



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميادين العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

## 2016 - 2017

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie mécanique</i>	<i>Génie des matériaux</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



## مواعمة

### عرض تكوين ماستر أكاديمي

2017-2016

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة المواد	هندسة ميكانيكية	علوم و تكنولوجيا

## **I – Fiche d'identité du Master**

## Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
<b>Génie Mécanique</b>	Génie des matériaux	Génie des matériaux	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Physique des matériaux (Domaine SM)	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Métallurgie	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Chimie des matériaux (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Construction mécanique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Energétique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Autres licences du domaine ST	<b>5</b>	<b>0.60</b>

## **II - Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

**Semestre 1**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Comportement mécanique des matériaux métalliques	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique et diagrammes d'équilibre	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits :8 Coefficients : 4	Structure cristallines et Défauts ponctuels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes des éléments finis	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Elaboration et caractérisation des matériaux céramiques	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	TP Méthodes des éléments finis	4	2			3h00	45h00	55h00	40%	60%
	TP Essais Mécaniques	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	- <b>Matière au choix 1</b>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<b>Matière au choix 2</b>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h00</b>	<b>6h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 2**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Comportement mécanique des Matériaux Composites et multi-matériaux	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Propriétés physico-chimiques et Mécaniques des polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Diffusion et Transformation de Phases	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique de la rupture	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Modélisation et simulation des matériaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Traitements Thermiques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Elaboration et caractérisation des matériaux composites	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	- <b>Matière au choix 3</b>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<b>Matière au choix 4</b>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Ethique, déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h00</b>	<b>6h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 3**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Défauts et Déformation Plastique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Fatigue des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Propriétés physiques et mécaniques des Céramiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Choix des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Méthodes expérimentales et contrôle des matériaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Dégradation des polymères	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Contrôles non destructifs	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	<b>Matière au choix 5</b>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<b>Matière au choix 6</b>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>16h30</b>	<b>6h00</b>	<b>2h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		



### Orientations générales sur le choix des matières de découverte :

- 1- Verres et céramiques
- 2- Application sur codes numériques
- 3- Asservissement et Régulation
- 4- Transfert thermique
- 5- Matériaux pour l'optique, l'électronique et l'optoélectronique
- 6- Nanotechnologie et nanomatériaux
- 7- conception assistée par ordinateur
- 8- Matériaux biocompatibles
- 9- Management des Ressources technologiques
- 10-Soudage et CND
- 11-Traitements de Surface
- 12-Environnement, protection, contrôle
- 13-Stratégie et management des entreprises
- 14-Valorisation et recyclage des matériaux
- 15-Recyclage des Matériaux
- 16-Hygiène & Sécurité
- 17-Sécurité et Environnement
- 18-Etude des Vibrations des Equipements industriels
- 19- Sécurité industrielle
- 20-Microscopie électronique et spectroscopie

### Semestre 4

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
<b>Travail Personnel</b>	550	09	18
<b>Stage en entreprise</b>	100	04	06
<b>Séminaires</b>	50	02	03
<b>Autre (Encadrement)</b>	50	02	03
<b>Total Semestre 4</b>	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

### Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

### **III - Programme détaillé par matière des semestres S1**

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.2****Matière: Comportement mécanique des matériaux métalliques****VHS: 67h30 (Cours: 3h, TD: 1h30)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière traite l'aspect de la mécanique des matériaux, et comporte trois parties. Elle commence par les lois simples et donne à l'étudiant les définitions des différents paramètres mécaniques à partir d'essais simples. Ensuite, il est donné la loi de Hooke généralisée, suivie par l'étude des états de contrainte et de déformations pour arriver à la notion de directions principales et contraintes principales. La partie élasticité se clôture par la définition des contraintes équivalentes et des critères de résistance. Par ailleurs, la mise en forme des matériaux par déformation plastique impose la connaissance des modèles de comportement plastique, c'est le but de la deuxième partie de cette matière. Le comportement des matériaux fragiles comportant des fissures est un savoir indispensable pour un étudiant en génie des matériaux. Une introduction à la mécanique de la rupture linéaire est présentée dans la troisième partie de ce cours, cette partie permet d'illustrer à l'étudiant la particularité du comportement des matériaux fragiles.

Le programme est élaboré de sorte que sa présentation et son développement s'imprime fortement du sens physique, afin que l'étudiant acquière des compétences utiles et lui permettant de traiter efficacement des problèmes de la mécanique des matériaux auxquels il sera confronté.+

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématique L1, Résistance des matériaux S4.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Essais mécaniques - Lois simples****(2 semaines)**

- Paramètres importants
- Élément de volume représentatif
- Vitesse de déformation et température
- Direction de sollicitation
- Types de sollicitation
- Essais monotones
- Essais cycliques
- Dureté et résilience
- Quelques lois simples

**Chapitre 2. Elasticité - Viscoélasticité****(4 Semaines)**

- Elasticité linéaire
- Loi de Hooke généralisée
- Energie de déformation élastique
- Relations de symétrie
- Différents comportements élastiques
- Thermo élasticité linéaire
- Viscoélasticité linéaire
- Modèle de Kelvin-Voigt
- Modèle de Maxwell

**Chapitre 3. Plasticité - Viscoplasticité****(3 Semaines)**

- Résultats expérimentaux
- Limite d'élasticité

#### **Chapitre 4. Comportement elastoplastique**

**(4 Semaines)**

Analyse d'une courbe traction/déchargement/compression dépassant la limite élastique du matériau; Illustration de l'écrouissage (effet de Baushinger); Illustration de la courbe déformation transversale en fonction de la déformation longitudinale (variation du coefficient de poisson); Définition des contraintes vraies et des déformations vraies; Décomposition de la déformation totale en composante élastique et composante plastique; Les équations donnant la composante plastique des déformations dans un chargement tridimensionnel; Modèles de comportement élastique/plastique; Comportement élastique/parfaitement plastique; Comportement élastique avec écrouissage linéaire; Comportement élastique avec écrouissage en loi de puissance; Comportement élastique avec écrouissage en loi de Ramberg-Osgood.

#### **Chapitre 5. Endommagement et Rupture**

**(2 Semaines)**

- Endommagement
- Description
- Mesure
- Rupture
- Description
- Mécanique de la rupture

**Mode d'évaluation:** Contrôle continue 40%; Examen 60%.

#### **Références bibliographiques:**

1. *Comportement mécanique des matériaux Tome 1-2: élasticité et plasticité (2° Ed.)*  
FRANÇOIS Dominique, PINEAU André, ZAOUI André - Ed. HERMES-1992
2. *Comportement mécanique des matériaux -FRANCOIS DOMINIQUE- Edité par HERMES*  
SCIENCE PUBLICATIONS-2002

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**

**Matière: Thermodynamique et diagrammes d'équilibre**

**VHS: 45 h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant devra être capable d'utiliser les outils thermodynamiques afin de mener l'étude concrète des systèmes physico-chimiques à l'équilibre ou en cours d'évolution.

L'outil et concepts développés dans ce cours seront directement appliqués au cours de lecture utilisant les diagrammes de phases

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière, probabilité et statistique, cristallographie, thermodynamique

**Contenu de la matière:**

**Thermodynamique :(4 semaines)**

1- rappels des définitions de base : système, phase, constituant, variables et fonctions d'état, expressions des compositions, premier et second principe,

2- rappels fondamentaux sur les conditions d'équilibre : potentiel chimique et relations de Gibbs, équilibre vrai et apparent, stabilité, métastabilité,

3- systèmes multi-constitués : grandeurs partielles, modèles de solutions idéales, régulières et interstitielles.

**Diagrammes d'équilibres :**

1- Equilibre(1 semaine)

2- Système à un constituant

3- Solutions binaires(1 semaine)

4- Equilibres dans systèmes hétérogènes(1 semaine)

5- Diagrammes de phases binaires(3 semaine)

6- Diagrammes de phases ternaires(3 semaine)

7-Etudes de cas : lecture et exploitation de diagrammes d'équilibres entre phases (métaux, céramiques, oxydes, polymères...)(2 semaine)

**Mode d'évaluation:**Contrôle continue40%; Examen 60%.

**Références bibliographiques:**

1. L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave. "Des Matériaux". Ed. école Polytechnique de Montréal.
2. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quere. "Éléments de métallurgie physique". La Documentation Française, Paris.
3. Science et génie des matériaux -W.D. Callister
4. Précis de métallurgie- J. Barralis, G. Maeder
5. Métallurgie générale -J.Benard

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.3****Matière: Structure des Matériaux et défauts cristallins****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de ce cours est de présenter les principes qui régissent les relations entre l'élaboration, la microstructure et les propriétés mécaniques des métaux. Il est présenté surtout les principaux métaux et leurs alliages.

**Connaissances préalables recommandées:**

Science des matériaux, Structure de la matière, Thermodynamique Statistique

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Cristallographie :****(2 semaines)**

Réseau direct (notions fondamentales, notations cristallographiques, propriétés des réseaux) ; Réseau réciproque ; Symétries cristallines ;  
Loi de Bragg (Diffraction, construction d'Ewald, cas des électrons) ;  
Distributions des intensités diffractées (Facteur de diffusion atomique, facteur de structure, application à des alliages) ;  
Méthodes expérimentales (Méthode de Debye-scherrer, méthode de Laue, etc.)

**Chapitre 2 : Défauts ponctuels :**

1. Théorie élastique (Rappel) : **(2 semaines)**
  - 1.1-Modèle de Better
  - 1.2-Modèle de Pines et Eshebly
  - 1.3-Inclusion, modèle des défauts ponctuels
  - 1.4-Cas d'un atome d'impureté en substitution
2. Lacunes et interstitiels : **(2 semaines)**
  - 2.1-Lacunes
  - 2.2-Variation des paramètres macroscopiques et microscopiques
  - 2.3-Variation des contraintes élastiques, enthalpie de formation
  - 2.4-Energie déformation Lacune- impureté
3. Interstitiels **(2 semaines)**
  - 3.1-Energie élastique
  - 3.2-Variation des paramètres macroscopiques et microscopiques
  - 3.3-Paire de Frenkel
4. Thermodynamique des défauts ponctuels **( 2 semaines)**
  - 4.1-Concentration des défauts ponctuels
  - 4.2-Entropie de formation des défauts ponctuels
5. Production des défauts ponctuels par irradiation **(1semaine)**
  - 5.1-Probabilité de déplacement
  - 5.2-Entropie seuil de déplacement
  - 5.3-Volume de recombinaison
  - 5.4-Vitesse de production
6. Processus de déplacement **(1 semaine)**

- 6.1-Nombre d'atomes déplacés
- 6.2-Nombre d'atomes déplacés en cascade
- 7. Effet du caractère cristallin (1 semaine)
- 7.1-Focalisation
- 7.2-Canalisation
- 8. Migration thermique des défauts ponctuels (1 semaine)
- 8.1-Diffusion atomique par mécanisme lacunaire (1 semaine)
- 8.2-Diffusion accélérée par irradiation
- 9. Mécanismes d'élimination des défauts ponctuels (1semaine)
- 10. Défauts produits par écrouissage
- 11. Analyse expérimentales des défauts ponctuels (1semaine)
- 12. Implantation ionique

**Mode d'évaluation:** Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave. "Des Matériaux". Ed. école Polytechnique de Montréal.
2. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quere. "Éléments de métallurgie physique". La Documentation Française, Paris.
3. W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambélli. "Introduction à la science des matériaux", coll (traité des matériaux), vol. 1. Presse Polytechniques Romandes, Lausanne.
4. H. De Leiris. "Métaux et alliages". Masson, Paris

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**

**Matière: Méthodes des éléments finis**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'objet de ce cours est la présentation de la méthode des éléments finis et de son implémentation pratique sur ordinateur. On y trouvera tous les détails de la programmation effective de la méthode, une introduction aux techniques de maillages adaptatifs et la résolution de problèmes de conception et d'optimisation. Connaître les principes théoriques, mathématiques et techniques, accompagnés d'exemples et d'exercices d'application.

**Connaissances préalables recommandées:**

Analyse numérique, Calcul matriciel, méthodes numériques, résistance des matériaux.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Concepts de Base (2 semaines)**

- 1-Introduction
- 2-Connaissances fondamentales nécessaires
- 3- Méthodes d'analyse matricielle
- 4- Principe des travaux virtuels
- 5- Méthode des éléments finis

**Chapitre 2 : Eléments de structures (2 semaines)**

- 1- Eléments de ressort
- 2- Eléments de Barre
- 2- Eléments de Poutre
- 3- Eléments Plans (d'ordre 1 et d'ordre élevés)
- 4- Exercices d'application

**Chapitre 3 : Formulation Isoparamétrique(2semaines)**

- 1- Introduction
- 2-Fonctions de forme et Jacobien
- 3- Intégration numérique (Quadrature de Gauss).
- 4-Critères de convergence
- 4- Formulation des éléments isoparamétriques (1D et 2D)
  - Matrice de rigidité
  - Forces élémentaires
- 5- Exercices d'application

**Chapitre 4 : Eléments Axisymétriques (2 semaines)**

- 1-Introduction
- 2- Matrice de rigidité
- 3- Solutions pour un récipient sous pression
- 4- Exercices d'application sur les éléments axisymétriques

**Chapitre 5 : Eléments de structures Tri-dimensionnels(2 semaines)**



- 1- Introduction
- 2- Contrainte et déformation Tri-dimensionnelle
- 2- Eléments Tétraédriques
- 3- Eléments Solides (Briques à 8 nœuds)
- 4-Formulation isoparamétrique des éléments de volume

### **Chapitre 6 : Eléments pour la flexion des plaques (2 semaines)**

- 1- Introduction
- 2-Concepts de Base pour la flexion des plaques
- 3- Matrice de rigidité d'un élément plaque à modèles en déplacement
- 4-Comparaison numérique entre quelques éléments plaques à modèles en déplacement
- 5-Problèmes

### **Chapitre 7 : Formulations complémentaires (2 semaines)**

- Techniques éléments finis
  - Conception de maillage
  - Distorsion
  - Comment choisir un maillage
  - Convergence
- **Non linéarité matérielle**
  - Elastoplasticité
  - Comportement élastoplastique
  - Techniques de résolution

### **Chapitre 8 : Programmation cours(1 semaine)**

- 1- Programmation des éléments plans
- 2- Programmation de l'élément plaques R4

**Mode d'évaluation : Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.**

### **Références**

- 1- *Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés)*
- 2- *Modélisation des structures par éléments finis volume 1,2 (Jean-Louis Batoz et Gouri Dhatt)*
- 3- *Introduction à la méthode des éléments finis (Lenneth Rocky, Roy Evans, William Griffiths et David Nethercit).*
- 4- *Help Logiciel Abaqus 6.11 et Logiciel Scientific-Workplace 5.5, Fortran Power-Station*
- 5- *Sites internet.*

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEM1.1.2**

**Matière: Elaboration et caractérisation des matériaux céramiques**

**VHS: 45h 00 (Cours :1h30 TP : 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cet enseignement permet à l'étudiant l'assimilation des techniques d'élaboration et de caractérisation mécaniques et physiques céramiques techniques utilisés dans l'industrie. Il lui permet également la compréhension des techniques d'élaboration des bimatériaux de types céramique-métal et de leurs mécanismes d'adhésion. Il donne les connaissances nécessaires sur l'importance de ces matériaux dans les performances économiques et techniques et de lui permettre être en mesure d'analyser et de comprendre les différents choix de céramiques en fonction de leurs mise en service.

**Connaissances préalables recommandées:**

Résistance des matériaux, Elasticité, Techniques expérimentales,

**Contenu de la matière :**

- 1- Céramiques structurales et fonctionnelles.(3semaines)
- 2- Propriétés des céramiques techniques. (3semaines)
- 3- Grandes classes de matériaux céramiques: alumines, aluminosilicates, oxydes, carbures de silicium, nitrures de silicium, autres céramiques, vitro-céramiques et fibres. (3semaines)
- 4- Modification de la microstructure.(3semaines)
- 5- Évaluation des propriétés et méthodes d'essais non destructifs(3semaines)

**Mode d'évaluation :** Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

Livres

1-*Les Diélectriques*. 3716 R.Coelho, Édition : Hermes

2- *Milieux Diélectriques*. C.Garing, Édition : Ellipses

3-*Sables,Poudres Et Grains:Introduction A La Physique Des milieux Granulaires*.

J.Duran, Édition : Eyrolles

Thèses

1-*Courbiere. M. " Etude des liaisons céramique-métal, application au couple cuivre -alumine ". Thèse doctorat, école centrale de Lyon,1986.*

2-*DAGDAG. S « Matériaux Et RevêtementsCeramiques Multifonctionnels Par Pecvd Et Sps Pour l'integration De Puissance Haute Temperature-Haute Tension. », Thèse doctorat, l'institut national polytechnique de toulouse,2005.*

3-*Lourdin. P. " les liaisons Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> à l'état solide, élaboration, états des contraintes thermiques, comportement mécanique. Thèse doctorat, école centrale de Lyon 1992*

4-*Miserez. A.G "fracture and toughening of high volume fraction ceramicparticlereinforcedmetals ". Thèse doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne,2002.*

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.2**  
**Matière : TP Eléments finis**  
**VHS : 45h (TP : 3h00 )**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Connaitre la manière de modéliser et simuler sur un Logiciel ou code de calcul par éléments finis.

**Connaissances préalables recommandées :**

Formulation et Calcul par éléments finis

**Contenu de la matière :**

- 1- TP sur les ressorts ; barres, poutre
- 2- TP sur les éléments plans
  - Formulation analytique des éléments Q4, T3, par logiciel mathématique Scientifique et détermination de la matrice de rigidité élémentaire ainsi que l'assemblage de ces matrices.
  - Modélisation des poutres en 2 D par des éléments Plans Q4 et T3 sur Logiciel (Abaqus, Ansys, RDM6,.....) et comparaison avec les solutions analytiques existantes .
- 3- TP avec Logiciel (Abaqus , Ansys, ..... ) sur les éléments axisymétriques (cylindre sous pression interne)
- 4- TP avec Logiciel (Abaqus , Ansys, ..... ) sur Vibration des poutres modélisées par des éléments de membrane ( Exemple CPS4 et CPS3 du code Abaqus) et des plaques modélisées par des éléments plaques ( Exemple S4R du code Abaqus).
- 5- TP de transfert thermique sur code de calcul (Abaqus, Ansys....).
- 6- TP avec Logiciel (Abaqus , Ansys, ..... ) sur Calcul plastique des structures bi et tri-dimensionnelle.
- 7- Programmation par Fortran ou Matlab des éléments Q4, T3, Barre et Poutre.

**Mode d'évaluation :** Contrôle Continu : 100%

**Références bibliographiques :**

1. J.F. Imbert, "Analyse Des Structures Par Elements Finis", Cepadues, 3ème Éd., 1991.
2. Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Volume 1 : Solides Elastiques", Hermès Sciences Publication 1990.
3. Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Volume 2 : Poutres & Plaques", Hermès Sciences Publication 1990.
4. Jean-Louis Batoz, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Tome 3 : Coques", Hermès Sciences Publication 1992.
5. O.C.Zienkiewicz, "La Methode Des Elements Finis", Mc Graw Hill, 1979.
6. Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés)
7. Rahmani O et Kebdani S., Introduction à la méthode des éléments finis pour les ingénieurs, 2<sup>ème</sup> ed. OPU, 1994.

8. *D. Ouinas « Application de la méthode des éléments finis à l'usage des ingénieurs, cours et exercices corrigés ». Tome 1-OPU 2012.*
9. *Paul Louis George, "Generation Automatique De Maillages: Applications Aux Methodes d'elements Finis", Dunod, 1990.*
10. *C. Zienkiewicz And R. L. Taylor, "The Finite Element Method For Solid And Structural Mechanics", Sixth Edition By O. Butterworth-Heinemann 2005.*
11. *Alaa Chateaufneuf, "Comprendre Les Elements Finis : Structures. Principes, Formulations Et Exercices Corrigees", Ellipses Marketing, Juillet 2005.*

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1.2**  
**Matière: Essais Mécaniques**  
**VHS: 15h 00(TP: 1h00)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ceux sont des travaux pratiques qui permettront à l'étudiant de savoir et maîtriser les techniques de détermination de la direction et de l'intensité des contraintes dans un matériau.

**Contenu :**  
**(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)**

Essais de traction  
Essais de dureté  
Frottement intérieur  
Essais de fatigue  
Essai de résilience  
Essai de fluage

**Mode d'évaluation:**Contrôle continu100%

**Références bibliographiques:**

Normes :

*NF 10002-1 (1990) Matériaux métalliques- Essai de traction*

*EN ISO 6892 (1996) Matériaux métalliques- Essai de traction*

Ouvrages

*ASTM Tensiletesting P. Han ed. , 1992*

*J. Barralis et G. Maeder, Précis de métallurgie (1995)*

*J. Lemaitre et J.L. Chaboche – Mécanique des matériaux Solides- Dunod 1976*

*D. François – Essais mécaniques des métaux- Techniques de l'Ingénieur- M120-121*

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UET 1.1**  
**Matière 1: Anglais technique et terminologie**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

**Contenu de la matière:**

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

**Recommandation :** Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques :**

1. P.T. Danison, *Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007*
2. A. Chamberlain, R. Steele, *Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992*
3. R. Ernst, *Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.*
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, *Basic Technical English, Oxford University Press, 1980*

### **III - Programme détaillé par matière des semestres S2**

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière: Comportement mécanique des Matériaux Composites et multi-matériaux**

**VHS: 67h30 (Cours: 3h TD : 1h30)**

**Crédits: 6**

**Coefficient: 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étude du comportement mécanique des matériaux composites et multi matériaux a pour but de connaître leur réponse à une sollicitation donnée.

Ce cours permet aussi à l'étudiant la compréhension des mécanismes physiques d'endommagement et de fissuration dans les matériaux composites et les multi matériaux. Les connaissances acquises en mécanique de la rupture seront mises à profit pour aborder les mécanismes physiques d'amorçage et de propagation des fissures et l'effet de la microstructure de ces matériaux, et donc du procédé de mise en œuvre utilisé, sur la résistance à la fissuration des matériaux composites et des multi matériaux

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière S1, Sciences des Matériaux S4, Mécanique des milieux continus S5.

**Contenu de la matière:**

**CHAPITRE 1 Généralités sur les matériaux composites (2 semaines)**

- Définitions de base
- Notions de bases
- Les composants
- Les renforts
  - Les fibres
- Les matrices
- Les matériaux composites structuraux

**CHAPITRE 2 Approche classique des composites : spécificité du calcul des composites (5 semaines)**

- Etude des lois de comportement anisotrope 3D
  - Hypothèses de travail
  - Loi de Hooke
  - Propriétés
  - Notations " chapeau "
  - Matériau orthotrope (orthogonal+anisotrope)
  - Matériau isotrope transverse
- Comportement anisotrope 2D
  - Repère du pli
  - Coefficients de souplesse
  - Coefficients de raideur

**CHAPITRE 3 Calculs d'homogénéisations des composites (4 semaines)**

- Homogénéisation pour le calcul des modules
  - Homogénéisation simplifiée - Les modèles à " Bornes "
- Théorie simplifiée des stratifiés
  - Comportement en membrane
  - Comportement en flexion



- Prise en compte des effets hygrothermiques
  - Effets thermiques
  - Effets hygrométriques
  - Superposition des effets thermiques et hygrométriques
- Règles de conception d'une pièce composite

#### **CHAPITRE 4 Critères de rupture classique (4semaines)**

- Définition des critères de résistance
  - Le critère de Tsai-Hill
  - Le critère de Tsai-Wu
  - Critère de la contrainte maximale
  - Critère de la déformation maximale
  - Le critère mixte
  - Le critère de Hashin

#### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

#### **Références bibliographiques:**

1. D. Guitard, "Mécanique du matériau bois et composites, Cépadués Ed.
2. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
3. J. Bodig, B.A. Jayne, "Mechanics of Wood and Wood composites", Van Nostrand Reinhold.
4. J.M. Dinwoodie, "Timber, its Nature and behavior", Van Nostrand Reinhold.
5. H.E. Desch, Timber, its Structure, Properties, and utilization". Macmillan.
6. D. Gay, "Matériaux composites", Hermes.
7. N.C. Hillyard, "Mechanics of Cellular Plastics" Ap. Sc. Publishers.
8. M. Grayson, "Encyclopedia of Composite Materials and Components".

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière: Propriétés Physico-chimique et mécanique des polymères**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Cette UE traite des propriétés physiques et mécaniques des matériaux polymères avec pour perspective de mettre l'accent sur les corrélations existant entre structure chimique et propriétés d'usage. A cette fin, l'accent est mis à la fois sur les lois « macroscopiques » de comportement et sur les facteurs moléculaires qui permettent de les interpréter (mobilité moléculaire, transition vitreuse, enchevêtrements, micromécanismes de déformation et de rupture).

### **Connaissances préalables recommandées:**

Polymères

### **Contenu de la matière:**

#### **Comportement mécanique des Matériaux Polymères.**

Influence de la température. Polymères amorphes / semi-cristallins. **(2 semaines)**

Principe d'équivalence temps - température. **(2 semaines)**

Viscoélasticité linéaire. Modèles rhéologiques spécifiques aux matériaux polymères. **(2 semaines)**

Mécanismes d'endommagement et de rupture. **(2 semaines)**

#### **Comportement électrique et diélectrique des polymères**

- Définitions - polarisation, permittivité, conductivité, **(1 semaines)**

- Relaxation diélectrique – Modélisation, **(2 semaines)**

- Comportements – types des polymères, **(2 semaines)**

- Analogie comportements mécanique et diélectrique. **(2 semaines)**

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
2. J.P. Trotignon, M. Piperaud, J. Verdu, A. Dobraczynski, "Précis de matières plastiques", AFNOR- Nathan.
3. J. Bost. "Matières plastiques; tome 2. Technologie, plasturgie. Technique et documentation", Lavoisier.
4. F.W. Billmeyer, "Textbook of polymer science". Wiley Intersciences.
5. J.A. Rydson, "Plastics Materials", Buterworth.
6. R.J. Young; "Introduction to Polymers", Chapman and Hall

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**  
**Matière: Diffusion et transformation de phases**  
**VHS: 45h (Cours: 1h30 TD : 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Cette composante a pour objectif de faire connaître à l'étudiant les différents modes de diffusions dans les solides, leurs mécanismes. L'outil et concept développés dans cette composante seront directement appliqués aux cours de défauts ponctuels, déformation plastique et des diagrammes et transformation de phases.

Approfondir la connaissance des transformations de phases (solidification et transformations à l'état solide) sur des bases thermodynamiques.

Examiner les principaux mécanismes qui régissent les transformations de phases à l'échelle de la microstructure

Présenter les applications industrielles découlant de la maîtrise des microstructures

Acquérir les bases scientifiques des transformations microstructurales des alliages métalliques pour arriver à interpréter les propriétés physiques et mécaniques ou à proposer des améliorations.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Calculs différentiels, structure de la matière, thermodynamique

### **Contenu de la matière:**

La Diffusion

- Introduction
- Mécanismes de la Diffusion
- Lois Phénoménologiques de la Diffusion : les Équations de Fick
- Quelques Applications

Les Transformations de phases

- Introduction
- Germination et Croissance d'une Nouvelle Phase
- Les diagrammes TTT
- Les transformations sans diffusion

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques :**

Métallurgie générale

J. Benar, A. Michel, J. Philibert, J. Talbot 2<sup>ème</sup> Édition Masson 1991

Des matériaux

Technique de l'ingénieur série M

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**

**Matière: Mécanique de la rupture**

**VHS: 45h (Cours: 1h.30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Cette unité d'enseignement porte sur l'intégrité des structures fondée sur la mécanique de la rupture et qui a pour but de prévoir la fiabilité, la durée de vie et la sécurité de composants industriels de dimensions, géométries ou matériaux variés. Nous avons pour objectif de présenter et de pratiquer les démarches modernes et efficaces de dimensionnement en présence de fissures selon le mode de fissuration envisagé. Ce cours est constitué de deux parties : Mécanique de la rupture fragile et Mécanique de l'endommagement. L'objectif de la partie consacrée à la Mécanique de la rupture fragile est d'exposer les bases de la théorie de la rupture fragile, telle qu'elle est couramment utilisée dans les laboratoires de recherche et l'industrie de pointe (nucléaire, aéronautique, ...) pour prédire la fissuration des matériaux.

La partie consacrée à la mécanique de l'endommagement a pour objectif d'exposer les bases de la Mécanique de l'endommagement des matériaux. On introduira les concepts fondamentaux par une approche par homogénéisation reliant la rupture à l'échelle microscopique et l'endommagement distribué à l'échelle macroscopique. Des modèles d'endommagement spécifiques aux différentes classes de matériaux seront présentés à l'aide d'une approche phénoménologique. Les aspects spécifiques de résolution numérique des problèmes d'endommagement des structures seront exposés et illustrés par des exemples d'intégration dans un code général d'éléments finis.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux

### **Contenu de la matière:**

Dans un premier temps, les différents types physiques de rupture sont présentés : ruptures fragile et ductile, transition fragile-ductile, fissuration. La deuxième partie concerne la mécanique linéaire de la rupture : facteur de concentration de contrainte, champs de contraintes et de déplacements au voisinage d'une fissure, facteur d'intensité de contrainte, ténacité, critères d'énergie, taux de restitution d'énergie. Pour finir, une extension à la mécanique de la rupture élastoplastique est présentée : zone plastique en pointe de fissure, solutions en plasticité confinée, introduction à la plasticité étendue (intégrale J), risques de rupture en élastoplastique, courbes de résistance.

### **Chapitre 1 : Introduction (2 semaines)**

- Aperçu sur la rupture ( les différents types physiques de rupture: ruptures fragile et ductile, transition fragile-ductile, fissuration).
- Utilisation de la mécanique de la rupture en conception
- Influence des propriétés des matériaux sur la rupture

### **Chapitre 2 : Mécanique linéaire de la rupture (8 semaines)**

(facteur de concentration de contrainte, champs de contraintes et de déplacements au voisinage d'une fissure, facteur d'intensité de contrainte, ténacité, critères d'énergie, taux de restitution d'énergie)

- Approche atomique de la rupture fragile
- Concentration des contraintes près d'un défaut
- Théorie énergétique de Griffith
- Description des Champs des contraintes au voisinage immédiat d'une fissure à l'aide du Facteur d'intensité des contraintes
- Relation entre le FIC et l'Énergie de Griffith

- Principe de superposition en MLER
- Relation entre le FIC et le comportement global
- Propagation brutale des fissures- Tenacité
- Propagation instable – Courbe R
- Zone plastique à Fond de fissure
- mode de rupture mixte

### **B- Mécanique non linéaire de la rupture (5 semaines)**

- Notion de CTOD
- Intégrale J
- Relation entre l'intégrale J et le CTOD
- Courbe  $J_R$  de résistance à la fissuration
- Rupture contrôlée par l'Intégrale J
- Triaxialité des contraintes en plasticité étendue

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques:**

- Mécanique de la rupture fragile et ductile, Jean-Baptiste Leblond, Hermes Science Publications (2003), Etudes en mecanique materiaux
- Comportement mécanique des matériaux : viscoplasticité, endommagement, rupture, D. Francois, A. Pineau, Hermes Sciences Publication (1993)
- La simulation numérique de la propagation des fissures, S. Pommier, A. Gravouil, N. Moës, A. Combescure, Hermes Sciences Publication (2009)
- Fatigue of Materials, S. Suresh , Cambridge University Press, (1998)
- H.D. Bui, Mécanique de la Rupture Fragile, Masson, 1978
- J. Lemaitre, A Course on Damage Mechanics, Springer, Berlin, 1996.
- D. Krajcinovic, Damage Mechanics, Elsevier, North Holland, 1996
- J. Lemaitre, R. Desmorat, Engineering Damage Mechanics, Springer, Berlin, 2005.

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 1.2**

**Matière: Modélisation et simulation des matériaux**

**VHS: 45h (Cours: 1h.30, TP: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient:2**

**Objectifs de l'enseignement:**

En sciences techniques, la complexité pratique des problèmes nécessite le recours aux méthodes numériques. En mécanique des matériaux, la méthode universellement utilisée est celle des éléments finis. Elle permet à l'étudiant une connaissance de la modélisation et de la démarche par éléments finis et elle lui donne la capacité nécessaire de pouvoir utiliser des logiciels de calculs pour la résolution de problèmes liés au comportement des matériaux.

Cette composante qui s'appuie sur des éléments de l'analyse numérique, a pour objectif d'initier l'étudiant à la simulation et à la modélisation des comportements mécaniques de matériaux. Elle a pour but la présentation de procédures de calculs pour l'étude préliminaire et conceptuelle, des codes de machines et d'analyses initiales et de techniques expérimentales de performances des matériaux.

Cette formation a pour objectif de former des spécialistes de haut niveau dans le domaine de la modélisation et simulation en mécanique, avec apprentissage poussé d'un code industriel, des matériaux et des structures. Le titulaire du master possède une solide formation dans les domaines de la mécanique des milieux continus et la modélisation pour la mécanique, ainsi qu'aux techniques les plus avancées en simulation numérique. Il a également une bonne pratique de la simulation sur ordinateurs.

**Connaissances préalables recommandées:**

Analyse numérique, informatique

**Contenu de la matière:**

Approche directe d'analyse matricielle, principe d'énergie potentielle minimum et méthode de Rayleigh-Ritz.

Formulations compatibles des éléments : solide, poutre, plaque et coque.

Corps axisymétriques avec les chargements généraux.

Problèmes de valeurs propres: analyses dynamique et stabilité linéaire.

Problèmes avec contraintes. Formulations mixtes, hybrides et équilibrées.

Méthodes des résidus pondérés.

Formulation non linéaire des éléments de barre

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques :**

Analyse des structures par éléments finis.

J.F. Imbert, Édition : Cepadues

Modélisation des structures par éléments finis.

J-L. Batoz, Édition : Hermes

Mécanique des structures par la méthode des éléments finis.

Ph. Trompette, Édition : Masson

Méthodes d'éléments finis pour les problèmes de coques minces.

M. Bernadou, Édition : Masson

Méthode des éléments finis.

T. Gmur, Édition : Romandes

le calcul des structures par éléments finis.

H. Debaecker, Édition : Hermes

Éléments finis volume 1 Zienckewiz, Édition : B.H

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 1.2**

**Matière: Traitement Thermique**

**VHS: 37h30 (Cours : 1h30 , TP: 1h00)**

**Crédits: 3**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

- Mettre en oeuvre les principaux traitements thermiques et les principales techniques expérimentales pour l'étude des transformations structurales des alliages métalliques
- Mettre en évidence les modifications des propriétés et la valorisation des matériaux obtenues à l'issue des traitements
- Mettre en évidence les corrélations entre les comportements, les traitements et les structures.

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique (compréhension des diagrammes d'équilibre et de phase, thermochimie), notions de mécanique. Métaux et alliages

**Contenu de la matière:**

- ✓ Les traitements thermiques industriels classiques (recuits et trempes, recuits)
- ✓ Traitements thermochimiques de diffusion (Cémentation, Nitruration etc...)
- ✓ Les observations micrographiques et la mesure des caractéristiques physiques et mécaniques
- ✓ Utilisation de documents et de logiciels professionnels (diagrammes de transformations, traitements thermiques, prévision des caractéristiques)

**(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)**

Les manipulations : Chaque manipulation est conçue comme un projet expérimental associant le matériau objet de l'étude, les traitements, et la caractérisation. Les différentes manipulations abordent les thèmes suivants :

- ✓ La modification des propriétés des alliages par traitement thermique dans la masse et l'étude des mécanismes de durcissement des alliages métalliques
- ✓ La prévision des caractéristiques mécaniques des aciers
- ✓ La modification des propriétés superficielles des matériaux
- ✓ La déformation à froid et les effets des recuits après écrouissage

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques :**

- Précis de métallurgie : élaboration, structures-propriétés, normalisation / J. Barralis ; G. Maeder / AFNOR /1997
- Matériaux industriels : matériaux métalliques / M. Colombié / Dunod / 2000
- Métallurgie : métaux, alliages, propriétés / G. Murry / Dunod / 2004
- Métallurgie Tome I : alliages métalliques / C. Chaussin ; G. Hilly / Dunod /1967
- Principes de base des traitements thermiques, thermomécaniques et thermochimiques des aciers / A. Constant ; G. Henry ; J.C. Charbonnier / Pyc Edition / 1992
- Eléments de Métallurgie Physique T3 à T5 / Adda ; Philibert ; Quere ; Dupouy / CEA / 1988
- Science des matériaux : métallurgie mécanique - Du microscopique au macroscopique / Cornet ; Hlawka / Ellipses / 2006 / Technosup

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 1.2**

**Matière: Elaboration et caractérisation des Matériaux composites**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

- Concevoir et développer des matériaux composites à matrice polymère en choisissant la matrice adaptée, le type de renfort (focus sur la fibre de carbone) et le procédé d'élaboration à mettre en œuvre pour obtenir des propriétés spécifiques et contrôlées.
- Tirer partie de l'association dans un matériau composite d'une matrice polymère continue et de renforts pour produire un effet de synergie entre les propriétés des différents éléments constitutifs
- Contribuer au développement de composites en respectant un cahier des charges typique des applications industrielles les plus courantes.

### **Connaissances préalables recommandées:**

#### **Contenu de la matière:**

##### **Chapitre 1. Mise en œuvre et architecture des matériaux composites**

1. Mise en œuvre des matériaux composites
  - Moulage sans pression
  - Moulage sous vide
  - Moulage par compression
  - Moulage en continu
  - Moulage par pultrusion
  - Moulage par centrifugation
  - Moulage par enroulement filamentaire
2. utilisation de demi-produits
  - Préimprégnés
  - Les compounds de moulage
3. Architecture des matériaux composites
  - Stratifiés
  - Composites sandwiches
  - Autres architectures
  - Conséquences sur le comportement mécanique des matériaux composites

##### **Chapitre 2.. Caractérisation des matériaux composites**

1. flexion cylindrique
2. flexion des poutres
3. flexion des plaques stratifiées orthotropes
4. flexion de plaques constituées de stratifiés symétriques, croisés, équilibre

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. R. Ouahas, "Radiocristallographie"
2. W.D. Callister, "Science et génie des matériaux",



3. Suzanne Degallaix et Bernhard Ischner, "Caractérisation expérimentale des matériaux", Traité des matériaux - Volume 20.
4. MARTIN Jean-Luc, GEORGE Armand, "Traité des matériaux Vol 3 : caractérisation expérimentale des matériaux, analyse par rayons X, électrons et neutrons",
5. Baïlon J.P. et Dorlot J.M "Des matériaux", Ed : École polytechnique Montréal.

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UET 1.2**  
**Matière 1: Éthique, déontologie et propriété intellectuelle**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

### **Contenu de la matière :**

#### **A- Ethique et déontologie**

##### **I. Notions d'Éthique et de Déontologie (3 semaines)**

1. Introduction
  1. Définitions : Morale, éthique, déontologie
  2. Distinction entre éthique et déontologie
2. Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS : Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Équité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique.
3. Éthique et déontologie dans le monde du travail  
 Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

##### **II. Recherche intègre et responsable (3 semaines)**

1. Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
2. Responsabilités dans le travail d'équipe : Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
3. Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

## B- Propriété intellectuelle

### I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle (1 semaine)

- 1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
- 2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

### II- Droit d'auteur (5 semaines)

#### 1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

#### 2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

#### 3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

#### 4. Marques, dessins et modèles

Définition. Droit des Marques. Droit des dessins et modèles. Appellation d'origine. Le secret. La contrefaçon.

#### 5. Droit des Indications géographiques

Définitions. Protection des Indications Géographique en Algérie. Traités internationaux sur les indications géographiques.

### III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle (3 semaines)

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

#### Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

#### Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, [https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran\\_ais+d\\_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce](https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce)
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.

6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck et Léda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [www.wipo.int](http://www.wipo.int)
24. <http://www.app.asso.fr/>

### **III - Programme détaillé par matière des semestres S3**

**Semestre 3****Unité d'enseignement: UEF 2.1.1****Matière: Défauts et déformation plastique****VHS: 67h30 (Cours: 3h TD : 1h30)****Crédits: 6****Coefficient:3****Objectifs de l'enseignement:**

Les modèles décrivant, la périodicité des solides parfaits permettent de comprendre certaines propriétés de leurs propriétés. Cependant, plusieurs autres propriétés, en particulier celles dépendants de la structure du solide ne peuvent recevoir une interprétation quantitative suffisante (conductivité électrique ou ionique, propriétés mécaniques, coloration des solides) Tous ces phénomènes s'expliquent par une rupture de périodicité de la structure cristalline. L'étude des propriétés physiques des solides a conduit à introduire dans le cristal une population sans cesse croissante de défauts.

Le présent cours n'a d'autre objectif que de tenter de parvenir à l'élaboration de ce modèle. Le modèle du solide cristallin parfait qui sera progressivement complété par l'introduction des imperfections ou défauts qui existent dans tous les solides réels. C'est l'ensemble cristal (Parfait + défauts) qui constituera le modèle du solide réel. Montrer à l'étudiant que la présence de tels défauts est bénéfique pour les propriétés mécaniques des matériaux telle que la déformation plastique

**Connaissances préalables recommandées:**

Elasticité et MMC.

**Contenu de la matière:****A- Défauts linéaires****(6 semaines)**

Rappel : Elasticité linéaire

Historique

Calcul de Frenckel

Dislocation coin

Dislocation vis

Méthodes élastiques des dislocations

- Méthode de fonction de green
- Energie emmagasinée par le cristal
- Cas d'une dislocation vis
- Cas d'une dislocation coin
- Energie d'interaction entre sources des contraintes
- Energie d'interaction dislocation -dislocation

Tension de ligne

Montée de dislocations

Forces images

**B- Déformation plastique****(5 semaines)**

Introduction

Mode de déformation

Monocristal (facteur de Schmidt)

Bicristal

Polycristal

Microdéformation plastique

Modèle de Taylor

Macro déformation

Modèle du Pencil Gleid

Texture d'écroutissage

**C- Fluage****(4 semaines)**

- Fluage de Nabarro-herring
- Fluage de colle
- Superplasticité

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques :**

1- Plasticité a haute température des solides cristallins

J.P.Poirier, Édition : Eyrolles

2- Structure et propriétés des solides.

B.Chalmers, Édition : Masson

3- Physique des solides

Kittel

4- Métallurgie générale

J. Benar, A. Michel, J. Philibert, J.Talbot 2<sup>ème</sup> Édition Masson 1991

5-Technique de l'ingénieur série M

6- Site internet

Alexis.deschamps@ltpcm.inpg.fr

7- Dislocations et plasticité des matériaux.

J.l.Martin, Édition : Romandes

8- Matériaux et propriétés

Yves Berthaud, Université Pierre et Marie Curie Janvier 2004

9- Science des Matériaux

Sylvie Pommier, Université Pierre et Marie Curie, 2005-2006

**Thèses**

1. Blazy, J « Comportement mécanique des mousses d'aluminium : caractérisations expérimentales sous sollicitations complexes et simulations numériques dans le cadre de l'élasto-plasticité compressible ». Thèse Sciences et Génie des Matériaux, Centre des Matériaux P.M. Fourt, Mines de Paris [ENSMP ] (2003)

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.1**  
**Matière: Fatigue des Matériaux**  
**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD : 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Compléter les connaissances acquises en mécanique de la rupture et inculquer à l'étudiant la notion de rupture par fatigue ainsi que la détermination de la durée de vie d'une structure.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Mécanique de la rupture.

### **Contenu de la matière:**

Le cours de fatigue s'articule autour de trois volets principaux :

- a) Mécanismes physiques de l'endommagement par fatigue : déformation cyclique, amorçage et propagation des fissures en liaison avec les paramètres microstructuraux
- b) Données technologiques de la fatigue : établissements des diagrammes de Manson-Coffin et de Wohler, prise en compte de la contrainte moyenne (Diagramme de Haigh) lois de propagation, cumul de dommage (règle de Miner), chargements variables et complexes (comptage «rain-flow»)
- c) Mise en œuvre dans un contexte industriel : concepts de dimensionnement en durée de vie sûre et en tolérance aux dommages.

#### **I. Chapitre 1 : Concepts généraux sur la fatigue (2 semaines)**

- 1- Introduction
- 2- Mécanismes de fatigue
  - Changement microstructuraux
  - Amorçage de fissure
  - Propagation de fissure
- 3- Différents approches en fatigue
  - Approche en durée de vie
  - Approche en tolérance aux dommages

#### **II. Chapitre 2 : Durée de vie en Fatigue (4 semaines)**

- 1- Comportement en fatigue des matériaux
  - Chargement
  - Diagramme d'endurance
  - Fatigue oligocyclique
  - Domaine d'endurance limité
  - Domaine d'endurance illimitée
- 2- Aspects statistiques
- 3- Facteurs influençant sur la tenue en fatigue
- 4- Diagrammes de Haigh, Goodman, Ros etc..

#### **III. Chapitre 3 : Comportement cyclique (Fatigue oligocyclique) (2 semaines)**

#### **IV. Chapitre 4 : Cumul de dommages (3 semaines)**

#### **V. Chapitre 5 : Propagation des fissures de fatigue ( Approche de la MLER, Mécanismes , Modèles de propagation empiriques et théoriques etc...) (3 semaines)**

#### **VI. Chapitre 6 : Effet d'entaille (Coefficient de réduction de durée de vie $K_f$ , coefficient de Neuber etc...) (1semaine)**

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.



**Références bibliographiques:**

- 1) Fatigue des matériaux et des structures - Tome 1, Introduction, endurance, amorçage et propagation des fissures, fatigue oligocyclique et gigacyclique - Claude Bathias , André Pineau – Ed. : Hermes Science Publications. 2008
- 2) Fatigue des matériaux et des structures – Tome 2- Fissures courtes, mécanismes et approche locale, fatigue-corrosion et effet de l'environnement, chargements d'amplitude variable. Claude Bathias , André Pineau – Ed. : Hermes Science Publications. 2008

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2**

**Matière: Propriétés physiques et mécaniques des Céramiques**

**VHS: 45h (Cours: 1h.30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de cet enseignement est de montrer aux étudiants comment les propriétés physiques, mécaniques et thermomécaniques des céramiques peuvent être contrôlées par la microstructure et comment celle-ci peut être modifiée pour les améliorer.

**Connaissances préalables recommandées:**

Elasticité, thermodynamique, fluage et diffusion.

**Contenu de la matière:**

1. Propriétés mécaniques.
2. Matériaux pour la coupe, le forage et la tribologie.
3. Matériaux réfractaires.
4. Céramiques pour l'électronique.
5. Biocéramiques.
6. Céramiques nucléaires : combustibles, absorbants et matrices inertes.
7. Méthodes sol-gel et propriétés optiques.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

**Matériaux et Processus céramiques**

Boch Philippe. Paris, HermèsScience Publication, 2001 ISBN 2-7462-0191-7

<http://www.hermes-science.com>

**Propriétés et applications des céramiques**

Boch Philippe. Paris, HermèsScience Publication, 2001 ISBN 2-7462-0192-5

<http://www.hermes-science.com>

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2**  
**Matière: Choix des matériaux**  
**VHS: 45h (Cours: 1h.30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient:2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Tout choix de matériaux (organique, inorganique, ou composite) nécessite non seulement la prise en compte de ses caractéristiques intrinsèques et fonctionnelles (mécaniques, physiques, chimiques...), mais aussi de données économiques conjoncturelles. Il doit aussi s'intégrer dans une perspective industrielle s'appuyant sur d'autres concepts tels que la sécurité, l'assurance - qualité, la normalisation, les conséquences vis-à-vis de l'environnement.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Matériaux et alliages.

### **Contenu de la matière**

La méthode enseignée est celle des indices de performances définis par M. ASHBY

Elle comprend :

✓ **Introduction :**

Variété, familles de matériaux - nécessité d'une procédure rationnelle de sélection - Méthodologie générale.

✓ **Méthode de sélection :**

Sélection des matériaux sans et avec la forme - sélection sur les propriétés physiques et mécaniques.

✓ **Sélection multicritères :**

Méthodes de sélection multicritères - sélection multi-astreintes : dimensionnement- sélection multi-objetsifs: valeur d'échange entre les performances - méthodes d'intelligence artificielle (logique floue).

✓ **Sélection des procédés :**

Classification des procédés adaptés à la sélection- méthode de sélection : élimination, attributs des procédés - optimisation : modèles de coûts.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

Science et génie des matériaux W.D. Callister

Sélection des matériaux et des procédés de mise en oeuvre Traité des matériaux - Volume 20

Michael F. Ashby , Yves Bréchet , Luc Salvo

Métallurgie générale J.Benard

Des matériaux J. P. Bailon

Matériaux métalliques cours et TD N. Bouaouadja

**Semestre: 3**

**Unité d'enseignement: UEM 2.1**

**Matière: Méthodes expérimentales et contrôle des matériaux**

**VHS: 45h00 (Cours : 1h30 ; TP: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

Le but du cours est de faire connaître à l'étudiant les principales techniques physiques de caractérisation des matériaux. L'étudiant sera capable de déterminer le nombre et la structure cristalline des phases d'un alliage, à partir d'un diagramme de diffraction.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Cours sciences des matériaux

### **Contenu de la matière :**

<b>Chapitre 1</b> Diffraction des rayons x	<b>(3 semaines)</b>
<b>Chapitre 2</b> Méthodes d'analyse chimique	<b>(5 semaines)</b>
<b>Chapitre 3</b> Méthodes microscopiques	<b>(3 semaines)</b>
<b>Chapitre 4</b> Méthodes thermiques d'analyse	<b>(4 semaines)</b>

### **Contenu des TP**

<b>TP.1 Méthodes de Diffraction des rayons X</b>	<b>(3 semaines)</b>
<b>TP.2 Méthodes microscopiques :</b>	<b>(4 semaines)</b>
1. Microscopie optique	
2. Microscopie électronique à balayage	
<b>TP.3 Méthodes thermiques d'analyse :</b>	<b>(4 semaines)</b>
1. Analyse dilatométrique	
2. Analyse thermique différentielle	
<b>TP.4 Méthodes chimiques</b>	<b>(4 semaines)</b>

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu 40% + examen 60%

**Semestre 3:****Unité d'enseignement: UEM 2.1****Matière: Dégradation des polymères****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Introduction aux techniques de mise en forme des polymères Description de la résistance et du comportement des différents polymères vis à vis d'agents agressifs.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base des grandes classes de matériaux polymères et leur structure

**Contenu de la matière:**

Partie A : Vieillissement des polymères

I : Vieillissement physique des polymères

II : Vieillissement chimique des polymères

III : Dégradation thermique et thermo-oxydation des polymères

IV : Dégradation photochimique et photo-oxydation des polymères

Partie B : Mise en forme des polymères

I : Rappels sur les différentes classes de matériaux polymères et leurs propriétés

II : comportement sous écoulement des polymères fondus.

III : mise en œuvre

**Mode d'évaluation:**

Examen 100%.

**Références bibliographiques:**

Matériaux Polymères- Gettfried W. Ehrenstein et Fabienne Montagne- Hermes Science

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière: Contrôle non destructifs**  
**VHS: 37h30 (Cours : 1h30 TP: 1h00)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

**Connaissances préalables recommandées:**

**Contenu de la matière:**

1. Introduction et rappels	(1 semaine)
2. Ressuage	(1 semaine)
3. Magnétoscopie	(1 semaine)
4. Courants de Foucault (CF)	(2 semaines)
5. Bruit Barkhausen	(2 semaines)
6. Ultra-Sons (US)	(2 semaines)
7. Radiographie X et g (RX, R $\gamma$ )	(2 semaines)
8. La thermographie (IT)	(2 semaines)
9. Applications aux traitements de surface	(2 semaines)

**Travaux Pratiques**

**Selon disponibilité du matériel :**

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%. 60%

**Références bibliographiques:**

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

[1] J. ROGET Essais non destructifs ; L'émission acoustique AFNOR/CETIM

[2] A. VALLINI Joints soudés - Contrôle, métallurgie, résistance DUNOD

[3] G. WACHE Contrôles non destructifs Traitements thermiques N°216-88 à 226-89

[4] B. BANKS; G.E. OLDFIELD; H. RAWDING La détection ultrasonique des défauts dans les matériaux EYROLLES

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement: UET 2.1**

**Matière 1 : Recherche documentaire et conception de mémoire**

**VHS : 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

**Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière:**

**Partie I - Recherche documentaire :**

**Chapitre I-1 : Définition du sujet**

**(02 Semaines)**

- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

**Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information**

**(02 Semaines)**

- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels...)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet...)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

**Chapitre I-3 : Localiser les documents**

**(01 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

**Chapitre I-4 : Traiter l'information**

**(02 Semaines)**

- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

**Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie**

**(01 Semaine)**

- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte...)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

## Partie II : Conception de mémoire

### Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations...)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu*)
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

### Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

### Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit (01 Semaine)

### Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

### Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? (01 Semaine)

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

### Mode d'évaluation :

Examen : 100%

### Références bibliographiques :

1. M. Griselin et al., *Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. J.L. Lebrun, *Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. A. Mallender Tanner, *ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. M. Greuter, *Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. M. Boeglin, *lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. M. Beaud, *l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. M. Beaud, *l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. M. Kalika, *Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*