :**

Transformations de phases

**Modalités d'évaluation :**

Contrôles continus

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**



juin 2025



## Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4	2h				
5	2h				
6					<b>CC 2h</b>

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	A
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériau répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE3
EPU-M7-CSP - Synthèse des Polymères		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Synthèse des Polymères

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Polymères

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>18h</b>	<b>20h</b>	<b>8h</b>	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaître les principales méthodes de polymérisation (polycondensations/polyadditions et polymérisations en chaîne) : mécanismes réactionnels et influence sur le contrôle des polymérisations
- Choisir les systèmes (amorceur, catalyseur, monomère(s)) pour obtenir le matériau voulu
- Assurer le suivi une réaction de polymérisation et analyser la structure du polymère final

**Contenu de l'ECUE :**

Cours et Travaux Dirigés :



- Polycondensations et polyadditions

Notations/définitions, exemples de réactions de condensation/addition, masse molaire et degré de polymérisation moyens en nombre, polycondensation de monomères de type AB, de type AA et BB (à la stoechiométrie et hors stoechiométrie), fonctions de distribution et grandeurs moyennes en masse en polyaddition et polycondensation linéaires AB, polycondensations et polyadditions avec réticulation, cinétique des polycondensations et polyadditions. Suivi cinétique d'une réaction de polycondensation et détermination de la structure d'un polycondensat par RMN.



- Polymérisations en chaîne

- La polymérisation radicalaire (monomères polymérisables, principales étapes, cinétique, le transfert de chaîne, détermination du  $DP_n$  (instantané et cumulé) et de la  $M_n$  (instantanée et cumulée) en présence ou non de réactions de transfert)
- La copolymérisation radicalaire (modèle terminal)
- Architectures macromoléculaire, procédés de polymérisation
- La polymérisation en émulsion dans l'eau
- La polymérisation anionique (monomères polymérisables, principales étapes, terminaison et fonctionnalisation, masse molaire et degré de polymérisation moyens en nombre et cinétique)
- Méthodes d'analyses (IR, RMN) pour le suivi cinétique d'une réaction de polymérisation en chaîne
- Méthodes de purification d'un polymère
- Comparaison des différentes techniques de caractérisations d'un polymère (IR, RMN, Maldi-Tof, SEC...)



avantages et inconvénients.

Travaux pratiques :

- Synthèse et caractérisation d'un polyester biosourcé et biodégradable
- Polymérisation radicalaire en émulsion dans l'eau

#### Prérequis :

- Bases de la chimie organique (réactivité des fonctions organiques principales, stéréochimie, aspects structuraux)
- Connaissance des lois de vitesse d'une réaction chimique (ordre de réaction)
- Définitions de base en chimie des polymères (monomère, oligomère, macromolécule, degré de polymérisation)
- Connaissance des principaux polymères synthétiques
- Notions sur les masses molaires moyennes et distributions

#### Modalités d'évaluation :

- Contrôle continu

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Plateforme polymères (TP)

#### Méthodes pédagogiques :

- Supports sur Moodle

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h	2h			
4	2h	2h			
5	1h				CC1 1h
6	2h	2h			
7	2h	4h			
8	2h	4h			
9		4h			
10		2h	8h		
11					CC2 2h

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M



**MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux**

MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>
------------	---	----------

**MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux**

MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 7

UE : MTX-S07-UE3

EPU-M7-CPP - Physicochimie des polymères

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Physicochimie des polymères

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Polymères

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>16h</b>	<b>12h</b>	<b>8h</b>	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est de donner aux étudiants les outils fondamentaux nécessaires à la compréhension des relations structure/propriétés des matériaux et des formulations polymères afin d'intégrer et d'utiliser les grands concepts de réflexion/innovation de futurs ingénieurs en matériaux polymères.

- Se représenter la conformation de la chaîne macromoléculaire dans tous ses états (solution, fondu, cristallin),
- Relier la structure covalente du polymère à sa morphologie pour mieux appréhender son comportement mécanique à l'état solide,
- Utiliser le comportement et les propriétés des polymères en solution pour une formulation donnée,
- Proposer des méthodes adaptées à la caractérisation des polymères en solution (Viscosimétrie, Chromatographie, Electrophorèse, RMN, DSC) et maîtriser certaines d'entre elles.

**Contenu de l'ECUE :**

1. Structure covalente des polymères

- Nature et dimensionnalité des systèmes macromoléculaires
- Régiorégularité
- Stéréorégularité
- Analyse configurationnelle des polymères

- Séquences configurationnelles

- Etude statistique du processus de croissance des chaînes

- Analyse RMN

2. Conformation des chaînes macromoléculaires

- Conformations irrégulières

- La chaîne idéale

- Interactions à longue distance

- Lois d'échelle

- Régimes de concentration



- Conformations régulières
  - Enchaînements symétriques
  - Enchaînements polyvinyliques  $\square$ -substitués.
3. Thermodynamique des solutions macromoléculaires
- Introduction
  - Grandeur thermodynamiques
  - Solutions simples
  - Solutions macromoléculaires concentrées (Théorie de Flory – Huggins)
  - Solutions macromoléculaires diluées

4. Méthodes de caractérisation en solution

- Méthodes colligatives
- Dosage des extrémités de chaînes
- Viscosimétrie capillaire
- Chromatographie d'exclusion stérique

Thèmes abordés

- Structure covalente des polymères

Nature et dimensionnalité des chaînes macromoléculaires, régiorégularité, stéréorégularité, analyse configurationnelle des polymères.

- Conformation des chaînes macromoléculaires

Conformations irrégulières, chaîne idéale, interactions à longue distance, régimes de concentration, conformations régulières.

- Thermodynamique des solutions macromoléculaires

Grandeur thermodynamiques, solutions simples, solutions macromoléculaires concentrées (Théorie de Flory–Huggins), les solutions macromoléculaires diluées.

- Méthodes de caractérisation des polymères en solution

Méthodes colligatives, viscosimétrie, chromatographie d'Exclusion Stérique et diffusion de la lumière.

**Prérequis :**

- physico-chimie des solutions (MTX3)
- outils mathématiques de base.
- synthèse macromoléculaire (MTX3) : mode de polymérisation, discuter des paramètres caractéristiques des chaînes (masses molaires moyennes, dispersité, tacticité)
- rhéologie (MTX3)

**Modalités d'évaluation :**

L'évaluation de l'UE est réalisée sur la base de 3 items : 2 évaluations relatives aux enseignements de cours et TD + une évaluation des travaux pratiques. La première évaluation écrite (1h00) est faite à mi-parcours et la seconde évaluation (1h30) est programmée à la fin des enseignements de l'UE.

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles de cours avec vidéo-projecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Les cours (8x2h y compris les 2 évaluations) sont réalisés en présentiel, essentiellement au tableau, en s'appuyant sur des transparents (vidéoprojecteur) reprenant principalement les figures pédagogiques, quelques



étapes intermédiaires de calcul et les principales conclusions des chapitres. La copie des transparents est disponible sur Moodle avant le début des cours.

Les travaux dirigés se font en demi groupes (6x2h par groupe). Les TD sont faits sur la base d'exercices standard (à préparer à l'avance) avec restitution au tableau par les étudiants (pour certains exercices seulement). Après les exercices de base dédiés à chaque thème du cours, les TD se construisent progressivement pour aller vers des problèmes plus étoffés faisant intervenir l'ensemble des notions acquises.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
3	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
5					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>
6	<b>2h</b>				
7	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
8	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
9	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
10					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE3
EPU-M7-CMP - Propriétés mécaniques des polymères		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Propriétés mécaniques des polymères

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Polymères

**Nombre de crédits de l'UE :** 8

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>16h</b>	<b>4h</b>	<b>4h</b>	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Analyser les réponses mécaniques des matériaux polymères à l'état solide, en lien avec leur formulation et leur mise en œuvre.
- Comprendre les fondamentaux des relations structure – dynamique – propriétés mécaniques des polymères à l'état solide, afin d'être force de proposition dans une démarche d'optimisation des matériaux.

**Contenu de l'ECUE :**

Plan du cours.

1. Matériaux polymères à l'état solide

- Grandes familles de polymères industriels, besoins et cycle de vie.
- De la chaîne de polymère à l'arrangement inter-chaîne : microstructure et cristallinité
- Impact de la masse molaire - notion d'enchevêtrements
- Diagrammes Module vs. Température : états, relaxations et transitions

2. Notion de Transition vitreuse,  $T_g$  (ou relaxation  $\square$ )

- Manifestations expérimentales de la  $T_g$  et techniques de caractérisation
- Une théorie de la transition vitreuse : le volume libre dynamique
- Sensibilité de la  $T_g$  aux caractéristiques des chaînes de polymère : monomère, architecture,  $Mn$
- Études de cas :

a. Mélanges de polymères et copolymères ; b. Impact des plastifiants

3. Comportements mécaniques idéaux – méthodes expérimentales

- Rappels de notions de mécanique des matériaux : constantes élastiques et modes de sollicitation
- Identifier les comportements élastique, élasto-plastique, visco-élastique et endommageable
- Éléments de mécanique de la rupture
- Aspects expérimentaux
- Études de cas : stratégies de renforcement des matériaux industriels. Voies d'optimisations du module élastique : polymères vitreux / élastomères ; b. Optimisation des propriétés à rupture du PMMA : cas du PMMA choc



#### 4. Viscoélasticité linéaire dans le domaine de $T_g$ – équivalence temps-Température

- Définition et domaine visco-élastique linéaire
- Réponses à des essais conventionnels en statique : relaxation des contraintes et fluage
- Réponse viscoélastique avec analyse dynamique mécanique (DMA)
- Équivalence temps-température dans le domaine de  $T_g$  : loi Williams Landel Ferry
- Études de cas (TD) :

a. Application du principe de superposition de Boltzmann ; b. construction d'une courbe maîtresse ; c. utiliser une courbe maîtresse

#### 5. Élasticité caoutchoutique – réseaux de polymères à $T \gg T_g$

- Le comportement mécanique de l'état caoutchoutique
- L'origine du caoutchouc naturel : de l'hévéa à la vulcanisation
- Manifestations expérimentales de l'élasticité caoutchoutique
- Cas général : énergétique de déformation d'un corps élastique
- Modèle de Flory : approche statistique de l'élasticité caoutchoutique
- Études de cas :

a. Contrôle macromoléculaire du réseau : vers les Réseaux modèles (Polyuréthane) ; b. Formulation pneumatique : copolymères styrène-butadiène (SBR) chargé au noir de carbone : effet Mullins (TP dédié) ; c. Elastomères thermoplastiques ; d. Elastomères auto-cicatrisants – assemblages supramoléculaires

#### 6. Plasticité dans les polymères vitreux (thermoplastiques)

- Manifestations expérimentales et micro-mécanismes
- Striction : courbes conventionnelles / courbes rationnelles (grandeur vraies)
- Seuil de plasticité dans les polymères et impact de la température / vitesse de déformation / pression hydrostatique
- Modèle de Ree-Eyring : identifier une énergie d'activation et un volume d'activation
- Etudes de cas (TD) :

a. plasticité dans un PMMA atactique : micro-mécanismes

#### Travaux Pratiques

- Comportement en traction jusqu'à rupture de polymères industriels de commodité (PEbd, PEhd), de spécialité (PC, PMMA, Polyamide). Utilisation d'un extensomètre vidéo.
- Comportement d'élastomères chargés et non chargé spécialement formulés par la société Michelin : réponse mécanique et gonflement.

#### Prérequis :

L'UE s'appuie sur les notions suivantes :

Cours de Thermodynamique et de Mécanique des Milieux Continus de MTX3 :

- Thermodynamique d'une déformation élastique
- Instrumentation en mécanique (mesure force et déplacement), notions de raideurs et complaisances (systèmes séries et en parallèle),

Cours de Rhéologie des Polymères en MTX3 :

- Viscoélasticité des fluides : modèles de Maxwell et Kelvin-Voigt

Cours de Physico-Chimie des Polymères en MTX4 :

- Conformation d'une chaîne macromoléculaire et statistique Gaussienne

#### Modalités d'évaluation :

L'évaluation de l'UE est réalisée sur la base d'un très court contrôle des connaissances (15 minutes) et de sa



correction à l'issue de chaque séance afin d'identifier les points importants et que les étudiants prennent confiance dans leurs acquis. Un examen final (2h) qui traite de connaissances du cours, de savoir-faire calculatoires (type exercices de TD) et d'interprétation d'un problème tiré de résultats de la littérature.

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Vidéoprojecteur en salle

#### Méthodes pédagogiques :

L'idée est de transmettre aux élèves une démarche d'amélioration continue, de ne pas voir dans l'erreur ou la défaillance uniquement un échec, mais bien une opportunité d'apprendre et de progresser. Cette démarche permet en outre d'encourager la prise de risque pour favoriser l'innovation et d'identifier rapidement les aspects qui nécessitent d'être améliorés.

Concrètement, le contrôle continu à la fin de chaque séance de cours permet de renforcer cette compétence. Cela prend la forme d'un QCM ou de questions très courtes et a priori simples, en lien direct avec les notions qui viennent d'être présentées. Les étudiants prennent 10 minutes pour répondre aux questions, restituent un écrit et une correction est faite à l'oral. Ceci permet : 1/ de faire cours avec auditoire concentré ; 2/ d'insister sur les notions essentielles à maîtriser (compétences) ; 3/ après avoir corrigé les copies, éventuellement, de revenir sur une notion qui est mal « passée ».

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h + 2h</b>				<b>2CC</b>
2	<b>2h + 2h</b>	<b>2h</b>			<b>2CC</b>
3	<b>2h + 2h</b>				<b>2CC</b>
4	<b>2h + 2h</b>	<b>2h</b>			<b>2CC</b>
5			<b>4h</b>		
7					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	N
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		



MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	N
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	N
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE4
EPU-M7-SMP - Management et Projet 1		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Management et Projet 1

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 7

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>20h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de mobiliser et mettre en pratique les méthodes, techniques et outils de gestion de projet adaptés au contexte de son intervention.

**Contenu de l'ECUE :**

- Le projet : définition, typologie, objectifs, enjeux, cycle de vie, périmètre, jalons, livrables, contraintes, ressources
- Identifier et analyser le besoin
- Réaliser l'analyse fonctionnelle
- Concevoir le cahier des charges
- Formaliser le cadre du projet
- Identifier les acteurs, leurs rôles, responsabilités et enjeux (équipe projet, parties prenantes du projet)
- Choisir la méthode de gestion de projet (prédictive, agile ou hybride)
- Définir les modalités de pilotage du projet, sélectionner les indicateurs de suivi et élaborer la maquette d'un tableau de bord
- Définir les modalités de collaboration, de partage de l'information et de communication
- Planifier le projet
- Identifier les tâches, estimer leur durée et les répartir
- Planifier et ordonner les tâches
- Estimer les coûts et concevoir le budget prévisionnel
- Identifier et analyser les risques et établir un plan d'action
- Etablir le plan de communication du projet
- Piloter le projet
- Coordonner les activités de l'équipe projet
- Analyser le fonctionnement de l'équipe projet et mettre en place les améliorations nécessaires
- Gérer les risques
- Mettre à jour le planning, le budget et le tableau de bord de pilotage, analyser les écarts et mettre en œuvre des mesures correctives



- Rendre compte de l'avancement du projet
- Clôturer le projet
- Evaluer les résultats du projet
- Etablir un bilan de projet et réaliser un retour d'expérience

#### Prérequis :

- Utilisation des fonctions de base d'un tableur (tri, filtre, formules conditionnelles, graphiques...)

#### Modalités d'évaluation :

- Evaluations sommatives des productions et de leur présentation à l'oral dans le cadre de revues de projet :
- Livrables projet
- Exposés
- Evaluations formatives tout au long du module : auto-évaluations et évaluations par les pairs à l'aide de grilles d'évaluation

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

salle équipée d'un vidéoprojecteur, ordinateurs portables

#### Méthodes pédagogiques :

Alternance CM/TD permettant de valider la compréhension des éléments théoriques mis à disposition et de réaliser des travaux de groupe. Mise en application des techniques et outils de gestion de projet dans le cadre des projets industriels. Séances de cours ou de TD dédiées au tutorat des groupes pour la réalisation des outils, à la mise en commun des productions et à l'analyse réflexive pour les améliorer.

#### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3		<b>2h</b>			
4		<b>2h</b>			
5		<b>2h</b>			
6		<b>2h</b>			
7		<b>2h</b>			
8	<b>2h</b>				
9					<b>2h</b>
10	<b>2h</b>				
11		<b>2h</b>			
12	<b>2h</b>				
13		<b>2h</b>			
14					<b>2h</b>
15					<b>2h</b>

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu



**TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet**

TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A

**TRANS2-C2 - Communiquer**

TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A

**TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe**

TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A

**TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement**

TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A

**TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel**

TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	A
---------------	---	---

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE4
EPU-C7-LAN - Anglais 3		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Anglais 3

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 7

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>30h</b>	-	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- B2 en Compréhension orale et écrite
- B2 en expression orale

**Contenu de l'ECUE :**

- Projet Dragon's Den : Faire un business plan pour une start-up
- Compréhension orale
- Business English vocabulary

**Prérequis :**

- B1 dans toutes les compétences

**Modalités d'évaluation :**

- Présentation orale en groupe (40 %)
- Expression écrite (20%)
- Toeic blanc (40%)

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles du département des Langues ; Moodle ; Pour les plus faibles inscriptions aux exercices Toeic de Global exam

**Méthodes pédagogiques :**

- Apprentissage par projet

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>		<b>2h</b>			
<b>2</b>		<b>2h</b>			



<b>3</b>		<b>2h</b>			
<b>4</b>		<b>2h</b>			
<b>6</b>		<b>2h</b>			
<b>7</b>		<b>2h</b>			
<b>8</b>		<b>2h</b>			<b>Présentations orales</b>
<b>9</b>		<b>2h</b>			<b>Présentations orales</b>
<b>10</b>		<b>2h</b>			<b>Test écrits</b>
<b>11</b>		<b>2h</b>			
<b>12</b>		<b>2h</b>			
<b>13</b>		<b>2h</b>			
<b>14</b>		<b>2h</b>			
<b>15</b>		<b>2h</b>			<b>CC 2h commun à tous les groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	<b>M</b>
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus  
Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 7

UE : MTX-S07-UE4

EPU-M7-DEM - Séminaires Entreprises et Métiers

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Séminaires Entreprises et Métiers

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 7

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>14h</b>	-	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

De manière générale, cette activité vise à assister les élèves dans la construction de leur projet professionnel :

- Connaitre les entreprises et les acteurs économiques du monde des matériaux
- Appréhender les contraintes économiques, environnementales et réglementaires du secteur
- Identifier les métiers et parcours professionnels possibles pour un ingénieur matériaux
- Construire son réseau par des échanges avec des professionnels

**Contenu de l'ECUE :**

Cette activité est construite sur un témoignage d'alumni qui présente leur parcours professionnel depuis leur diplomation suivi d'une discussion libre avec les étudiants.

Ainsi, diverses descriptions d'entreprises et de métiers associés au secteur des matériaux sont présentés. C'est l'occasion pour les étudiants de se confronter à la réalité du métier d'ingénieur avec ses contraintes et opportunités et de construire simultanément leur projet et leur réseau professionnels.

**Prérequis :**

Néant

**Modalités d'évaluation :**

Présence

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Amphithéâtre avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Autonomie des étudiants dans la discussion avec les alumni

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>2h</b>		<b>4h</b>		
<b>2</b>	<b>2h</b>				



<b>3</b>	<b>2h</b>				
<b>4</b>	<b>2h</b>				
<b>5</b>	<b>2h</b>				
<b>6</b>	<b>2h</b>				
<b>7</b>	<b>2h</b>				

<b>Compétences mobilisées du référentiel de compétences</b>		
<b>Code</b>	<b>Compétences</b>	<b>Niveau attendu</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	A
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	A
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 7	UE : MTX-S07-UE4
EPU-M7-DPR - Projet industriel		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Projet industriel

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 7

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>6h</b>	<b>4h</b>	-	<b>25h</b>	-	<b>15h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Ces projets visent à apprendre à :

1. Travailler efficacement en équipe imposée en utilisant les outils de gestion de projet :
  - Organiser une l'équipe projet formalisée avec pôles et responsabilités clairement définis
  - Planifier un projet avec un découpage des différentes phases du projet conforme aux contraintes
  - Analyser des risques et contraintes repérés
  - Suivre l'atteinte des objectifs, comptes-rendus d'activité précis mis à disposition de l'équipe projet
  - Gérer les conflits
1. Dialoguer avec un client industriel en respectant les codes et les normes du monde industriel :
  - Gérer la confidentialité
  - Identifier et rédiger les besoins dès le départ de façon exhaustive
  - Livrables (Solution client et notice technique) délivrés en temps et en heure (professionnalisme)
1. Progresser dans leur rôle de scientifique spécialiste matériaux :
  - Rechercher des informations scientifiques (publications, brevets, thèses)
  - Mettre au point un protocole expérimental (Analyse des risques de sécurité et de planification)
  - Interpréter ses résultats expérimentaux et veiller à évaluer l'incertitude de ces résultats (réfléchir aux différentes sources d'incertitudes : reproductibilité, sensibilité de l'équipement, ...)
  - Présenter et défendre son projet à l'oral devant un public non spécialiste (soutenance)
  - Présenter rigoureusement les résultats de ses recherches scientifiques bibliographiques et expérimentales à l'écrit (rapport, note technique)
1. Développer une posture motrice et pro-active, autonome, créatrice et force de proposition, responsable et professionnelle

**Contenu de l'ECUE :**

Les projets s'organisent en trois phases : une première phase d'initiation (confidentialité, expression des besoins, planifications) ; une deuxième phase de recherche de solutions techniques (recherche bibliographique) ; et une dernière phase de production expérimentale dans un ou plusieurs laboratoires SU (ou à l'industrie) d'une ou des solutions proposées (préparation de protocoles, réalisation et analyse critique des résultats).



Ces différentes phases sont jalonnées de :

- quelques ateliers en grand groupe (démarrage-2h, recherche bibliographique-2h, gestion de projet-10h, gestions de conflits-3h),
- réunions hebdomadaires ou bimensuelles avec le tuteur Matériaux
- 2 réunions, à minima, avec le client Industriel
- travail de recherche en autonomie (seul en groupe de projet, ou accompagné en salle de laboratoire pour des raisons de sécurité), à raison de en moyenne 4h/semaine

Les projets comprennent une quinzaine de livrables pour aider à structurer le travail des groupes. Parmi ces livrables, 4 seront communiqués à l'industriel (l'expression des besoins, le rapport des solutions techniques proposées, la notice technique et la soutenance orale)

#### Prérequis :

Les fondamentaux techniques de chimie et physique des matériaux pour comprendre le sujet et la littérature.

#### Modalités d'évaluation :

Les tuteurs.rices Matériaux avec la professeure de gestion de projet évalueront le travail des élèves sur base de la grille de compétences.

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- 1 salle 4h/semaine pour le travail en autonomie
- 1 plateforme technique matériaux disponible pour les productions/caractérisations
- 2 salles informatique pour l'atelier de recherche bibliographique
- 1 grande salle classique pour les autres ateliers collectifs

#### Méthodes pédagogiques :

Apprentissage par projets en autonomie guidé par des tuteur.rices matériaux, et l'aide d'outils de gestion de projets enseigné par l'enseignante de gestion de projet (M7-SMP)

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h-kickoff</b>				
2	<b>2h-biblio</b>			<b>2h</b>	
3	<b>2h-gestion*</b>			<b>4h</b>	
4				<b>4h</b>	
5	<b>2h-gestion*</b>			<b>4h</b>	
6		<b>4h-conflits</b>			
7	<b>2h-gestion*</b>			<b>6h</b>	
9				<b>4h</b>	
10	<b>2h-gestion*</b>			<b>4h</b>	
11				<b>4h</b>	
12				<b>4h</b>	
13	<b>2h-gestion*</b>			<b>6h</b>	
14				<b>Semestre S8 : 8h/semaine</b>	<b>Semestre S8 : 8h-revue Projet</b>

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences



Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	<b>M</b>
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	<b>M</b>
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	<b>M</b>
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	<b>M</b>
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	<b>N</b>
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	<b>M</b>
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	<b>M</b>
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	<b>N</b>
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	<b>N</b>
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	<b>A</b>
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	<b>M</b>
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	<b>M</b>
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	<b>N</b>



MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	N
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC2	Selectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	A
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	A
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	A
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	M
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	N
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	M
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 7

UE : MTX-S07-UE4

EPU-C7-DDE - Stage "découverte de l'entreprise" Année 3

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Stage "découverte de l'entreprise"  
 Année 3

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 7

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- L'élève a une connaissance du milieu professionnel
- L'élève développe de nouvelles compétences professionnelles
- L'élève a une expérience de terrain

**Contenu de l'ECUE :**

- Le stage d'année 3 (4 semaines minimum) a pour vocation de découvrir l'entreprise. Le travail quotidien du stagiaire est laissé au choix de l'entreprise, celui-ci peut occuper différents postes d'opérateurs ou éventuellement travailler sur un sujet donné par l'entreprise.

**Prérequis :**

- Aucun

**Modalités d'évaluation :**

Le travail de restitution est la rédaction d'un rapport dont le développement attendu porte sur la vie et l'activité de l'entreprise.

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	A
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	N
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	N
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	A
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	A



**TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement**

TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A

**TRANS2-C2 - Communiquer**

TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A

**TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe**

TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A

**TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet**

TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE1
EPU-M8-CPI - Polymères industriels		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Polymères industriels

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et propriétés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>7h</b>	<b>7h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Panorama de l'**industrie chimique** de la matière polymère et de l'**industrie plasturgique** (mise en œuvre).
- Connaître la composition d'un matériau polymère et des différentes familles d'**additifs**.
- Réflexion sur la mise au point d'une **matière plastique**.
- Réflexion sur le **cycle de vie d'un matériau polymère** et sur les **problématiques actuelles environnementales** liées aux plastiques.
- Réflexion sur les problématiques de **bio-sourçage**.

Cet enseignement vise à acquérir une culture générale liée à la conception, la synthèse, la mise en œuvre et la fin de vie d'une matière plastique. Cet enseignement aborde à la fois les avantages indéniables des plastiques mais aussi les problèmes environnementaux liés à leur utilisation.

**Contenu de l'ECUE :**

1. **Introduction :**

a.

i. Définitions

*Rappels sur les polymères : monomère, macromolécules, polymères, matériau polymère, familles de polymères et propriétés thermiques et mécaniques en très succinct.*

- 

- 

- Historique

*Historique sur les polymères industriels.*

- 

- 

- Les matières plastiques : données économiques

*Les différents polymères de commodité et leurs domaines d'application principaux, différence entre polymères de commodité-techniques et de spécialité, quantité produites dans le monde et en Europe, chiffre d'affaire, industrie chimique et industrie plasturgique*

- 



- - Choix des matériaux – adjuvants

*Comment choisit on une matière plastique pour une application, les différents types d'additifs, contraintes réglementaires et environnementales.*

- - - Caractérisation des propriétés

### 1. Exemples de grands polymères industriels (*1 choix est effectué chaque année parmi les polymères suivants, tous les exemples ne sont pas traités*)

*Chaque partie suit un plan assez identique (sauf la dernière) : monomère, mode de synthèse, schémas de synthèse, propriétés et différentes applications...*

- - - Polystyrène (PS)

*Crystal, choc et expansé.*

- - - Polyéthylène (PE) et Polypropylène (PP)

*PE haute et basse densité.*

- - - Polychlorure de vinyle (PVC)
    - Polyéthylène téréphthalate (PET)
    - Polyamides
    - Procédés de mise en forme

*Extrusion, Co-extrusion multi-couches, moulage par injection, injection soufflage, extrusion soufflage, moulage, "flat Film Process", enduction.*

### 1. Problématiques actuelles

*Notions de développement durable*

- - - Gestion des déchets plastiques

*Réutilisation, recyclage, valorisation énergétique et enfouissement.*

- - - Biosourçage

*Polymères naturels, polymères artificiels, nouveaux monomères et polymères biosourcés, polymères pétrochimiques obtenus par voie biosourcée.*

- - - Nouveaux modes de mise en œuvre : impression 3D

*Différents modes d'impression 3D. Exemples d'utilisation de pièces imprimées en 3D dans l'industrie aéronautique.*

 Environ 50% de l'UE concerne des notions relatives au DDRS

### Prérequis :



juin 2025



- Notions de chimie macromoléculaires, en particulier les différentes voies de polymérisation (anionique, radicalaire, polycondensation).
- Notions de pétrochimie pour comprendre l'origine des monomères
- Propriétés thermiques ( $T_g$ ,  $T_f$ ...) et mécaniques (module de Young, traction, comportement plastique et élastique...), matériaux semi-cristallin ou amorphe.

### Modalités d'évaluation :

Examen final écrit sans documents.

3 parties d'importances égales

- Évaluation de l'acquisition des connaissances générales
- 1 exercice de type TD
- 1 question de réflexion sur une problématique environnementale

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle de TD/cours équipée d'un video-projecteur

### Méthodes pédagogiques :

- Cours magistraux participatifs qui essayent de favoriser au maximum les échanges avec les étudiants sur leurs connaissances préalables de l'industrie des matières plastiques et sur leur perceptions des matières plastiques (pourquoi un tel succès et quels sont les problèmes liés aux plastiques auxquels notre société doit faire face).
- Utilisation en début de séance de quiz Wooclap afin de vérifier les acquis de la séance précédente.
- Alternance cours -exercice (1h-1h) de TD afin de favoriser au maximum l'implication des étudiants.
- Exercices de TD essayant de s'appuyer au maximum sur des problématiques industrielles concrètes. La majorité des exercices concernent des problématiques de biosourçage (PEF, Rilsan...) et des notions basiques de cycle de vie.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	1h	1h			
3	1h	1h			
4	1h	1h			
5	1h	1h			
6	1h	1h			
7	2h				<b>Exam 1h30 (2h si 1/3 temps)</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		



MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	N
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	A
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE1
EPU-M8-CBB - Biominéraux et biomatériaux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Biomínéraux et biomatériaux

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et propriétés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>13h</b>	<b>1h</b>	-	-	-	<b>2h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Acquérir une culture générale dans le domaine des biomatériaux, et en particulier la place de la chimie dans leur développement
- Connaître leurs grands domaines d'application (état de l'art et enjeux)
- Analyser et porter un regard critique sur des documents techniques ou scientifiques dans ce domaine

**Contenu de l'ECUE :**

- 1.Rappels de biochimie
- 2.Chimie des matériaux du vivant (en particulier tissus durs)
- 3.Chimie et propriétés des biomatériaux
- 4.Les matériaux pour la réparation osseuse
- 5.Les matériaux pour la réparation dentaire
- 6.Les matériaux pour la réparation cardio-vasculaire
- 7.Les matériaux pour améliorer/rétablissement la vision

**Prérequis :**

- Chimie des matériaux métalliques, polymères et inorganiques
- Méthodes de caractérisation des matériaux
- Bases de biochimie (court rappel en début de cours)

**Modalités d'évaluation :**

- 1 examen final écrit de 2 h d'analyse d'article scientifique ou de documents techniques

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours sous forme de présentations powerpoint incluant liens web pour approfondir certains points (non



- obligatoire)
- Une séance d'analyse de documents à mi-parcours pour faire le point sur les connaissances et les appliquer à un article ou un document technique

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4	2h				
5	1h	1 h			
6	2h				
7	2h				
9					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 8

UE : MTX-S08-UE1

EPU-M8-CPH - Propriétés physiques (Électriques et magnétiques)

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Propriétés physiques (Électriques et magnétiques)

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et propriétés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	<b>8h</b>	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Connaître les propriétés physiques les plus répandues et les mettre en relation avec les formules chimiques et la structure cristalline des composés étudiés.

**Contenu de l'ECUE :**

Dans cette UE sont introduites les différentes notions permettant d'appréhender les propriétés physiques de composés inorganiques et de les mettre en lien avec la composition chimique et la structure cristallographique de ces composés :

- Semi-conducteurs, métaux, isolants, structure de bandes, notion de gap direct/indirect, semi-conducteurs : dopages n et p, jonction p-n, applications (photovoltaïque et diode)
- Propriétés magnétiques : diamagnétiques, ferromagnétiques, antiferromagnétiques, susceptibilité magnétique, loi de Curie-Weiss, structures magnétiques
- Si le temps le permet : Propriétés diélectriques : ferroélectriques, piézoélectriques, effet de la symétrie, principe de Curie

**Prérequis :**

- Cristallographie
- Atomistique, configuration électronique
- Modèle des électrons libres

**Modalités d'évaluation :**

- Un test intermédiaire de 1h00 écrit, sans documents
- Un contrôle final de 1h30, écrit, sans documents

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles de TD/cours avec vidéoprojecteur



juin 2025



**Méthodes pédagogiques :**

- Cours, TD, Travail personnel : tracé et étude d'une courbe de magnétométrie Squid à partir des données ascii : comparaison des données expérimentales avec un modèle théorique et détermination des valeurs physiques associées.

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>2h</b>				
<b>2</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>3</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>4</b>					<b>CC 1h00</b>
<b>5</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>6</b>	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
<b>7</b>		<b>2h</b>			
<b>8</b>					<b>CC 1h30</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>M</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures-propriétés.	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>

*Codification des niveaux attendus :*

- N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 8

UE : MTX-S08-UE1

EPU-M8-AMM - Propriétés mécaniques des métaux

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Propriétés mécaniques des métaux

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et propriétés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>12h</b>	<b>14h</b>	<b>8h</b>	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Relier la microstructure et les propriétés mécaniques pour les alliages métalliques

**Contenu de l'ECUE :**

L'objectif de cet enseignement est de jeter les bases sur la relation microstructure – propriétés mécaniques dans les solides cristallins. Les propriétés mécaniques sont abordées ici dans le cas simple de l'essai de traction. Les mécanismes élémentaires de déformation plastique sont ici réduits au glissement des dislocations.

- Conversion de la contrainte de tension en cisaillement par le facteur de Schmid
- Conditions sur le glissement des dislocation (lien avec la cristallographie)
- Propriétés élastiques des dislocations et interaction avec les autres défauts cristallins (dislocations, solutés, joints de grain)
- Effet de la dissociation des dislocations dans le cas des métaux de structure CFC
- Interaction des dislocations avec les précipités, mécanismes de franchissement (cisaillement/contournement)

Le cours s'achève par l'illustration de l'évolution des propriétés mécaniques d'un alliage d'aluminium-cuivre au cours de son vieillissement, d'un acier en fonction des traitements thermiques qu'il a subi.

**Prérequis :**

Élasticité, cristallographie, transformations de phases dans les métaux

**Modalités d'évaluation :**

2 contrôles continus

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salle avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

usuelles



juin 2025



### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3		<b>2h</b>			
4	<b>2h</b>				
5		<b>2h</b>			
6					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>
7	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
8	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
9	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
10		<b>2h</b>			
11		<b>2h</b>	<b>4h</b>		
12			<b>4h</b>		
13					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	A
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	A
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE2
EPU-M8-CFI - Films, nanomatériaux et matériaux poreux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Films, nanomatériaux et matériaux poreux

**Coefficient de l'ECUE :** 4

**Unité d'enseignement (UE) :** Surfaces et procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	10h	8h	-	-	6h

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Présenter les différents procédés de mise en forme de films (CVD, PVD, ALD, électrochimie, sol-gel, ...)
- Connaitre les paramètres procédés clés pour contrôler la composition chimique, l'épaisseur, la taille des particules, la porosité, ...
- Savoir proposer un procédé pour atteindre les propriétés d'une application visée
- Faire le lien entre la structure, la microstructure et les propriétés

**Contenu de l'ECUE :**

1. Introduction
2. Films minces élaborés par Pulvérisation Cathodique
  - a. Les concepts
  - b. Les paramètres procédés
  - c. Le dépôt d'alliage
  - d. Application dans le domaine des micro-supercondensateurs
3. Films minces élaborés par Dépôt Chimique en phase vapeur (CVD)
  - a. Les concepts
  - b. Les paramètres procédés
  - c. Application pour la fabrication du TiO<sub>2</sub>
4. Films ultra-minces élaborés par ALD (Atomic Layer Deposition)
  - a. Les concepts
  - b. Les paramètres procédés
  - c. Application dans les cellules solaires CIGS
5. Films élaborés par les procédés électrochimiques
  - a. Les concepts
  - b. Les paramètres procédés
  - c. Un exemple d'application : le polypyrrole
  - d. Application dans le domaine de l'automobile



**Prérequis :**

Bases en thermodynamique et en chimie du solide

Caractérisation des matériaux: diffraction des rayons X, microscopie électronique à transmission et à balayage.

**Modalités d'évaluation :**

- Contrôle continu (quelques questions en début de chaque cours)
- Évaluation terminale

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle de cours classique

**Méthodes pédagogiques :**

- Cours + étude de cas

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4	2h				
5	2h				
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2 h			CC 2h en classe complète

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		



MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE2
EPU-M8-CEC - Électrochimie et corrosion		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Électrochimie et corrosion

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Surfaces et procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	<b>8h</b>	-	-	-

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

analyser et résoudre les problèmes liés à la corrosion des matériaux, aux traitements de surfaces électrochimiques et aux électrolyses préparatives.

**Contenu de l'ECUE :**

- COURS / TD :

I) Généralités- Définitions

Introduction à l'électrochimie et place de l'industrie électrochimique

La réaction rédox

Les deux types de cellules électrochimiques

II) Thermodynamique électrochimique : Diagrammes potentiel-pH

Domaines de corrosion, passivité et d'immunité des matériaux en solution aqueuse

Cas des métaux : Pt, Ta, Fe (application à la protection cathodique)

Notion sur les milieux non aqueux ; diagrammes potentiel-pX ; diagrammes de prépondérance d'espèces ; corrosion complexante

III) Constituants des cellules électrochimiques

Les électrolytes : conductivité ; nombre de transport ; activités

Les séparateurs : jonctions, membranes échangeuses

Les matériaux d'électrode pour électrolyseurs

IV) Générateurs électrochimiques

Aspects fondamentaux

Performances des générateurs

Piles (Leclanché, alcalines, au lithium)

Accumulateurs (plomb-acide, Ni/Cd, Ni/MH, Lithium ion)

Piles à combustible (à membrane ; à carbonates fondus)

V) Cinétique électrochimique

1) Courbes  $I-E$  : approche empirique

Définitions ; lois de vitesse

Systèmes rapides ou lents



Loi de Tafel

Tracé des courbes  $I-E$

2) Courbes  $I-E$  : approche fondamentale : équation des courbes

Expression générale du courant

Loi de Butler Volmer

Résistance de transfert de charge

Les modes de transfert de matière - modèle de la couche de Nernst

3) Applications

Domaine d'électroactivité

Potentiel mixte - cas de la corrosion

Courbes  $I-E$  pour une cellule électrochimique

VI) Corrosion électrochimique

1) aspects thermodynamiques

La corrosion humide - Corrosion localisée

Les piles de corrosion à électrodes dissemblables - Application au contact de deux métaux différents, alliages polyphasiques, métaux impurs

La pile d'Evans (aération différentielle)

2) Cinétique de la corrosion électrochimique

Courbes  $I-E$

Définition de polarisation,  $I_{cor}$ ,  $E_{cor}$ ,  $R_p$  ; unité de vitesse de corrosion

Passivation

3) Lutte contre la corrosion

Protection cathodique du fer par anode sacrificielle

Modification du milieu corrosif : inhibiteurs

Revêtements métalliques

Revêtements non métalliques.

VII) Electrolyseurs industriels

Electrolyse chlore/soude

Préparation de l'aluminium

- TRAVAUX PRATIQUES :

1. Courbes intensité-potentiel : électrodeposit d'argent ; influence des halogénures sur l'oxydation de l'argent ; mesures et interprétations.
2. Spectroscopie d'impédance électrochimique : étude du transfert de charge d'un couple redox soluble ; diagramme de Nyquist ; mesures et interprétations ; détermination des paramètres cinétiques et caractéristiques de l'interface électrode/solution.

### Prérequis :

- Chimie des équilibres en solutions aqueuses (pH, redox, solubilité, complexation)
- Thermodynamique chimique des équilibres, conditions d'évolution d'un système
- Notions de cinétique formelle d'une réaction chimique
- Notions d'électricité générale (expression des impédances dans un circuit RLC)
- Notions de transport de masse appliquée (loi de Fick)

### Modalités d'évaluation :

1. Évaluation du Cours/TD :

Contrôle continu comportant des questions de cours et des exercices et problèmes (durée 2h)



juin 2025



## 1. Évaluation des TP :

Rédaction d'un compte-rendu par séance par binôme

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Cours/TD : salle de classe avec vidéoprojecteur
- Travaux pratiques : salles de TP d'électrochimie équipées de : potentiostats, analyseurs d'impédance, cellules électrochimiques, électrodes à disques tournants, électrodes de référence et auxiliaires, préparation des solutions aqueuses.

### Méthodes pédagogiques :

- Polycopié de cours
- Polycopié de travaux pratiques
- Enoncés de travaux dirigés
- Vidéos en ligne
- Livre : « De la chimie des solutions à l'électrochimie » D. Devilliers, E. Briot, D. Krulic, E. Mahé, Editions Ellipses 2020.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2		2h	4h		
3	2h				
4		2h			
5	2h				
6		2h	4h		
7	2h				
8		2h			
9	2h				
10		2h			
11					<b>CC 2h commun aux groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	M
MTX-C2-	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes	M



SC5	liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4- SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2- SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4

Semestre 8

UE : MTX-S08-UE2

EPU-M8-CSI - Surfaces, interfaces et traitements de surface

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Surfaces, interfaces et traitements de surface

**Coefficient de l'ECUE :** 3

**Unité d'enseignement (UE) :** Surfaces et procédés

**Nombre de crédits de l'UE :** 10

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>10h</b>	-	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif principal de ce module est de sensibiliser les étudiants à la spécificité des surfaces (leurs propriétés structurales, physico-chimiques et leur réactivité) ainsi qu'aux techniques de caractérisation associées.

À la fin du cours l'étudiant saura

- Identifier et expliquer les principaux enjeux technologiques de l'étude des surfaces,
- Décrire les différences fondamentales entre les propriétés d'une surface et celles du matériau en volume,
- Déterminer la structure, les caractéristiques et les propriétés de base d'une surface d'orientation particulière,
- Expliquer le rôle joué par les principales grandeurs thermodynamiques associées aux surfaces dans les mécanismes de reconstruction et de relaxation de surface,
- Définir et utiliser les notions et grandeurs associées à l'adsorption sur des surfaces,
- Mettre en évidence, à l'aide d'exemples, l'importance de la structure et de la composition de surface sur les mécanismes et la cinétique de réactivité,
- Décrire les différents mécanismes d'adsorption et donner leurs principales caractéristiques,
- Expliquer les principaux enjeux technologiques associés aux surfaces nanostructurées,
- Définir le concept d'auto-organisation et en donner des exemples.

**Contenu de l'ECUE :**

Qu'est-ce qu'une surface ? Quelles sont les spécificités des surfaces par rapport au volume ? Pourquoi et comment étudier ces surfaces ? Dans ce cours, nous essaierons de répondre à cette série de questions. Les concepts d'énergie et de contraintes de surface seront introduits et leurs effets sur la structure et les propriétés de la surface seront étudiés. Les étapes initiales de la réactivité seront caractérisées dans le cadre de la théorie de l'adsorption.

Le cours sera illustré par des exemples concrets : croissance d'un oxyde sur un alliage, évolution d'une interface métallique en présence de soufre. Ces exemples permettront de mettre en évidence les différentes informations pouvant être obtenues à l'aide des techniques de caractérisation de surface. Des méthodes de production de surfaces nanostructurées seront également présentées et les effets de la nanostructuration sur les propriétés de surface seront discutés.



**Prérequis :**

Aucun prérequis particuliers (niveau BSc)

**Modalités d'évaluation :**

Examen écrit

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Introduction des notions fondamentales à l'aide d'exemples issus de cas concrets et application par la résolution d'exercices.

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h	2h			
2	2h	2h			
3	2h	2h			
4	2h	2h			
5	2h	2h			
6	2h	2h			
7	2h	2h			
8	2h	2h			
9	2h	2h			
10					CC 2h

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE3
EPU-M8-DPR - Projet industriel		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Projet industriel

**Coefficient de l'ECUE :** 4

**Unité d'enseignement (UE) :** Projet industriel

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
-	<b>8h</b>	-	<b>50h</b>	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Ces projets visent à apprendre à :

1. Travailler efficacement en équipe imposée en utilisant les outils de gestion de projet :
  - Organiser une l'équipe projet formalisée avec pôles et responsabilités clairement définis
  - Planifier un projet avec un découpage des différentes phases du projet conforme aux contraintes
  - Analyser des risques et contraintes repérés
  - Suivre l'atteinte des objectifs, comptes-rendus d'activité précis mis à disposition de l'équipe projet
  - Gérer les conflits
1. Dialoguer avec un client industriel en respectant les codes et les normes du monde industriel :
  - Gérer la confidentialité
  - Identifier et rédiger les besoins dès le départ de façon exhaustive
  - Livrables (Solution client et notice technique) délivrés en temps et en heure (professionnalisme)
1. Progresser dans leur rôle de scientifique spécialiste matériaux :
  - Rechercher des informations scientifiques (publications, brevets, thèses)
  - Mettre au point un protocole expérimental (Analyse des risques de sécurité et de planification)
  - Interpréter ses résultats expérimentaux et veiller à évaluer l'incertitude de ces résultats (réfléchir aux différentes sources d'incertitudes : reproductibilité, sensibilité de l'équipement, ...)
  - Présenter et défendre son projet à l'oral devant un public non spécialiste (soutenance)
  - Présenter rigoureusement les résultats de ses recherches scientifiques bibliographiques et expérimentales à l'écrit (rapport, note technique)
1. Développer une posture motrice et pro-active, autonome, créatrice et force de proposition, responsable et professionnelle

**Contenu de l'ECUE :**

Les projets s'organisent en trois phases : une première phase d'initiation (confidentialité, expression des besoins, planifications) ; une deuxième phase de recherche de solutions techniques (recherche bibliographique) ; et une dernière phase de production expérimentale dans un ou plusieurs laboratoires SU (ou à l'industrie) d'une ou des solutions proposées (préparation de protocoles, réalisation et analyse critique des résultats).



Ces différentes phases sont jalonnées de :

- quelques ateliers en grand groupe (démarrage-2h, recherche bibliographique-2h, gestion de projet-10h, gestions de conflits-3h),
- réunions hebdomadaires ou bimensuelles avec le tuteur Matériaux
- 2 réunions, à minima, avec le client Industriel
- travail de recherche en autonomie (seul en groupe de projet, ou accompagné en salle de laboratoire pour des raisons de sécurité), à raison de en moyenne 4h/semaine

Les projets comprennent une quinzaine de livrables pour aider à structurer le travail des groupes. Parmi ces livrables, 4 seront communiqués à l'industriel (l'expression des besoins, le rapport des solutions techniques proposées, la notice technique et la soutenance orale)

#### Prérequis :

Les fondamentaux techniques de chimie et physique des matériaux pour comprendre le sujet et la littérature.

#### Modalités d'évaluation :

Les tuteurs.rices Matériaux avec la professeure de gestion de projet évalueront le travail des élèves sur base de la grille de compétences.

#### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- 1 salle 4h/semaine pour le travail en autonomie
- 1 plateforme technique matériaux disponible pour les productions/caractérisations
- 2 salles informatique pour l'atelier de recherche bibliographique
- 1 grande salle classique pour les autres ateliers collectifs

#### Méthodes pédagogiques :

Apprentissage par projets en autonomie guidé par des tuteur.rices matériaux, et l'aide d'outils de gestion de projets enseigné par l'enseignante de gestion de projet (M7-SMP)

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h-kickoff</b>				
2	<b>2h-biblio</b>			<b>2h</b>	
3	<b>2h-gestion*</b>			<b>4h</b>	
4				<b>4h</b>	
5	<b>2h-gestion*</b>			<b>4h</b>	
6		<b>4h-conflits</b>			
7	<b>2h-gestion*</b>			<b>6h</b>	
9				<b>4h</b>	
10	<b>2h-gestion*</b>			<b>4h</b>	
11				<b>4h</b>	
12				<b>4h</b>	
13	<b>2h-gestion*</b>			<b>6h</b>	
14				<b>Semestre S8 : 8h/semaine</b>	<b>Semestre S8 : 8h-revue Projet</b>

#### Compétences mobilisées du référentiel de compétences



juin 2025



Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	<b>M</b>
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	<b>M</b>
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	<b>M</b>
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	<b>M</b>
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	<b>N</b>
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	<b>M</b>
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	<b>M</b>
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	<b>N</b>
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	<b>N</b>
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	<b>A</b>
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	<b>M</b>
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	<b>M</b>
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	<b>N</b>



MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	N
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	N
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	M
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	A
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	A
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	M
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	A
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	A
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE4
EPU-M8-SMP - Management et Projet 2		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Management et Projet 2

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 4

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>20h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

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

- se référer à un cadre juridique pertinent pour analyser un contrat de travail et la relation employeurs/salariés.
- identifier des leviers managériaux pour l'animation d'une équipe sous contrainte de performance (prise de décision, maturité/cohésion, motivation, conflits, leadership, évaluation de la performance, autonomie)

**Contenu de l'ECUE :**

2 séances sur le contrat de travail, la relation de travail: (articles, textes juridiques,...)

- Le contrat de travail (types de contrats, clauses, formation, execution et rupture)
- La relation de travail

8 séances sur le travail en équipe : des jeux de rôles, des *serious games*, des études de cas, des questionnaires d'auto-évaluation, un cours en ligne

- Management
- Groupe : décision et performance
- Motivation au travail
- Gestion des conflits
- Leadership
- Evaluation de la performance et responsabilisation-autonomie

**Prérequis :**

- Modules SHEJS du S5, S6 et S7

**Modalités d'évaluation :**

- QCM, études, de cas, projet d'études, compte rendu d'apprentissage
- Evaluations individuelles et collectives



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Supports accessibles en ligne (Moodle, jeux sérieux)
- salle banalisée avec vidéo projecteur et équipée pour du travail en groupe, salle de capacité + 50% à l'effectif et couverture wifi

**Méthodes pédagogiques :**

Travail individuel, en groupe, sur projet.

Exploitation de jeux sérieux en ligne, études de cas, retour d'expérience sur des situations de travail vécues ou observées.

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		<b>2h</b>			
2		<b>2h</b>			
3		<b>2h</b>			
4		<b>2h</b>			
5		<b>2h</b>			
6		<b>2h</b>			
7		<b>2h</b>			
8		<b>2h</b>			
9		<b>2h</b>			
10		<b>2h</b>			

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	<b>M</b>
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	<b>M</b>
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	<b>M</b>
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	<b>M</b>
TRANS2-C1-	S'intégrer dans un collectif existant	<b>M</b>



SC1		
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	N
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 4	Semestre 8	UE : MTX-S08-UE4
EPU-C8-LAN - Anglais 4		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Anglais 4

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 4

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>20h</b>	-	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- B2 en expression orale et écrite

**Contenu de l'ECUE :**

- Debating

**Prérequis :**

- B1 dans toutes les compétences
- B2 en compréhension écrite et orale

**Modalités d'évaluation :**

- Débat (40%)
- Essay (texte argumentatif)
- CC à l'intérieur des groupes

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles du Département des Langues, Moodle

**Méthodes pédagogiques :**

Travail en petits groupes

Evaluation par les pairs

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>		<b>2h</b>			
<b>1</b>		<b>4h</b>			
<b>2</b>		<b>2h</b>			
<b>2</b>		<b>4h</b>			



<b>3</b>		<b>2h</b>			
<b>3</b>		<b>4h</b>			
<b>4</b>		<b>2h</b>			
<b>4</b>		<b>4h</b>			
<b>5</b>		<b>2h</b>			
<b>5</b>		<b>4h</b>			
<b>6</b>		<b>2h</b>			
<b>6</b>		<b>4h</b>			
<b>7</b>		<b>2h</b>			
<b>7</b>		<b>4h</b>			
<b>8</b>		<b>2h</b>			
<b>8</b>					<b>CC 2H commun à tous les groupes</b>
<b>9</b>		<b>2h</b>			
<b>10</b>		<b>2h</b>			
<b>11</b>		<b>2h</b>			
<b>12</b>		<b>2h</b>			
<b>13</b>		<b>2h</b>			
<b>14</b>		<b>2h</b>			
<b>15</b>		<b>2h</b>			<b>CC 2H commun à tous les groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	M
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE1

EPU-M9-CMM - Matériaux Métalliques en interaction avec l'environnement

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Matériaux Métalliques en interaction avec l'environnement

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
48h	-	-	-	-	30h

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Comprendre les mécanismes de dégradation des matériaux dans le temps
- Proposer des solutions issues de combinaisons chimiques pour allonger leur durée de vie.

**Contenu de l'ECUE :**

La durabilité des matériaux est une préoccupation économique et sociétale majeure aujourd'hui. Afin de pouvoir améliorer la durée de vie des matériaux en fonctionnement, il est essentiel de bien comprendre leurs mécanismes de dégradation. L'objectif de cet enseignement est d'aborder les concepts des matériaux métalliques mis en jeu dans ces mécanismes en couplant les trois disciplines chimie/physique et mécanique. Cet enseignement (en cours magistral et en travaux dirigés) portera sur la compréhension des relations qui existent entre la microstructure et les propriétés physico-chimiques des métaux et leur évolution dans le temps dans les conditions d'utilisation (agression chimique, température élevée, sollicitations mécaniques cycliques et leurs combinaisons) correspondant aux principaux domaines d'utilisation.

**Prérequis :**

- diagrammes de phases (thermodynamique),
- genèse des microstructures,
- électrochimie,
- techniques de caractérisation (diffraction des rayons X, microscopie électronique),
- essais mécaniques rudimentaires (fluage, fatigue,...).

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur



juin 2025



**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>4h</b>				
<b>2</b>	<b>4h</b>				
<b>3</b>	<b>4h</b>				
<b>4</b>	<b>4h</b>				
<b>5</b>	<b>4h</b>				
<b>6</b>	<b>4h</b>				
<b>7</b>					<b>2h</b>
<b>8</b>	<b>4h</b>				
<b>9</b>	<b>4h</b>				
<b>10</b>	<b>4h</b>				
<b>11</b>	<b>4h</b>				
<b>12</b>	<b>4h</b>				
<b>13</b>	<b>4h</b>				
<b>14</b>					<b>2h</b>



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE1

SCI613 - Propriétés mécaniques des matériaux solides

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Propriétés mécaniques des matériaux solides

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Définir les concepts de base en mécanique des matériaux (grandeur observées, types de sollicitations)
- Identifier l'influence des conditions expérimentales (température, amplitude et vitesse de sollicitation) sur un comportement mécanique
- Décrire les spécificités des principaux comportements mécaniques observés et des mécanismes impliqués.
- Déterminer et prédire les relations entre les caractéristiques structurales (organisation moléculaire, cristallinité, présence de charges, interfaces...) et les propriétés mécaniques des principales classes de matériaux

**Contenu de l'ECUE :**

L'UE propose une initiation aux propriétés mécaniques des principales familles de matériaux solides : céramiques, polymères, métaux et (nano)composites. Elle s'adresse à des étudiants dont la formation antérieure est généralement spécialisée en chimie et ne nécessite pas de pré-requis importants en mécanique des solides et en mathématiques. Les propriétés mécaniques sont présentées en relation avec la microstructure des matériaux et leurs échelles de longueur caractéristiques. Après une introduction générale des principaux comportements (élasticité, viscoélasticité, plasticité, fracture), les mécanismes et les échelles de longueur structurales qui contrôlent les mécanismes de déformation sont présentés plus en détail pour chaque grand type de matériaux. Les notions abordées sont approfondies lors de séances de TD.

**Prérequis :**

matériaux inorganiques et polymères

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**



juin 2025



Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

### Méthodes pédagogiques :

Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>4h</b>				
<b>2</b>	<b>4h</b>				
<b>3</b>	<b>4h</b>				
<b>4</b>	<b>4h</b>				
<b>5</b>	<b>4h</b>				
<b>6</b>	<b>4h</b>				
<b>7</b>					<b>2h</b>
<b>8</b>	<b>4h</b>				
<b>9</b>	<b>4h</b>				
<b>10</b>	<b>4h</b>				
<b>11</b>	<b>4h</b>				
<b>12</b>	<b>4h</b>				
<b>13</b>	<b>4h</b>				
<b>14</b>					<b>2h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion,	<b>E</b>



SC4	biodégradation, ...) dans leur conception	
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE1
5CI605 - Physico chimie des polymères		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Physico chimie des polymères

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Comprendre les relations synthèse / structure / propriétés des polymères en milieu solvant
- Utiliser ces connaissances de manière critique dans l'élaboration ou l'amélioration de formulations macromoléculaires complexes.
- Analyser, concevoir et prédir le comportement des polymères en solution et aux interfaces par un cheminement allant du moléculaire au macroscopique
- Comprendre et interpréter les données de la littérature scientifique relatives à ce domaine
- Proposer les techniques de caractérisation les plus adaptées vis-à-vis d'une problématique concrète.

**Contenu de l'ECUE :**

Cette unité d'enseignement propose une formation approfondie sur le comportement des formulations polymères en développant un enseignement avancé sur les relations structure- propriétés des systèmes macromoléculaires en milieu solvant (polymère neutres, polyélectrolytes, gels covalents), leur comportement dynamique (de l'état fondu aux solutions diluées), leurs propriétés viscoélastiques, leur comportement aux interfaces et les techniques de caractérisation adaptées à l'analyse structurale des polymères en volume et aux interfaces.

Dans chaque domaine, les connaissances fondamentales enseignées seront illustrées par des applications concrètes issues de développements industriels et/ou des activités de recherche actuelles et approfondies dans le cadre d'un projet bibliographique avec restitution orale

**Prérequis :**

- bases de physico-chimie macromoléculaire
- grandes voies de synthèse des polymères et les caractéristiques macromoléculaires résultantes (masse molaire, polymolécularité, composition et distribution des monomères)
- identifier les grandes techniques de caractérisation des polymères en fonction des paramètres recherchés, exploiter et interpréter les données expérimentales.

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite



**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes	<b>M</b>



SC5	liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	<b>M</b>

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE1
5CI604 - Synthèse Macromoléculaire avancée		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Synthèse Macromoléculaire avancée

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Choisir des systèmes amorceurs/catalyseurs et des conditions expérimentales adaptées à la synthèse de polymères de structure donnée,
- Expliquer les grands principes du contrôle des polymérisations et les appliquer à la synthèse d'architectures polymères variées incluant les systèmes  $\pi$ -conjugués,
- Expliquer comment la notion de polymère peut être étendue aux systèmes supramoléculaires,
- Comprendre et interpréter les données de la littérature scientifique portant sur la synthèse des polymères

**Contenu de l'ECUE :**

Cette UE montre comment le contrôle des réactions de polymérisation permet d'obtenir des structures et des architectures macromoléculaires parfaitement définies en utilisant un choix judicieux de systèmes amorceurs ou catalyseurs et de conditions expérimentales. La maîtrise de l'élaboration de polymères à architectures complexes est en effet indispensable pour pouvoir répondre aux besoins de nombreux domaines émergents ou à haute valeur ajoutée. Les enseignements s'adressent principalement à des étudiants ayant déjà des connaissances de base en synthèse macromoléculaire et s'insèrent dans un parcours "matériaux polymères". Ils peuvent également s'adresser à des étudiants ayant une formation en chimie organique et intéressés par une ouverture sur le monde des matériaux polymères

**Prérequis :**

synthèse macromoléculaire

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>
MTX-C2-	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en	<b>M</b>



SC2	forme	
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE1

5CI204 - Électrochimie et Énergie

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Électrochimie et Énergie

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Identifier les enjeux scientifiques, économiques et sociaux liés à la production d'énergie électrique dans un grand pays industrialisé
- Connaître les grands procédés en électrochimie industrielle et identifier les concepts fondamentaux à la base du fonctionnement des cellules

**Contenu de l'ECUE :**

Ce module est axé sur les applications de l'électrochimie au stockage et à l'utilisation de l'électricité, en liaison avec les concepts fondamentaux nécessaires à la compréhension du fonctionnement des cellules électrochimiques.

Un quart des enseignements se font avec la participation d'ingénieurs travaillant dans des grands groupes (EDF, SAFT-Total, Arkema, Cogema, Renault,...). Les étudiants acquièrent ainsi une bonne visibilité sur les procédés industriels et découvrent des débouchés pour leur projet personnel.

De par sa conception, l'UE s'adresse à un public diversifié qui se destine à une carrière industrielle ou académique dans le domaine des applications de l'Electrochimie et aux étudiants désireux de compléter leurs connaissances dans un domaine à fort impact sociétal.

**Prérequis :**

bases de la thermodynamique et de la cinétique électrochimiques

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles



juin 2025



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>



MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE1

SCI608 - Formulation des dispersions colloïdales et des systèmes assemblés

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Formulation des dispersions colloïdales et des systèmes assemblés

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Appréhender les formulations complexes
- Prédire les interactions possibles entre des objets dispersés
- Identifier les applications potentielles associées.
- Déterminer une stratégie de formulation incluant le choix du process, des composés et de l'ajustement des interactions nécessaires à différentes échelles de la dispersion.
- Établir un jugement critique sur les publications traitant des thèmes porteurs associés aux milieux dispersés avec l'idée de développer une approche originale en réponse à des questions fondamentale et/ou appliquée.

**Contenu de l'ECUE :**

Ce cours présente les concepts nécessaires à la compréhension des systèmes complexes formulés que sont les dispersions et les systèmes auto-organisés de la matière molle. Ces systèmes, que l'on rencontre dans de nombreux domaines d'applications tels que la pharmacie/médecine, la cosmétique, l'agroalimentaire ou la récupération du pétrole..., se présentent sous la forme de suspensions, de mousses ou d'émulsions.

En conséquence, la maîtrise des interactions se produisant aux interfaces détermine généralement les propriétés de ces systèmes. De nombreux exemples de travaux de recherche actuelle ainsi que d'applications sont évoqués en illustration de cours ou sous forme de conférence dispensée par un chercheur. Le tutorat consiste en l'étude et la compréhension d'une publication scientifique que chaque binôme doit présenter lors d'un colloque thématique. Cet exercice prépare également à l'examen écrit qui porte sur une publication dans le domaine.

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur



juin 2025



**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>



MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE1

5CI801 - Management des Risques Chimiques Industriels

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Management des Risques Chimiques Industriels

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Appréhender les risques chimiques à l'aide d'une FDS
- Déterminer les risques d'explosivité d'un composé ou d'un mélange par une méthode adéquate
- Connaitre les finalités de la mise en place de REACH
- Faire l'analyse des risques d'un procédé au cours de ses phases de fonctionnement
- Démontrer la sûreté de fonctionnement d'un procédé
- Mettre en place des barrières de sécurité sur un procédé (Prévention/Protection)

**Contenu de l'ECUE :**

L'enseignement vise à évaluer les scénarii susceptibles de conduire à une situation à risques dans un laboratoire en étant capable d'évaluer les expositions aux produits chimiques. Une présentation de grands accidents industriels permettra d'identifier les principaux dangers (explosions de poussières, électricité statique, emballages thermiques...). Puis, un enseignement sur les différentes méthodes d'analyse des risques chimiques (HAZOP, What-if, Arbre des défaillances, arbre des causes...) sera proposé. Des intervenants extérieurs présenteront les aspects réglementaires en interne (Code du travail, CHSCT, HSE ...) et en externe (REACH, SGH/CLP, Seveso...). Les étudiants devront procéder à l'analyse des risques chimiques d'un procédé grâce à l'utilisation des différentes méthodes d'analyse des risques.

**Prérequis :**

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**



juin 2025



Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>



MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE1
5CI606 - Matériaux inorganiques finalisés		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Matériaux inorganiques finalisés

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Comprendre et d'expliquer les liens entre synthèse, structure cristalline, propriétés des matériaux, et leurs applications.
- Comprendre et de porter un regard critique sur les travaux publiés dans ce domaine
- Communiquer sur les enjeux, les approches et solutions proposées.

**Contenu de l'ECUE :**

Cet enseignement, basé sur les relations structure – propriétés – mise en forme (couches minces, cristaux, verres, céramiques), se situe à la frontière avancée des recherches actuelles sur les matériaux et leurs applications. Ceux-ci englobent les verres industriels ou du patrimoine, les matériaux pour la photonique (lasers, éclairage, scintillateur, technologie quantique), la microélectronique classique (semi-conducteurs, jonctions, diodes) et les matériaux conducteurs ioniques pour batteries et stockage de l'énergie.

Le cours s'intéresse ainsi aux grandes familles de matériaux inorganiques fonctionnels (conducteurs, diélectriques, magnétiques, photoniques) à partir de leurs compositions chimiques, leurs structures cristallines (locale et à longue distance, présence de défauts) et leurs structures électroniques. Chaque famille de matériaux est étudiée dans une approche globale, en utilisant les notions de chimie du solide, afin de dégager une stratégie de synthèse et de mise en forme optimales.

Les enseignements seront dispensés majoritairement sous forme de cours illustrés de nombreux exemples concrets. Les étudiants analyseront également chacun une publication différente qu'ils présenteront à leurs pairs, afin de s'approprier la littérature scientifique et les différents axes de recherche actuels du domaine des matériaux fonctionnels.

**Prérequis :**

chimie du solide et cristallochimie

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**



juin 2025



Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

### Méthodes pédagogiques :

Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion,	<b>E</b>



SC4	biodégradation, ...) dans leur conception	
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE1
5CI401 - Matériaux moléculaires		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Matériaux moléculaires

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Expliquer comment le chimiste conçoit des molécules et les organise en vue d'obtenir des propriétés ciblées (magnétisme, conduction, transduction, optique).
- Analyser les travaux de recherche traitant de l'obtention de matériaux et dispositifs par l'approche moléculaire

**Contenu de l'ECUE :**

Ce cours se situe à la croisée de la chimie moléculaire et de la science des matériaux et s'adresse aux étudiants des spécialités chimie moléculaire et matériaux.

De la molécule au matériau – De la molécule au dispositif. On montrera comment le chimiste peut concevoir des molécules aux propriétés choisies puis les assembler (approche *bottom-up*) et les mettre en forme aux échelles nanométriques et mésoscopiques. L'objectif est de construire des matériaux fonctionnels (aux propriétés optiques, magnétiques, électriques,...) et des dispositifs originaux pour des applications potentielles dans des domaines de recherche émergents tels que les énergies renouvelables, l'électronique moléculaire ou le stockage de l'information.

**Prérequis :**

Chimie moléculaire et chimie des matériaux

Propriétés optique ou magnétiques

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles



### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>



MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE1

5CI614 - Applications Industrielles de Systèmes Polymères Complexes

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Applications Industrielles de Systèmes Polymères Complexes

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 12

**Spécialités concernées :** MTX



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE2
EPU-M9-CFA - Fabrication additive		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Fabrication additive

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en Œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>8h</b>	<b>1h</b>	<b>14h</b>	-	-	<b>6h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaitre les méthodes de fabrication additive
- Choisir les paramètres des procédés et identifier les conséquences sur les propriétés des matériaux.
- Identifier les techniques et les conditions de post-traitement adaptés

**Contenu de l'ECUE :**

- Introduction / généralités
- Avantages et inconvénients par rapport aux procédés usuels
- Principaux procédés additifs:
  - Photo-polymérisation,
  - Extrusion, projection,
  - fusion sur lit de poudre,
  - Laser Metal Deposition,
  - Direct Energy Deposition
- Post-traitement des filaments chargés
  - Déliantage
  - Frittage

**Prérequis :**

Conception et modélisation 3D

Mise en forme des polymères

Procédés métallurgiques

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation par QCM

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur pour les cours

Salles informatiques avec outils de conception et environnement python pour les TPs numériques



juin 2025



## Méthodes pédagogiques :

Usuelles

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h		2h		
2	2h		2h		
3	2h		2h		
4			2h		
5	2h		2h		
6			4h		1h

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
MTX-C2-SC2	Selectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	A
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE2
EPU-M9-CSO - Soudage		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Soudage

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en Œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>10h</b>	<b>1h</b>	-	-	-	<b>3h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les élèves au soudage et aspects matériaux associés

- Identifier les domaines d'application du soudage
- Connaitre les procédés usuels de soudage
- Choisir la méthode de soudage sensibiliser à la complexité des opérations d'assemblage par soudage.
- Identifier les phénomènes mécaniques, chimiques et thermiques associés au soudage

**Contenu de l'ECUE :**

- Principes de base du soudage.
- Moyens pour obtenir la continuité métallique.
- Principaux procédés de soudage.
- Sensibilisation à la complexité des opérations de métallurgie locale permettant la réalisation des soudure

**Prérequis :**

Bases de métallurgie (essentiellement aciers)

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation par QCM

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

<b>Séquencement</b>	<b>Semaine</b>	<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projet</b>	<b>Evaluation</b>



juin 2025



<b>1</b>	<b>2h</b>				
<b>2</b>	<b>2h</b>				
<b>3</b>	<b>2h</b>				
<b>4</b>	<b>2h</b>				
<b>5</b>	<b>2h</b>				
<b>6</b>					<b>1h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>A</b>
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE2
EPU-M9-CMF - Mise en forme de matériaux polymères		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Mise en forme de matériaux polymères

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>32h</b>	<b>2h</b>	<b>4h</b>	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- proposer des procédés de mise en forme des matériaux polymères en fonction de leur nature et de l'application envisagée,
- proposer des procédés adaptés en fonction du cahier des charges proposé,
- Identifier des bioressources pour les matériaux polymères et évaluer leurs propriétés

**Contenu de l'ECUE :**

L'objectif de cette UE est l'appréhension du matériau polymère dans l'ensemble de son cycle de vie. Une première partie sera consacrée à la question du sourçage des matériaux polymères en développant particulièrement les approvisionnements biosourcés. Une seconde partie sera consacrée à la mise en œuvre de ces matériaux polymères. Différents procédés de mise en forme seront abordés, notamment les méthodes de compression, d'extrusion, l'injection, le filage ou le procédé RIM. Les propriétés rhéologiques des polymères durant la mise en œuvre seront abordées afin de mieux comprendre l'influence des paramètres de mise en œuvre sur les propriétés/qualités des pièces finales. Une approche de la conception de moules sera proposée afin d'évaluer les difficultés rencontrées à cette étape amont de la mise en œuvre.

**Prérequis :**

Bases physico-chimiques et chimiques des matériaux polymères, et des notions élémentaires sur la chimie des surfaces et interface

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>4h</b>				
<b>2</b>	<b>4h</b>				
<b>3</b>	<b>4h</b>				
<b>4</b>	<b>4h</b>				
<b>5</b>	<b>4h</b>				
<b>6</b>	<b>4h</b>				
<b>7</b>	<b>4h</b>				
<b>8</b>	<b>4h</b>				
<b>9</b>			<b>4h (visite)</b>		
<b>10</b>		<b>2h</b>			<b>2h</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>M</b>
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Selectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE2

EPU-M9-CMO - Modélisation moléculaire

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Modélisation moléculaire

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en Œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	-	<b>6h</b>	<b>6h</b>	-	<b>4h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Cette UE est conçue pour fournir aux élèves-ingénieurs les outils de modélisation les plus utilisés à l'heure actuelle en science des matériaux. Les acquis visés sont les suivants :

- Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques en théorie de la fonctionnelle de la densité
- Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques issues de simulations de dynamique moléculaire pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation
- Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques en science des données et en intelligence artificielle
- Exploiter les résultats d'une simulation ou d'un calcul en matière de relations structures-propriétés

**Contenu de l'ECUE :**

Le cours est organisé en 4 parties :

1. Une introduction au calcul haute performance et son application à la science des matériaux (2h)
2. Un cours sur la théorie de la fonctionnelle de la densité (3h)
3. Un cours sur la dynamique moléculaire (3h)
4. Un cours sur l'intelligence artificielle (2h)

Il est complété par 6h de TP portant sur l'utilisation d'un notebook Jupyter pour simuler des systèmes simples par dynamique moléculaire et en déterminer les propriétés physiques.

Enfin le dernier bloc de 6h est un projet où les étudiants utilisent le notebook Jupyter pour résoudre un problème en science des matériaux. Ils doivent mettre en place un plan d'expériences numériques, acquérir des données puis les analyser.

✿ Concernant le Développement Durable et la Responsabilité Sociétale, quelques notions sont abordées (consommation / efficacité du calcul haute performance vis-à-vis du gain sur un programme expérimental, application aux matériaux pour l'énergie et l'environnement).

**Prérequis :**

Les prérequis suivants sont attendus

- Notions de mécanique quantique



juin 2025



- Notions de mécanique classique
- Bon niveau en programmation Python (et utilisation de notebook Jupyter)

### Modalités d'évaluation :

L'UE est évaluée sur un rapport portant sur le projet de 6h, réalisé en binôme.

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Les salles informatiques sont mises à disposition des étudiants. Les notebook Jupyter sont installés sur les ordinateurs en local, mais en cas de problème technique (ou pour reprendre les TP à la maison) il est possible d'utiliser des outils en ligne gratuits tels que Binder ou Google Collab.

### Méthodes pédagogiques :

L'utilisation de notebook Jupyter permet aux étudiants de comprendre en détail le fonctionnement des simulations. En fonction du niveau des étudiants en programmation Python, les projets peuvent demander d'introduire de nouvelles fonctionnalités au programme fourni.

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>				
4	<b>2h</b>		<b>2h</b>		
5	<b>2h</b>		<b>2h</b>		
6			<b>2h</b>		
7				<b>2h</b>	
8				<b>2h</b>	
9				<b>2h</b>	
10					<b>Compte-rendu</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>M</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>A</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>A</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
EPU-M9-CER - Certification et qualité		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Certification et qualité

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>10h</b>	<b>1h</b>	-	-	-	<b>3h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les élèves à la démarche qualité et aspects normatif et de certification associés

- Connaitre la démarche Qualité
- Décrire les étapes d'un processus de certification
- Connaitre et expliquer la famille des normes ISO 9001
- Identifier les outils adaptés pour mettre en œuvre une démarche qualité

**Contenu de l'ECUE :**

- Introduction / Généralités
- Bref Historique : De la qualité Taylorienne à la qualité totale
- Stratégie de déploiement d'une démarche qualité
- La Certification
- Normes et Normalisation
- La famille des normes ISO 9001
- Outils pour la qualité
- Méthode de résolution de problème

**Prérequis :**

Propriétés physiques et chimiques des matériaux.

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**



juin 2025



## Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4	2h				
5	2h				
6					1h

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
---------	------------	------------------

EPU-M9-CNA - Nanomatériaux et législation
---

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Nanomatériaux et législation

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>5h</b>	<b>7h</b>	-	-	-	<b>4h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaitre les règles de prévention du risque chimique applicables aussi bien en laboratoire de recherche académique qu'en R&D du secteur privé.
- Avoir conscience du règlement européen REACH (règlement n°1907/2006) entré en vigueur en 2007 pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne.
- Comprendre les démarches et les informations à fournir dans le cas où ils seraient menés à procéder à l'évaluation d'une substance.
- Connaître les éléments de la réglementation française spécifique des substances à l'état nanoparticulaire (déclaration R-Nano) et européenne (déclaration des nanoformes applicables dans REACH).
- Définir les notions de risque et d'exposition, du principe de précaution.

**Contenu de l'ECUE :**

Après une mise en contexte de la nécessité d'une législation spécifique aux nanomatériaux, un premier travail est réalisé sur les différentes définitions selon les pays et les instances législatives. On introduit la notion de toxicité d'un point de vue générale et la réglementation REACH pour toute substance chimique puis on se focalise sur l'évolution de la législation des nanomatériaux (4h de cours). Un premier atelier de travail en groupe (4h) concerne le rapport R-Nano. Le but est de comprendre son utilité et de cerner les conditions de la déclaration et des informations requises. Nous clôturons ce volet par une analyse des données sur les 5 années d'existence. Un second atelier concerne les normes REACH en vigueur depuis le 1er janvier 2020 et d'une annexe spécifique pour les nanoformes mise en place en 2022. L'enseignement se fait de façon participative et utilise des rapports fournis par l'ANSES pour le registre R-Nano et les textes de l'UE légiférant REACH. Les étudiants ont un dossier à rendre à chaque atelier. A la fin des ateliers, les étudiants répondent à un quizz comptant pour l'évaluation répartie.

1. Nanotoxicité : Historique et principe de précaution : cours 1
2. Premier pas vers une législation... définition des nanomatériaux : cours 2
3. Législation internationale : cours 3
4. Nanomatériaux : des études de toxicité au *Safer by Design* : cours 3
5. Le registre R-Nano, une spécificité à la française : Atelier 1
6. Les Nanos entrent dans REACH – Notion de nanoforme : Atelier 2



### Prérequis :

- sciences des matériaux
- outils de caractérisation structurale et morphologique des nanomatériaux et les grandeurs qui s'y rapportent.

### Modalités d'évaluation :

- Les étudiants sont évalués sur la base de deux rapports qu'ils élaborent pendant les ateliers. Le contenu doit permettre de répondre à une série de question fournie en début de séance.
- Le contrôle des connaissances prend la forme de deux quizz réalisés en fin de séance des deux ateliers.

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle de classe équipé d'un vidéoprojecteur et de wifi
- Travail sur ordinateur ou tablette équipé d'une connexion wifi et des outils de recherche sur un document pdf
- Moodle pour le partage des dossiers et la réalisation de quiz

### Méthodes pédagogiques :

- Séance d'intelligence collective pour retrouver la définition d'un « nanomatériaux » retenue par la France et l'UE au sens législatif du terme
- Apprentissage du travail en mode projet de groupe
- Classe inversée
- Autoévaluation

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3		4h			
4	1h	3h			

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M



**TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement**

TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M
---------------	--	---

**MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux**

MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M

**MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux**

MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	M
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M

**MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux**

MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	M
------------	--	---

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
EPU-M9-CRE - Ressources et Recyclage		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Ressources et Recyclage

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>14h</b>	-	-	<b>8h</b>	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est de donner des repères sur l'origine et le devenir des matériaux, des contraintes techniques et réglementaires.

- Décrire le cycle de vie d'un matériau
- Mesurer et identifier la nature de l'énergie liée au cycle de vie des matériaux
- Identifier et quantifier les besoins matériaux pour la transition énergétique
- Connaitre les principes, les limites et la mise en œuvre de l'analyse du cycle de vie (ACV)
- Connaitre et mesurer les impacts de l'extraction du mineraï pour la production de matériaux
- Identifier le contexte réglementaire associé au cycle de vie des matériaux : directive UE et loi (AGEC), RoHS, REACH, filières REP, ...
- Décrire les aspects techniques et économiques du recyclage
- Identifier les éléments critiques et les principaux leviers associés (fournisseurs, substitution, ...)

**Contenu de l'ECUE :**

Le cours aborde les thèmes suivants :

- Cadre général du cycle de vie des matériaux
- Énergie et Matériaux : énergie pour l'élaboration des matériaux (énergie grise), matériaux pour la transition énergétique
- Cycle de vie : introduction à l'analyse du cycle de vie, exemples, limites, mise en œuvre
- Du mineraï au matériaux : extraction, méthodes et impact
- Contraintes réglementaires : évolution historique des réglementations, filière REP
- Fins de vie et aspects techniques du recyclage
- Criticité : concepts de matière première critique, exemples et solutions
- Cas des batteries

**Prérequis :**

Le cours s'appuie sur la connaissance des principales classes de matériaux (métaux et alliages, polymères, céramiques et verres), y compris les procédures d'élaboration, les propriétés physiques et mécaniques, la chimie



des surfaces.

### Modalités d'évaluation :

La note globale comprend :

- Projet portant sur l'analyse de cycle de vie d'un objet ou d'une substitution incluant un élément d'innovation (étude de brevet)
- Évaluation sous forme d'un rapport détaillé et d'une présentation orale courte par groupe de 2-3 étudiants

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours/TD équipée d'un vidéoprojecteur

Logiciel Ansys Granta Edupack

### Méthodes pédagogiques :

L'enseignement s'appuie sur la combinaison d'un enseignement sous forme de cours des notions essentielles avec des intervenants industriels.

En parallèle de la construction par les élèves de leur projet sur un thème de leur choix mais incluant l'analyse de cycle de vie ou la substitution d'un matériau par un autre.

Le projet se fait tout au long du semestre avec deux points d'étape basés sur l'évaluation entre pairs. Le premier se base sur la discussion du choix du sujet, de sa pertinence et du questionnement associé. Le second consiste à critiquer le plan détaillé et les sources qui vont être à la base des rendus finaux.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	1h			1h	
4				2h	Point d'étape 1
5	2h				
6	2h				
7	1h			1h	
8				2h	Point d'étape 2
9	2h				
10	2h				Remise des rapports
14				2h	Soutenances

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	M



MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	A
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
EPU-M9-CBI - Ingénierie biomédicale et biomatériaux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Ingénierie biomédicale et biomatériaux  
**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>14h</b>	<b>16h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

A l'issu de ce cours, les étudiants seront en mesure de :

- Définir ce que l'on entend par « ingénierie de la santé » et comprendre les rôles que jouent les ingénieurs dans le domaine biomédical.
- Comprendre la complexité de certaines structures biologiques que les scientifiques cherchent à remplacer par des biomatériaux.
- Maitriser les différentes stratégies d'ingénierie de surface des matériaux.
- Décrire les principaux mécanismes impliqués dans les interactions entre matériaux et systèmes biologiques.
- Concevoir des dispositifs médicaux bio-inspirés pour améliorer ou modifier une fonction biologique.

**Contenu de l'ECUE :**

Le cours aborde les thèmes suivants :

- Introduction aux biotechnologies
- L'ingénierie de la santé : le génie biomédical
- Les biomatériaux : principales définitions, les grandes classes de biomatériaux (matériaux métalliques, polymères, céramiques et verres, composites), applications biomédicales.
- Introduction générale aux quatre classes de biomacromolécules (protéines, acides nucléiques, polysaccharides, lipides)
- Étude des interactions entre matériau et systèmes biologiques (adsorption de protéines, adhésion cellulaire, inflammation, réactions immunitaires, coagulation, ...)
- Biocompatibilité : histoire, cadre normatif et principe d'analyse des risques de biocompatibilité
- Stratégies d'ingénierie de surface pour le contrôle des interactions hôte-matériau.
- Biodégradation des biomatériaux dans un environnement biologique.
- Exemples d'applications des différentes classes de biomatériaux en médecine : biomatériaux orthopédiques et cardiovasculaires ; biocapteurs ; instruments chirurgicaux ; biomatériaux pour l'ingénierie tissulaire, systèmes de libération contrôlée de médicaments, etc.



### Prérequis :

Le cours s'appuie sur la connaissance des principales classes de matériaux (métaux et alliages, polymères, céramiques et verres), y compris les procédures d'élaboration, les propriétés physiques et mécaniques, la chimie des surfaces.

### Modalités d'évaluation :

La note globale comprend :

- Une évaluation sur la séance de classe inversée,
- Une évaluation du projet final,
- Une note d'évaluation écrite sur une partie du cours

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours/TD équipée d'un vidéoprojecteur

### Méthodes pédagogiques :

Le cours s'articulera en quatre parties.

Lors de la première partie, sous forme de cours magistraux, nous aborderons des notions (i) de biologie, (ii) de physicochimie des surfaces et interfaces, (iii) des interactions hôte-matériau et (iv) des propriétés physiques, chimiques et de biodégradabilité des biomatériaux.

La deuxième partie permettra de décrire plusieurs exemples de biomatériaux utilisés en médecine. Une attention particulière sera dédiée aux implants utilisés dans les applications cliniques ou en cours de développement (valves cardiaques, stents, biomatériaux pour le diagnostic médical, lentilles de contact, etc). Cette partie inclut une séance de classe inversée.

La troisième partie sera assurée par un expert qui abordera le cadre normatif lié à la biocompatibilité et qui proposera un exercice pratique collectif qui évaluera les risques en fonctions des composants et structures chimiques d'un dispositif médical.

La quatrième partie sera consacrée à un travail de groupe effectué par les étudiants. L'idée consiste à travailler sur la conception d'un projet de création d'entreprise. Chaque groupe d'étudiants sera amené à développer un nouveau biomatériau dans le cadre d'un projet qui prend en compte tous les aspects de R&D en biotechnologies (identification d'un besoin, développement d'un concept, étude de marché, etc). Les aspects liés à l'écoconception et la durabilité des biomatériaux seront renforcés. Un système de notation par les pairs sera mis en place permettant d'impliquer activement les étudiants dans l'évaluation des projets de leurs camarades (rapporteurs désignés anonymement, grille d'évaluation, animation de la séance par les étudiants, etc).

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>				
4		<b>2h</b>			
5					<b>CC 1h commun aux deux groupes</b>
6	<b>2h</b>				
7		<b>2h</b>			
8		<b>2h</b>			
9					<b>CC 1h commun aux deux</b>



					groupes
<b>10</b>	<b>2h</b>				
<b>11</b>	<b>2h</b>				
<b>12</b>		<b>2h</b>			
<b>13</b>		<b>2h</b>			
<b>14</b>		<b>2h</b>			

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	A
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE4

EPU-M9-SIM - Management de l'innovation

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Management de l'innovation

**Coefficient de l'ECUE :** 2,5

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>15h</b>	<b>30h</b>	-	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Présenter les enjeux, la dynamique de l'innovation technologique et ses modes de gestion
- Élaborer en équipe un concept d'innovation avec son modèle d'affaires sous contrainte de respect des objectifs de DD pour un problème utilisateur à formaliser
- Analyser le développement d'une entreprise innovante et produire un diagnostic stratégique
- Appliquer des modèles d'analyse et de conduite du changement
- Appliquer des méthodes de négociation et adapter ses styles

**Contenu de l'ECUE :**

- 10 heures de cours sur les différentes dimensions de l'innovation, sa gestion, ses processus, et ses enjeux
- 4 heures de TD : étude de cas : stratégie et dynamique de l'innovation
- 18 heures de TD et 5 heures de cours : conduite d'un projet de design en innovation, travail en groupe
- 8 heures de TD : négociation et conduite du changement

**Prérequis :**

Modules SHEJS S5, S6, S7, S8

**Modalités d'évaluation :**

- QCM pour la partie cours, compte rendu d'apprentissage, projet design (compte rendu et soutenance),

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle compatible mode projet + vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Études de cas en groupe, projet de groupe, cours

Groupe de TD maximum 24 élèves



juin 2025



### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
2	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
3		<b>4h</b>			
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
5		<b>4h</b>			
6	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
7		<b>4h</b>			
8	<b>4h</b>				
9	<b>3h</b>				
10		<b>2h</b>			
11		<b>4h</b>			
12		<b>4h</b>			

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	M
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	M
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériau répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	A
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE4
EPU-C9-LAN - Anglais 5		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Anglais 5

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>20h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

C1 dans toutes les compétences

**Contenu de l'ECUE :**

The main themes for the Year 5 tutorial are:

- job-hunting and interview skills in the anglophone work environment\*,
- effective writing skills for engineers,
- work place issues, including engineering as a regulated profession abroad (outside of France),
- cross-cultural (Anglophone-Francophone) issues and where possible, a look at mentor engineer profiles.

**Prérequis :**

B2 dans toutes les compétences

**Modalités d'évaluation :**

- Oral expression 50% ( Individual illustrated oral presentation, 10 minutes, followed by question/discussion time with the class;; Oral interaction (done in pairs or teams but individual grade) in authentic role-play scenarios:25%- job interview 15% engineering meeting 10 - involving several stakeholders, such as client, project engineer, representative of an administrative body, representative of citizen's interest group or NGO, etc. - discipline-specific technical dimension to the situation

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles du Département des Langues

**Méthodes pédagogiques :**

- Travail en petits groupes

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>		<b>2h</b>			



<b>2</b>		<b>2h</b>			
<b>3</b>		<b>2h</b>			
<b>4</b>		<b>2h</b>			
<b>5</b>		<b>2h</b>			
<b>6</b>		<b>2h</b>			
<b>7</b>		<b>2h</b>			
<b>8</b>		<b>2h</b>			
<b>9</b>		<b>2h</b>			
<b>10</b>					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	<b>M</b>
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE4

EPU-M9-DCO - Séminaires Entreprises et Métiers

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Séminaires Entreprises et Métiers

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE4
EPU-C9-SEP - Séminaire entreprendre et piloter		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Séminaire entreprendre et piloter

**Coefficient de l'ECUE :** 1,5

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>30h</b>	-	-	-	-

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Déterminer les objectifs stratégiques de l'entreprise en appliquant une politique de RSE
- Concevoir un système de pilotage d'une entreprise en environnement complexe
  - Identifier les points critiques des différentes fonctions de l'entreprise : innovation, qualité, environnement, commerciale, production, financière, RH, gestion
  - Intégrer les paramètres de gestion dans une finalité économique et de RSE
  - Intégrer les effets systémiques internes et externes dans la prise de décision
- Rendre compte de ses décisions au regard des résultats à des actionnaires et plus largement aux autres parties prenantes : inspection du travail, représentants du personnel, client/citoyen ..
- Participer à une négociation en intégrant des enjeux collectifs tout en préservant des intérêts individuels
- Situer son rôle dans une équipe de travail et contribuer à la réalisation des objectifs de l'équipe

**Contenu de l'ECUE :**

Dans le cadre d'un jeu d'entreprise interspecialité, les équipes assument les fonctions d'une équipe de direction pluri-disciplinaire. Les entreprises évoluent dans des contextes concurrentiels avec des systèmes de contraintes proches des contextes professionnels réels. L'activité se déroule en mode séminaire en journée complète tutorée sur 4 jours .

**Prérequis :**

- Modules SHEJS S5, S6, S7, S8

**Modalités d'évaluation :**

Notation collective, 2 critères : performance économique et RSE de l'entreprise, capacité d'analyse stratégique

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Interface de prise de décision, salle mode projet

**Méthodes pédagogiques :**

- Travail en équipe tutoré



juin 2025



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		30h			

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M



## C1-SC2

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 10	UE : MTX-S10-UE1
EPU-M0-DST - Stage technique Année 4		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Stage technique Année 4

**Coefficient de l'ECUE :** 5

**Unité d'enseignement (UE) :** Stage technique Année 4

**Nombre de crédits de l'UE :** 5

**Spécialités concernées :** MTX

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- L'élève a une connaissance du milieu professionnel
- L'élève affine son projet professionnel
- L'élève sait mettre en application les connaissances acquises,
- L'élève développe de nouvelles compétences professionnelles
- L'élève a une expérience de terrain

**Contenu de l'ECUE :**

Ce stage, d'une durée minimale de 8 semaine s'appuie sur les compétences techniques de l'étudiant tout en intégrant les aspects économiques, humains, sociaux et organisationnels.

La mission confiée à l'étudiant sera comparable à celle d'un cadre débutant.

**Prérequis :**

- enseignements du cursus, expériences professionnelles préalables

**Modalités d'évaluation :**

- Evaluation du maître de stage,
- Rapport écrit,
- Selon les spécialités, soutenance orale

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	<b>M</b>
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	<b>A</b>



TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	M
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	M
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	A
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	A
MTX-C4-	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur	A

SC4	mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	A
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 10	UE : MTX-S10-UE2
EPU-M0-DFE - Stage de fin d'étude Année 5		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Stage de fin d'étude Année 5

**Coefficient de l'ECUE :** 25

**Unité d'enseignement (UE) :** Stage de fin d'étude Année 5

**Nombre de crédits de l'UE :** 25

**Spécialités concernées :** MTX

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'élève doit être capable :

- De traiter une problématique de manière professionnelle
- De s'intégrer dans une organisation
- D'animer une équipe autour d'un projet

**Contenu de l'ECUE :**

Stage en entreprise ou laboratoire de 24 semaines minimum

**Prérequis :**

- tous les enseignements des semestres S5 à S9

**Modalités d'évaluation :**

- Visites d'un enseignant référent
- Rapport de stage, soutenance orale
- Evaluation du maître de stage

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>



C2-SC2		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	M
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	A
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M



SC2		
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>M</b>
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	<b>M</b>
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>M</b>
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	<b>M</b>
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	<b>A</b>
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	<b>M</b>
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	<b>A</b>
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-PRO-UE1

SCI613 - Propriétés mécaniques des matériaux solides

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Propriétés mécaniques des matériaux solides

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Définir les concepts de base en mécanique des matériaux (grandeur observées, types de sollicitations)
- Identifier l'influence des conditions expérimentales (température, amplitude et vitesse de sollicitation) sur un comportement mécanique
- Décrire les spécificités des principaux comportements mécaniques observés et des mécanismes impliqués.
- Déterminer et prédire les relations entre les caractéristiques structurales (organisation moléculaire, cristallinité, présence de charges, interfaces...) et les propriétés mécaniques des principales classes de matériaux

**Contenu de l'ECUE :**

L'UE propose une initiation aux propriétés mécaniques des principales familles de matériaux solides : céramiques, polymères, métaux et (nano)composites. Elle s'adresse à des étudiants dont la formation antérieure est généralement spécialisée en chimie et ne nécessite pas de pré-requis importants en mécanique des solides et en mathématiques. Les propriétés mécaniques sont présentées en relation avec la microstructure des matériaux et leurs échelles de longueur caractéristiques. Après une introduction générale des principaux comportements (élasticité, viscoélasticité, plasticité, fracture), les mécanismes et les échelles de longueur structurales qui contrôlent les mécanismes de déformation sont présentés plus en détail pour chaque grand type de matériaux. Les notions abordées sont approfondies lors de séances de TD.

**Prérequis :**

matériaux inorganiques et polymères

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**



juin 2025



Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

### Méthodes pédagogiques :

Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion,	<b>E</b>



SC4	biodégradation, ...) dans leur conception	
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-PRO-UE1

5CI801 - Management des Risques Chimiques Industriels

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Management des Risques Chimiques Industriels

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Recherche et Matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>48h</b>	-	-	-	-	<b>30h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Appréhender les risques chimiques à l'aide d'une FDS
- Déterminer les risques d'explosivité d'un composé ou d'un mélange par une méthode adéquate
- Connaitre les finalités de la mise en place de REACH
- Faire l'analyse des risques d'un procédé au cours de ses phases de fonctionnement
- Démontrer la sûreté de fonctionnement d'un procédé
- Mettre en place des barrières de sécurité sur un procédé (Prévention/Protection)

**Contenu de l'ECUE :**

L'enseignement vise à évaluer les scénarii susceptibles de conduire à une situation à risques dans un laboratoire en étant capable d'évaluer les expositions aux produits chimiques. Une présentation de grands accidents industriels permettra d'identifier les principaux dangers (explosions de poussières, électricité statique, emballages thermiques...). Puis, un enseignement sur les différentes méthodes d'analyse des risques chimiques (HAZOP, What-if, Arbre des défaillances, arbre des causes...) sera proposé. Des intervenants extérieurs présenteront les aspects réglementaires en interne (Code du travail, CHSCT, HSE ...) et en externe (REACH, SGH/CLP, Seveso...). Les étudiants devront procéder à l'analyse des risques chimiques d'un procédé grâce à l'utilisation des différentes méthodes d'analyse des risques.

**Prérequis :**

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**



juin 2025



Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>4h</b>				
2	<b>4h</b>				
3	<b>4h</b>				
4	<b>4h</b>				
5	<b>4h</b>				
6	<b>4h</b>				
7					<b>2h</b>
8	<b>4h</b>				
9	<b>4h</b>				
10	<b>4h</b>				
11	<b>4h</b>				
12	<b>4h</b>				
13	<b>4h</b>				
14					<b>2h</b>

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>E</b>
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	<b>M</b>
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>E</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>



MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE2
EPU-M9-CFA - Fabrication additive		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Fabrication additive

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en Œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>8h</b>	<b>1h</b>	<b>14h</b>	-	-	<b>6h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaitre les méthodes de fabrication additive
- Choisir les paramètres des procédés et identifier les conséquences sur les propriétés des matériaux.
- Identifier les techniques et les conditions de post-traitement adaptés

**Contenu de l'ECUE :**

- Introduction / généralités
- Avantages et inconvénients par rapport aux procédés usuels
- Principaux procédés additifs:
  - Photo-polymérisation,
  - Extrusion, projection,
  - fusion sur lit de poudre,
  - Laser Metal Deposition,
  - Direct Energy Deposition
- Post-traitement des filaments chargés
  - Déliantage
  - Frittage

**Prérequis :**

Conception et modélisation 3D

Mise en forme des polymères

Procédés métallurgiques

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation par QCM

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur pour les cours

Salles informatiques avec outils de conception et environnement python pour les TPs numériques



juin 2025



## Méthodes pédagogiques :

Usuelles

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h		2h		
2	2h		2h		
3	2h		2h		
4			2h		
5	2h		2h		
6			4h		1h

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	M
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
MTX-C2-SC2	Selectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	M
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	A
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE2
EPU-M9-CSO - Soudage		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Soudage

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en Œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>1h</b>	-	-	-	<b>3h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les élèves au soudage et aspects matériaux associés

- Identifier les domaines d'application du soudage
- Connaitre les procédés usuels de soudage
- Choisir la méthode de soudage sensibiliser à la complexité des opérations d'assemblage par soudage.
- Identifier les phénomènes mécaniques, chimiques et thermiques associés au soudage

**Contenu de l'ECUE :**

- Principes de base du soudage.
- Moyens pour obtenir la continuité métallique.
- Principaux procédés de soudage.
- Sensibilisation à la complexité des opérations de métallurgie locale permettant la réalisation des soudure

**Prérequis :**

Bases de métallurgie (essentiellement aciers)

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation par QCM

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
---------	-------	----	----	--------	------------



juin 2025



<b>1</b>	<b>2h</b>				
<b>2</b>	<b>2h</b>				
<b>3</b>	<b>2h</b>				
<b>4</b>	<b>2h</b>				
<b>5</b>	<b>2h</b>				
<b>6</b>					<b>1h</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>A</b>
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE2
EPU-M9-CMF - Mise en forme de matériaux polymères		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Mise en forme de matériaux polymères

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>32h</b>	<b>2h</b>	<b>4h</b>	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- proposer des procédés de mise en forme des matériaux polymères en fonction de leur nature et de l'application envisagée,
- proposer des procédés adaptés en fonction du cahier des charges proposé,
- Identifier des bioressources pour les matériaux polymères et évaluer leurs propriétés

**Contenu de l'ECUE :**

L'objectif de cette UE est l'appréhension du matériau polymère dans l'ensemble de son cycle de vie. Une première partie sera consacrée à la question du sourçage des matériaux polymères en développant particulièrement les approvisionnements biosourcés. Une seconde partie sera consacrée à la mise en œuvre de ces matériaux polymères. Différents procédés de mise en forme seront abordés, notamment les méthodes de compression, d'extrusion, l'injection, le filage ou le procédé RIM. Les propriétés rhéologiques des polymères durant la mise en œuvre seront abordées afin de mieux comprendre l'influence des paramètres de mise en œuvre sur les propriétés/qualités des pièces finales. Une approche de la conception de moules sera proposée afin d'évaluer les difficultés rencontrées à cette étape amont de la mise en œuvre.

**Prérequis :**

Bases physico-chimiques et chimiques des matériaux polymères, et des notions élémentaires sur la chimie des surfaces et interface

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Usuelles



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>	<b>4h</b>				
<b>2</b>	<b>4h</b>				
<b>3</b>	<b>4h</b>				
<b>4</b>	<b>4h</b>				
<b>5</b>	<b>4h</b>				
<b>6</b>	<b>4h</b>				
<b>7</b>	<b>4h</b>				
<b>8</b>	<b>4h</b>				
<b>9</b>			<b>4h (visite)</b>		
<b>10</b>		<b>2h</b>			<b>2h</b>

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>M</b>
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	<b>M</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Selectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	<b>A</b>

*Codification des niveaux attendus :*

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE2

EPU-M9-CMO - Modélisation moléculaire

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Modélisation moléculaire

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Mise en Œuvre des matériaux

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	-	<b>6h</b>	<b>6h</b>	-	<b>4h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

Cette UE est conçue pour fournir aux élèves-ingénieurs les outils de modélisation les plus utilisés à l'heure actuelle en science des matériaux. Les acquis visés sont les suivants :

- Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques en théorie de la fonctionnelle de la densité
- Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques issues de simulations de dynamique moléculaire pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation
- Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques en science des données et en intelligence artificielle
- Exploiter les résultats d'une simulation ou d'un calcul en matière de relations structures-propriétés

**Contenu de l'ECUE :**

Le cours est organisé en 4 parties :

1. Une introduction au calcul haute performance et son application à la science des matériaux (2h)
2. Un cours sur la théorie de la fonctionnelle de la densité (3h)
3. Un cours sur la dynamique moléculaire (3h)
4. Un cours sur l'intelligence artificielle (2h)

Il est complété par 6h de TP portant sur l'utilisation d'un notebook Jupyter pour simuler des systèmes simples par dynamique moléculaire et en déterminer les propriétés physiques.

Enfin le dernier bloc de 6h est un projet où les étudiants utilisent le notebook Jupyter pour résoudre un problème en science des matériaux. Ils doivent mettre en place un plan d'expériences numériques, acquérir des données puis les analyser.

✿ Concernant le Développement Durable et la Responsabilité Sociétale, quelques notions sont abordées (consommation / efficacité du calcul haute performance vis-à-vis du gain sur un programme expérimental, application aux matériaux pour l'énergie et l'environnement).

**Prérequis :**

Les prérequis suivants sont attendus

- Notions de mécanique quantique



- Notions de mécanique classique
- Bon niveau en programmation Python (et utilisation de notebook Jupyter)

### Modalités d'évaluation :

L'UE est évaluée sur un rapport portant sur le projet de 6h, réalisé en binôme.

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Les salles informatiques sont mises à disposition des étudiants. Les notebook Jupyter sont installés sur les ordinateurs en local, mais en cas de problème technique (ou pour reprendre les TP à la maison) il est possible d'utiliser des outils en ligne gratuits tels que Binder ou Google Collab.

### Méthodes pédagogiques :

L'utilisation de notebook Jupyter permet aux étudiants de comprendre en détail le fonctionnement des simulations. En fonction du niveau des étudiants en programmation Python, les projets peuvent demander d'introduire de nouvelles fonctionnalités au programme fourni.

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>				
4	<b>2h</b>		<b>2h</b>		
5	<b>2h</b>		<b>2h</b>		
6			<b>2h</b>		
7				<b>2h</b>	
8				<b>2h</b>	
9				<b>2h</b>	
10					<b>Compte-rendu</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>M</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>A</b>
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	<b>A</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE3

EPU-M9-CER - Certification et qualité

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Certification et qualité

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>10h</b>	<b>1h</b>	-	-	-	<b>3h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les élèves à la démarche qualité et aspects normatif et de certification associés

- Connaitre la démarche Qualité
- Décrire les étapes d'un processus de certification
- Connaitre et expliquer la famille des normes ISO 9001
- Identifier les outils adaptés pour mettre en œuvre une démarche qualité

**Contenu de l'ECUE :**

- Introduction / Généralités
- Bref Historique : De la qualité Taylorienne à la qualité totale
- Stratégie de déploiement d'une démarche qualité
- La Certification
- Normes et Normalisation
- La famille des normes ISO 9001
- Outils pour la qualité
- Méthode de résolution de problème

**Prérequis :**

Propriétés physiques et chimiques des matériaux.

**Modalités d'évaluation :**

Évaluation écrite

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Salles d'enseignement avec vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**



juin 2025



## Usuelles

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	2h				
4	2h				
5	2h				
6					1h

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
---------	------------	------------------

EPU-M9-CNA - Nanomatériaux et législation
---

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Nanomatériaux et législation

**Coefficient de l'ECUE :** 1

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>5h</b>	<b>7h</b>	-	-	-	<b>4h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Connaitre les règles de prévention du risque chimique applicables aussi bien en laboratoire de recherche académique qu'en R&D du secteur privé.
- Avoir conscience du règlement européen REACH (règlement n°1907/2006) entré en vigueur en 2007 pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne.
- Comprendre les démarches et les informations à fournir dans le cas où ils seraient menés à procéder à l'évaluation d'une substance.
- Connaître les éléments de la réglementation française spécifique des substances à l'état nanoparticulaire (déclaration R-Nano) et européenne (déclaration des nanoformes applicables dans REACH).
- Définir les notions de risque et d'exposition, du principe de précaution.

**Contenu de l'ECUE :**

Après une mise en contexte de la nécessité d'une législation spécifique aux nanomatériaux, un premier travail est réalisé sur les différentes définitions selon les pays et les instances législatives. On introduit la notion de toxicité d'un point de vue générale et la réglementation REACH pour toute substance chimique puis on se focalise sur l'évolution de la législation des nanomatériaux (4h de cours). Un premier atelier de travail en groupe (4h) concerne le rapport R-Nano. Le but est de comprendre son utilité et de cerner les conditions de la déclaration et des informations requises. Nous clôturons ce volet par une analyse des données sur les 5 années d'existence. Un second atelier concerne les normes REACH en vigueur depuis le 1er janvier 2020 et d'une annexe spécifique pour les nanoformes mise en place en 2022. L'enseignement se fait de façon participative et utilise des rapports fournis par l'ANSES pour le registre R-Nano et les textes de l'UE légiférant REACH. Les étudiants ont un dossier à rendre à chaque atelier. A la fin des ateliers, les étudiants répondent à un quizz comptant pour l'évaluation répartie.

1. Nanotoxicité : Historique et principe de précaution : cours 1
2. Premier pas vers une législation... définition des nanomatériaux : cours 2
3. Législation internationale : cours 3
4. Nanomatériaux : des études de toxicité au *Safer by Design* : cours 3
5. Le registre R-Nano, une spécificité à la française : Atelier 1
6. Les Nanos entrent dans REACH – Notion de nanoforme : Atelier 2



### Prérequis :

- sciences des matériaux
- outils de caractérisation structurale et morphologique des nanomatériaux et les grandeurs qui s'y rapportent.

### Modalités d'évaluation :

- Les étudiants sont évalués sur la base de deux rapports qu'ils élaborent pendant les ateliers. Le contenu doit permettre de répondre à une série de question fournie en début de séance.
- Le contrôle des connaissances prend la forme de deux quizz réalisés en fin de séance des deux ateliers.

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle de classe équipé d'un vidéoprojecteur et de wifi
- Travail sur ordinateur ou tablette équipé d'une connexion wifi et des outils de recherche sur un document pdf
- Moodle pour le partage des dossiers et la réalisation de quiz

### Méthodes pédagogiques :

- Séance d'intelligence collective pour retrouver la définition d'un « nanomatériaux » retenue par la France et l'UE au sens législatif du terme
- Apprentissage du travail en mode projet de groupe
- Classe inversée
- Autoévaluation

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3		4h			
4	1h	3h			

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M



**TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement**

TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M
---------------	--	---

**MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux**

MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M

**MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux**

MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	M
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M

**MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux**

MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	M
------------	--	---

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus  
Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
EPU-M9-CRE - Ressources et Recyclage		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Ressources et Recyclage

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

<b>Volume horaire par élève</b>					
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Projets encadrés</b>	<b>Présentiel non encadré</b>	<b>Travail personnel non présentiel (estimation)</b>
<b>14h</b>	-	-	<b>8h</b>	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'objectif de cet enseignement est de donner des repères sur l'origine et le devenir des matériaux, des contraintes techniques et réglementaires.

- Décrire le cycle de vie d'un matériau
- Mesurer et identifier la nature de l'énergie liée au cycle de vie des matériaux
- Identifier et quantifier les besoins matériaux pour la transition énergétique
- Connaitre les principes, les limites et la mise en œuvre de l'analyse du cycle de vie (ACV)
- Connaitre et mesurer les impacts de l'extraction du mineraï pour la production de matériaux
- Identifier le contexte réglementaire associé au cycle de vie des matériaux : directive UE et loi (AGEC), RoHS, REACH, filières REP, ...
- Décrire les aspects techniques et économiques du recyclage
- Identifier les éléments critiques et les principaux leviers associés (fournisseurs, substitution, ...)

**Contenu de l'ECUE :**

Le cours aborde les thèmes suivants :

- Cadre général du cycle de vie des matériaux
- Énergie et Matériaux : énergie pour l'élaboration des matériaux (énergie grise), matériaux pour la transition énergétique
- Cycle de vie : introduction à l'analyse du cycle de vie, exemples, limites, mise en œuvre
- Du mineraï au matériaux : extraction, méthodes et impact
- Contraintes réglementaires : évolution historique des réglementations, filière REP
- Fins de vie et aspects techniques du recyclage
- Criticité : concepts de matière première critique, exemples et solutions
- Cas des batteries

**Prérequis :**

Le cours s'appuie sur la connaissance des principales classes de matériaux (métaux et alliages, polymères, céramiques et verres), y compris les procédures d'élaboration, les propriétés physiques et mécaniques, la chimie



des surfaces.

### Modalités d'évaluation :

La note globale comprend :

- Projet portant sur l'analyse de cycle de vie d'un objet ou d'une substitution incluant un élément d'innovation (étude de brevet)
- Évaluation sous forme d'un rapport détaillé et d'une présentation orale courte par groupe de 2-3 étudiants

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours/TD équipée d'un vidéoprojecteur

Logiciel Ansys Granta Edupack

### Méthodes pédagogiques :

L'enseignement s'appuie sur la combinaison d'un enseignement sous forme de cours des notions essentielles avec des intervenants industriels.

En parallèle de la construction par les élèves de leur projet sur un thème de leur choix mais incluant l'analyse de cycle de vie ou la substitution d'un matériau par un autre.

Le projet se fait tout au long du semestre avec deux points d'étape basés sur l'évaluation entre pairs. Le premier se base sur la discussion du choix du sujet, de sa pertinence et du questionnement associé. Le second consiste à critiquer le plan détaillé et les sources qui vont être à la base des rendus finaux.

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				
2	2h				
3	1h			1h	
4				2h	Point d'étape 1
5	2h				
6	2h				
7	1h			1h	
8				2h	Point d'étape 2
9	2h				
10	2h				Remise des rapports
14				2h	Soutenances

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	M
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	M



MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	A
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE3
EPU-M9-CBI - Ingénierie biomédicale et biomatériaux		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Ingénierie biomédicale et biomatériaux  
**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Matériaux et entreprise

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>14h</b>	<b>16h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

A l'issu de ce cours, les étudiants seront en mesure de :

- Définir ce que l'on entend par « ingénierie de la santé » et comprendre les rôles que jouent les ingénieurs dans le domaine biomédical.
- Comprendre la complexité de certaines structures biologiques que les scientifiques cherchent à remplacer par des biomatériaux.
- Maitriser les différentes stratégies d'ingénierie de surface des matériaux.
- Décrire les principaux mécanismes impliqués dans les interactions entre matériaux et systèmes biologiques.
- Concevoir des dispositifs médicaux bio-inspirés pour améliorer ou modifier une fonction biologique.

**Contenu de l'ECUE :**

Le cours aborde les thèmes suivants :

- Introduction aux biotechnologies
- L'ingénierie de la santé : le génie biomédical
- Les biomatériaux : principales définitions, les grandes classes de biomatériaux (matériaux métalliques, polymères, céramiques et verres, composites), applications biomédicales.
- Introduction générale aux quatre classes de biomacromolécules (protéines, acides nucléiques, polysaccharides, lipides)
- Étude des interactions entre matériau et systèmes biologiques (adsorption de protéines, adhésion cellulaire, inflammation, réactions immunitaires, coagulation, ...)
- Biocompatibilité : histoire, cadre normatif et principe d'analyse des risques de biocompatibilité
- Stratégies d'ingénierie de surface pour le contrôle des interactions hôte-matériau.
- Biodégradation des biomatériaux dans un environnement biologique.
- Exemples d'applications des différentes classes de biomatériaux en médecine : biomatériaux orthopédiques et cardiovasculaires ; biocapteurs ; instruments chirurgicaux ; biomatériaux pour l'ingénierie tissulaire, systèmes de libération contrôlée de médicaments, etc.



### Prérequis :

Le cours s'appuie sur la connaissance des principales classes de matériaux (métaux et alliages, polymères, céramiques et verres), y compris les procédures d'élaboration, les propriétés physiques et mécaniques, la chimie des surfaces.

### Modalités d'évaluation :

La note globale comprend :

- Une évaluation sur la séance de classe inversée,
- Une évaluation du projet final,
- Une note d'évaluation écrite sur une partie du cours

### Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours/TD équipée d'un vidéoprojecteur

### Méthodes pédagogiques :

Le cours s'articulera en quatre parties.

Lors de la première partie, sous forme de cours magistraux, nous aborderons des notions (i) de biologie, (ii) de physicochimie des surfaces et interfaces, (iii) des interactions hôte-matériau et (iv) des propriétés physiques, chimiques et de biodégradabilité des biomatériaux.

La deuxième partie permettra de décrire plusieurs exemples de biomatériaux utilisés en médecine. Une attention particulière sera dédiée aux implants utilisés dans les applications cliniques ou en cours de développement (valves cardiaques, stents, biomatériaux pour le diagnostic médical, lentilles de contact, etc). Cette partie inclut une séance de classe inversée.

La troisième partie sera assurée par un expert qui abordera le cadre normatif lié à la biocompatibilité et qui proposera un exercice pratique collectif qui évaluera les risques en fonctions des composants et structures chimiques d'un dispositif médical.

La quatrième partie sera consacrée à un travail de groupe effectué par les étudiants. L'idée consiste à travailler sur la conception d'un projet de création d'entreprise. Chaque groupe d'étudiants sera amené à développer un nouveau biomatériau dans le cadre d'un projet qui prend en compte tous les aspects de R&D en biotechnologies (identification d'un besoin, développement d'un concept, étude de marché, etc). Les aspects liés à l'écoconception et la durabilité des biomatériaux seront renforcés. Un système de notation par les pairs sera mis en place permettant d'impliquer activement les étudiants dans l'évaluation des projets de leurs camarades (rapporteurs désignés anonymement, grille d'évaluation, animation de la séance par les étudiants, etc).

### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>				
2	<b>2h</b>				
3	<b>2h</b>				
4		<b>2h</b>			
5					<b>CC 1h commun aux deux groupes</b>
6	<b>2h</b>				
7		<b>2h</b>			
8		<b>2h</b>			
9					<b>CC 1h commun aux deux</b>



					groupes
<b>10</b>	<b>2h</b>				
<b>11</b>	<b>2h</b>				
<b>12</b>		<b>2h</b>			
<b>13</b>		<b>2h</b>			
<b>14</b>		<b>2h</b>			

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	A
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	M
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	A
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE4

EPU-M9-SIM - Management de l'innovation

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Management de l'innovation

**Coefficient de l'ECUE :** 2,5

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
<b>15h</b>	<b>30h</b>	-	-	-	<b>20h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Présenter les enjeux, la dynamique de l'innovation technologique et ses modes de gestion
- Élaborer en équipe un concept d'innovation avec son modèle d'affaires sous contrainte de respect des objectifs de DD pour un problème utilisateur à formaliser
- Analyser le développement d'une entreprise innovante et produire un diagnostic stratégique
- Appliquer des modèles d'analyse et de conduite du changement
- Appliquer des méthodes de négociation et adapter ses styles

**Contenu de l'ECUE :**

- 10 heures de cours sur les différentes dimensions de l'innovation, sa gestion, ses processus, et ses enjeux
- 4 heures de TD : étude de cas : stratégie et dynamique de l'innovation
- 18 heures de TD et 5 heures de cours : conduite d'un projet de design en innovation, travail en groupe
- 8 heures de TD : négociation et conduite du changement

**Prérequis :**

Modules SHEJS S5, S6, S7, S8

**Modalités d'évaluation :**

- QCM pour la partie cours, compte rendu d'apprentissage, projet design (compte rendu et soutenance),

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salle compatible mode projet + vidéoprojecteur

**Méthodes pédagogiques :**

Études de cas en groupe, projet de groupe, cours

Groupe de TD maximum 24 élèves



juin 2025



### Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
2	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
3		<b>4h</b>			
4	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
5		<b>4h</b>			
6	<b>2h</b>	<b>2h</b>			
7		<b>4h</b>			
8	<b>4h</b>				
9	<b>3h</b>				
10		<b>2h</b>			
11		<b>4h</b>			
12		<b>4h</b>			

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériau</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	M
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	M
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériau répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	M
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériau.	A
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE4
EPU-C9-LAN - Anglais 5		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Anglais 5

**Coefficient de l'ECUE :** 2

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>20h</b>	-	-	-	<b>10h</b>

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

C1 dans toutes les compétences

**Contenu de l'ECUE :**

The main themes for the Year 5 tutorial are:

- job-hunting and interview skills in the anglophone work environment\*,
- effective writing skills for engineers,
- work place issues, including engineering as a regulated profession abroad (outside of France),
- cross-cultural (Anglophone-Francophone) issues and where possible, a look at mentor engineer profiles.

**Prérequis :**

B2 dans toutes les compétences

**Modalités d'évaluation :**

- Oral expression 50% ( Individual illustrated oral presentation, 10 minutes, followed by question/discussion time with the class;; Oral interaction (done in pairs or teams but individual grade) in authentic role-play scenarios:25%- job interview 15% engineering meeting 10 - involving several stakeholders, such as client, project engineer, representative of an administrative body, representative of citizen's interest group or NGO, etc. - discipline-specific technical dimension to the situation

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

- Salles du Département des Langues

**Méthodes pédagogiques :**

- Travail en petits groupes

**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
<b>1</b>		<b>2h</b>			



<b>2</b>		<b>2h</b>			
<b>3</b>		<b>2h</b>			
<b>4</b>		<b>2h</b>			
<b>5</b>		<b>2h</b>			
<b>6</b>		<b>2h</b>			
<b>7</b>		<b>2h</b>			
<b>8</b>		<b>2h</b>			
<b>9</b>		<b>2h</b>			
<b>10</b>					<b>CC 2h commun aux deux groupes</b>

### Compétences mobilisées du référentiel de compétences

<b>Code</b>	<b>Compétences</b>	<b>Niveau attendu</b>
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	<b>M</b>
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5

Semestre 9

UE : MTX-S09-UE4

EPU-M9-DCO - Séminaires Entreprises et Métiers

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Séminaires Entreprises et Métiers

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-UE4
EPU-C9-SEP - Séminaire entreprendre et piloter		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Séminaire entreprendre et piloter

**Coefficient de l'ECUE :** 1,5

**Unité d'enseignement (UE) :** Compétences transversales de l'ingénieur

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** AGRAL, EI, EI-FISE, EI, MAIN, MTX, ROB, ST

**Volume horaire par élève**

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	<b>30h</b>	-	-	-	-

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- Déterminer les objectifs stratégiques de l'entreprise en appliquant une politique de RSE
- Concevoir un système de pilotage d'une entreprise en environnement complexe
  - Identifier les points critiques des différentes fonctions de l'entreprise : innovation, qualité, environnement, commerciale, production, financière, RH, gestion
  - Intégrer les paramètres de gestion dans une finalité économique et de RSE
  - Intégrer les effets systémiques internes et externes dans la prise de décision
- Rendre compte de ses décisions au regard des résultats à des actionnaires et plus largement aux autres parties prenantes : inspection du travail, représentants du personnel, client/citoyen ..
- Participer à une négociation en intégrant des enjeux collectifs tout en préservant des intérêts individuels
- Situer son rôle dans une équipe de travail et contribuer à la réalisation des objectifs de l'équipe

**Contenu de l'ECUE :**

Dans le cadre d'un jeu d'entreprise interspecialité, les équipes assument les fonctions d'une équipe de direction pluri-disciplinaire. Les entreprises évoluent dans des contextes concurrentiels avec des systèmes de contraintes proches des contextes professionnels réels. L'activité se déroule en mode séminaire en journée complète tutorée sur 4 jours .

**Prérequis :**

- Modules SHEJS S5, S6, S7, S8

**Modalités d'évaluation :**

Notation collective, 2 critères : performance économique et RSE de l'entreprise, capacité d'analyse stratégique

**Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :**

Interface de prise de décision, salle mode projet

**Méthodes pédagogiques :**

- Travail en équipe tutoré



juin 2025



**Séquencement**

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		30h			

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M



## C1-SC2

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 9	UE : MTX-S09-PRO-UE5
EPU-M9-DPE - Evolution en milieu professionnel		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Evolution en milieu professionnel

**Coefficient de l'ECUE :** 6

**Unité d'enseignement (UE) :** Contrat professionnalisation

**Nombre de crédits de l'UE :** 6

**Spécialités concernées :** MTX

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- L'élève a une connaissance du milieu professionnel
- L'élève affine son projet professionnel
- L'élève sait mettre en application les connaissances acquises,
- L'élève développe de nouvelles compétences professionnelles
- L'élève a une expérience de terrain

**Contenu de l'ECUE :**

L'évolution en milieu professionnel s'appuie sur les compétences techniques de l'étudiant tout en intégrant les aspects économiques, humains, sociétaux et organisationnels.

La mission confiée à l'étudiant sera comparable à celle d'un cadre débutant.

**Prérequis :**

- Enseignements du cursus, expériences professionnelles préalables

**Modalités d'évaluation :**

- Evaluation du maître de stage,
- Rapport écrit,
- Selon les spécialités, soutenance orale



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 10	UE : MTX-S10-UE1
EPU-M0-DST - Stage technique Année 4		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Stage technique Année 4

**Coefficient de l'ECUE :** 5

**Unité d'enseignement (UE) :** Stage technique Année 4

**Nombre de crédits de l'UE :** 5

**Spécialités concernées :** MTX

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

- L'élève a une connaissance du milieu professionnel
- L'élève affine son projet professionnel
- L'élève sait mettre en application les connaissances acquises,
- L'élève développe de nouvelles compétences professionnelles
- L'élève a une expérience de terrain

**Contenu de l'ECUE :**

Ce stage, d'une durée minimale de 8 semaine s'appuie sur les compétences techniques de l'étudiant tout en intégrant les aspects économiques, humains, sociaux et organisationnels.

La mission confiée à l'étudiant sera comparable à celle d'un cadre débutant.

**Prérequis :**

- enseignements du cursus, expériences professionnelles préalables

**Modalités d'évaluation :**

- Evaluation du maître de stage,
- Rapport écrit,
- Selon les spécialités, soutenance orale

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	<b>M</b>
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	<b>A</b>



TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-SC2	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	M
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	M
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	M
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	A
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	A
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	A
MTX-C4-	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur	A

SC4	mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	A
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



**Fiche Syllabus**  
**Spécialité Matériaux (MTX)**

Année 5	Semestre 10	UE : MTX-S10-UE2
EPU-M0-DFE - Stage de fin d'étude Année 5		

**Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) :** Stage de fin d'étude Année 5

**Coefficient de l'ECUE :** 25

**Unité d'enseignement (UE) :** Stage de fin d'étude Année 5

**Nombre de crédits de l'UE :** 25

**Spécialités concernées :** MTX

**Acquis de l'Apprentissage Visés :**

L'élève doit être capable :

- De traiter une problématique de manière professionnelle
- De s'intégrer dans une organisation
- D'animer une équipe autour d'un projet

**Contenu de l'ECUE :**

Stage en entreprise ou laboratoire de 24 semaines minimum

**Prérequis :**

- tous les enseignements des semestres S5 à S9

**Modalités d'évaluation :**

- Visites d'un enseignant référent
- Rapport de stage, soutenance orale
- Evaluation du maître de stage

**Compétences mobilisées du référentiel de compétences**

Code	Compétences	Niveau attendu
<b>TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international</b>		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	<b>M</b>
<b>TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel</b>		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	<b>M</b>
<b>TRANS2-C2 - Communiquer</b>		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	<b>M</b>
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	<b>M</b>



C2-SC2		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
<b>TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement</b>		
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	M
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M
<b>TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet</b>		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M
<b>TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe</b>		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
<b>MTX-C4 - Innover et développer de nouveaux matériaux</b>		
MTX-C4-SC5	Mettre en œuvre les principes de la propriété intellectuelle	A
MTX-C4-SC4	Innover avec des procédés propres et sobres : choix des modes de fabrication sur mesure (composition, taille, morphologie, texture) et les moins polluants et plus économies en matière et en énergie.	A
MTX-C4-SC1	Acquérir et mobiliser des compétences scientifiques et techniques pour contribuer à un projet de R&D ou d'innovation	M
MTX-C4-SC2	Appliquer une démarche scientifique pour résoudre une problématique en science des matériaux.	M
MTX-C4-SC3	Réaliser une veille technologique et un état de l'art en exploitant des ressources documentaires internationales.	M
<b>MTX-C1 - Tester et valider des matériaux</b>		
MTX-C1-	Définir les méthodes et procédés de qualifications	M



SC2		
MTX-C1-SC3	Réaliser des essais normés et s'assurer de la conformité des spécifications.	<b>E</b>
MTX-C1-SC4	Exploiter les résultats d'une analyse en matière de relations structures- propriétés.	<b>M</b>
MTX-C1-SC5	Analyser la conception et le rendu de manière critique en élaborant un retour d'expérience.	<b>M</b>
MTX-C1-SC1	Acquérir, traiter, exploiter et synthétiser des données scientifiques	<b>E</b>
<b>MTX-C2 - Concevoir, fabriquer, transformer des matériaux</b>		
MTX-C2-SC1	Prendre en compte les modes de transformation de la matière pour choisir et mettre en œuvre différents procédés d'élaboration pour optimiser les propriétés, le coût ou l'impact.	<b>M</b>
MTX-C2-SC2	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de mise en forme	<b>M</b>
MTX-C2-SC3	Sélectionner, concevoir, mettre en œuvre et exploiter les procédés de traitement de surface.	<b>M</b>
MTX-C2-SC4	Analyser et intégrer les phénomènes de dégradation des matériaux (corrosion, biodégradation, ...) dans leur conception	<b>M</b>
MTX-C2-SC5	Évaluer et intégrer les impacts du cycle de vie des matériaux et des contraintes liées à la transition énergétique dans la conception des matériaux.	<b>M</b>
<b>MTX-C3 - Réaliser l'analyse de besoins et prescrire une solution matériaux</b>		
MTX-C3-SC1	Analyser les besoins de l'entreprise ou du client dans le contexte en lien avec les différents acteurs du projet.	<b>M</b>
MTX-C3-SC2	Rédiger des propositions techniques et/ou commerciales correspondant au besoin, en français ou en anglais.	<b>A</b>
MTX-C3-SC3	Concevoir une solution matériaux répondant à un cahier des charges en identifiant, sélectionnant des matériaux et des procédés conformes aux spécifications	<b>M</b>
MTX-C3-SC4	Évaluer et prendre en compte les enjeux et les contraintes liés à la réglementation, à l'éthique et à l'environnement social et économique dans le choix d'une solution matériaux.	<b>A</b>
MTX-C3-SC5	Interpréter ou élaborer une communication technique dans divers contextes (clients, fournisseurs, équipe technique, sous-traitant, certification, local/international) en adapter le discours au niveau d'expertise de l'auditoire.	<b>M</b>

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

