



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
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>Métallurgie</i>	<i>Génie des Surfaces Métalliques</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  
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# مواظمة

## عرض تكوين

## ماستر أكاديمي

### 2017-2016

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة السطاح المعدنية	تعدين	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>Métallurgie</b>	Génie métallurgique	Métallurgie	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Génie des matériaux	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Construction mécanique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Génie des procédés	<b>4</b>	<b>0.65</b>
		Physique des matériaux	<b>4</b>	<b>0.65</b>
		Chimie des matériaux	<b>4</b>	<b>0.65</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 : 8 Coefficients : 4	Physico- chimie des surfaces et interfaces	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux métalliques I	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Propriétés des matériaux	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Adhésion et adhérence des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Radiocristallographie	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	TP Matériaux métalliques I	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Propriétés des matériaux	3	2			2h30	37h30	37h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1. Crédits : 2 Coefficients : 2	Préparation des surfaces métalliques	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
	Nanomatériaux I	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais Technique et Terminologie	1	1	1h30			22h30	5h00		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</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 2.1 Crédits : 8 Coef. 4	Probabilités et statistiques	4	1	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Corrosion et durabilité I	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Traitements de surfaces I	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Transformations de Phases	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Tribologie	2	2	1h30			22h30	27h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Matériaux métalliques II	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Capteurs et instrumentation	2	1	1h30			22h30	27h30	40%	60%
	Simulation et modélisation des matériaux	2	1	1h30			22h30	27h30	40%	60%
	TP Corrosion et durabilité I	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Normalisation	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Nanotechnologie	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 coef. 1	Ethique, Déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>16h30</b>	<b>6h00</b>	<b>2h30</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 3.1. Crédits : 8 Coefficients : 4	Corrosion et durabilité II	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Contrôle non destructif	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Céramiques, polymères et composites	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Nanomatériaux II	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Méthodes de caractérisation des matériaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Méthodologie de la recherche scientifique	2	1	1h30			22h30	27h30	40%	60%
	Traitements de surfaces II	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 3.1. Crédits : 2 Coefficients : 2	Biomatériaux	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Entrepreneuriat et gestion des entreprises	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coef. 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>		

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S1**

**Semestre :1****Unité d'enseignement : UEF 1.1.1****Matière 1 :- Physico- chimie des surfaces et interfaces****VHS :45h00 (Cours :1h30, TD : 1h30)****Crédits :4****Coefficient :2****Objectifs de l'enseignement :**

Les objectifs de ce module concernent la compréhension générale des propriétés des surfaces et des mécanismes atomiques intervenant dans la réactivité des surfaces. Ils concernent également la compréhension des principes et de certains aspects pratiques des principales techniques de caractérisation chimique des surfaces, telles que la spectroscopie de photoélectrons (XPS) et la spectrométrie Raman ainsi qu'une initiation poussée des techniques de modélisation de la réactivité des surfaces par les outils de la chimie théorique.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les phénomènes d'absorption ; adsorption ; dissociation ; diffusion, la thermodynamique des solutions et des solides, et les techniques de caractérisation fine

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. ----- (3Semaines)**

- I. Généralités sur les surfaces, interfaces et interphases. La surface et ses défauts. Adsorption. Approche de l'énergie associée à la surface d'un cristal. Interfaces, interphases. *Surfaces et interfaces :*

- Interfaces dans les systèmes polyphasiques

Interfaces liquide /liquide, Interfaces Solide / liquide, Interfaces solide gaz

Systèmes polydispersés, émulsion

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

Phénomènes de surface

Tension superficielle

Mouillabilité, adhésion et Angle de contact

. Equations fondamentales de mouillage. Travail d'adhésion et adhérence, travail de cohésion et d'immersion. Montée capillaire. Mouillage - démouillage, mouillage non-réactif et mouillage réactif. Nettoyabilité des surfaces

Adsorption

**Chapitre 3 (3Semaines)**

II. Equilibre mécanique et physico-chimique des systèmes comportant des interfaces  
Equivalence entre tension de surface et énergie de surface d'un liquide. Equilibre mécanique d'un système hétérogène. Evolution d'un système comportant des interfaces planes. Forme d'équilibre d'un cristal. Energie interfaciale et ségrégation dans les systèmes binaires

**Chapitre 4 . (4Semaines)-----**

Thermodynamique des interfaces chargées

Origine des charges de surface

Modèles et application

Electrode / électrolytes

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEF 1.1.1**  
**Matière2 :-Matériaux métalliques I**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

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

- Appréhender la classe des matériaux métalliques : aciers, alliages de titane, alliages d'aluminium et superalliages ;
- Connaître les propriétés des matériaux métalliques en relation avec leurs microstructures, en fonction de leur composition et des traitements thermiques et mécaniques subis.

### **Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de métallurgie physique en licence*

### **Contenu de la matière :**

Chapitre 1. Architecture atomique. Métaux purs, structures cubiques et non cubiques, **(01 semaine)**  
 Chapitre 2. Fusion et solidification **(02 Semaines)**  
 Chapitre 3. Solutions solides, microstructures. **(01 semaine)**  
 Chapitre 4. Défaut ponctuels. Dislocations. **(01 semaine)**  
 Chapitre 5. Comportement mécanique des matériaux : contrainte et déformation, dureté, comportement élastique, déformation plastique des matériaux ductiles. **(03 semaines)**  
 Chapitre 6. Alliages métalliques : solubilité, diagrammes de phase, durcissement par précipitation. Diagrammes d'équilibre thermodynamique. **(03 semaines)**  
 Chapitre 7. Traitements thermiques. Aciers et fontes. **(03 semaines)**

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% , Examen 60%

### **Références bibliographiques :**

- Métallurgie, du minerai au matériau – J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade – Edition Masson ;
- Précis de métallurgie – J. Barralis, G. Maeder – Edition Nathan ;
- Le livre de l'acier – G. Béranger, G. Henry, G. Sanz – Edition Lavoisier.

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF 1.1.2**  
**Matière 3 : Propriétés des Matériaux**  
**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**  
**Crédits : 6**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Définir et présenter les principales propriétés mécaniques (module d'Young, limite d'élasticité, contrainte d'écoulement plastique, ténacité) qui caractérisent les matériaux métalliques. Relier ces propriétés à la structure et la microstructure des alliages et mettre en évidence les facteurs de leur évolution (composition, conditions d'utilisation, traitements thermiques, écrouissage,...).

Définir et présenter les principales propriétés Physiques (Thermiques comme la conductibilité thermique, chaleur spécifique), électrique comme la conductibilité et la résistivité électrique), magnétique en considérant l'aimantation à saturation, et la force coercitive)

**Connaissances préalables recommandées :**

Connaissance de base des modules de physique enseignés en tronc commun, et des notions sur le comportement des matériaux métalliques enseignées en licence

**Contenu de la matière :**

Chapitre 1. –Propriétés mécaniques	(3Semaines)
Chapitre 2. –Propriétés physiques-(Electriques)	(4Semaines)
Chapitre 3. –Propriétés physiques (Thermiques)	(4Semaines)
Chapitre 4. –Propriétés physiques (magnétiques)-----	(4Semaines)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

1. Lakhtine
2. Métallurgie générale (Chalmers)
3. Eléments de métallurgie Physique (Bénard)
4. Physique des solides
5. Précis de métallurgie

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF 1.1.2.**

**Matière 4 :-- Adhésion et adhérence des matériaux-----**

**VHS :45h00 (Cours :1h30, TD : 1h30)**

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Connaitre l'ensemble des phénomènes physico-chimiques qui se produit lorsque l'on met en contact intime deux matériaux. Les différentes théories de l'adhésion prévoient l'établissement de liaisons ou d'interactions spécifiques. Appréhender les notions d'adhésion et d'adhérence macro et microscopique Concevoir une adhérence entre deux surfaces et la tester ; Déterminer les hypothèses et causes lors de rupture d'adhérence

**Connaissances préalables recommandées :**

Ce module nécessite au préalable des connaissances en chimie sur les différents types de liaisons chimiques et en résistance des matériaux

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. ----- (3Semaines)**

Introduction

Définitions (**Adhésion, adhérence**)

Types de liaison Energie de liaison (Ionique Covalente Métallique ; Hydrogène

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

Les théories de l'adhésion

La théorie de l'ancrage mécanique

La théorie de la diffusion

La théorie thermodynamique

Différents types de liaisons et caractéristiques

Énergie de surface et tension superficielle des liquides

**Chapitre 3. ----- (4Semaines)**

Les tests d'adhérence

Interface / Interphase

Rupture adhésive / cohésive

Initiation / Propagation de rupture

Les différents modes de rupture

Les différents tests d'adhérence (Indentation interfaciales, scratch test et autres)

**Chapitre 4. ----- (4Semaines)**

Méthode de mesure de tensions superficielles

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu :40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

Fascicule : Adhésion et Adhérence des Matériaux Maëlen AUFRAY

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1.**  
**Matière 1 :-Radiocristallographie**  
**VHS :37h30 (Cours :3h00, TP : 1h00)**  
**Crédits :4**  
**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Donner aux élèves les concepts de bases de cristallographie et de cristalochimie indispensables à la compréhension de la structure des matériaux en relation avec leurs propriétés.

**Connaissances préalables recommandées :**

Avoir des connaissances de base en métallurgie physique ; constitution cristalline, défauts du réseau cristallin, structure et propriétés des matériaux.

**Contenu de la matière :**

<b>Chapitre 1.</b> Cristallographie géométrique-----	<b>(2Semaines)</b>
<b>Chapitre 2.</b> Symétrie des cristaux -----	<b>(2Semaines)</b>
<b>Chapitre 3.</b> - Les sept mailles cristalline et réseaux de Bravais -	<b>(1Semaine)</b>
<b>Chapitre 4.</b> Réseau réciproque -----	<b>(1Semaine)</b>
<b>Chapitre 5.</b> Sphère D'Ewald-----	<b>(1Semaine)</b>
<b>Chapitre 6.</b> Les rayons X -----	<b>(2Semaines)</b>
<b>Chapitre 7.</b> Interaction RX-matière –fluorescence – facteur de diffusion- diffraction----- -----	<b>(2Semaines)</b>
<b>Chapitre 8.</b> Techniques expérimentales (Méthode des poudres, Analyse des spectres de diffraction pour des structures simples. Identification des phases. Application au dosage de l'austénite résiduelle dans les aciers ; Méthode diffractométrique ; Principe de la mesure des contraintes résiduelles par rayons X ; Méthode de Laue (orientation des monocristaux) ; Méthode du cristal tournant (texture et figures de pôles) -----	<b>(4Semaines)</b>

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques : (Si possible)**

1. Précis de métallurgie
2. Eléments de Métallurgie physique
3. Cristallographie et Radiocristallographie
4. Le livre de l'acier – G. Béranger, G. Henry, G. Sanz – Edition Lavoisier.

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM1.1**  
**Matière 2 : TP Matériaux métalliques I**  
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Mettre en pratique les enseignements du cours de matériaux métalliques

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours de matériaux métalliques

**Contenu de la matière :**

TP1-Réalisation de traitements thermiques sur des alliages non ferreux

TP2-Réalisation de traitements thermiques sur des aciers spéciaux

TP3- Analyse des résultats : relations entre traitements thermiques, microstructures et propriétés

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

**Références bibliographiques :**

- Métallurgie, du minerai au matériau – J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade – Edition Masson ;
- Précis de métallurgie – J. Barralis, G. Maeder – Edition Nathan ;
- Le livre de l'acier – G. Béranger, G. Henry, G. Sanz – Edition Lavoisier.

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière 3 : TP Propriétés des Matériaux**  
**VHS : 37h30 (TP : 2h30)**  
**Crédits : 3 Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Savoir Déterminer expérimentalement toutes les propriétés mécaniques et physiques

**Connaissances préalables recommandées :**

*Connaissance de base des modules de physique enseignés en tronc commun, et des notions sur le comportement des matériaux métalliques enseignées en licence (Propriétés de traction, propriétés électriques, thermiques et magnétiques).*

**Contenu de la matière :**

TP1 –Propriétés mécaniques (3Semaines)  
 Détermination des propriétés de traction d'un acier à bas carbone et moyennement allié

TP2. –Propriétés physiques-(Electrique) (4Semaines)  
 Mesure de la résistivité de plusieurs matériaux métalliques

TP3. –Propriétés physiques (Thermiques) (4Semaines)  
 Détermination de la conductibilité thermique d'un matériau

Chapitre 4. –Propriétés physiques (magnétiques)----- (4Semaines)  
 Mesure du champ coercitif et l'aimantation à saturation spécifique de deux matériaux

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu :100%

**Références bibliographiques :**

1. Lakhtine
2. Métallurgie générale (Chalmers)
3. Eléments de métallurgie Physique (Bénard)
4. Physique des solides
5. Précis de métallurgie

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UED 1.1**

**Matière 1 :- Préparation des surfaces métalliques**

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

**Crédits :1 Coefficient :1**

**Objectifs de l'enseignement :**

-Découvrir les différentes techniques de préparation des surfaces des matériaux métalliques (Chimique, physique, mécanique)

**Connaissances préalables recommandées :**

Connaitre les différents matériaux métalliques existant comme (les aciers, fontes, alliages non ferreux, leurs compositions chimiques et leurs microstructures ainsi que les propriétés physico-chimiques)

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.** Décapage chimique (Décapage des aciers au carbone faiblement alliés)

**(02Semaines)**

- **Chapitre 2.** -Aciers inoxydables----- **(02Semaines)**
- **Chapitre 3.** -- Décapage d'autres métaux ou alliages courants **(02Semaines)**
- **Chapitre 4.** --Fragilisation par l'hydrogène **(02semaines)**
- **Chapitre 5** - Décapage électrolytique **(02semaines)**
- **Chapitre 6-** Décapage mécanique **(02semaines)**
- **Chapitre 7.**Décapage laser **(02semaines)**
- **Chapitre 8.**Préparation chimique et mécano- chimique des surfaces métalliques avant traitement **(02semaines)**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques : (Si possible)**

1. Revues CETIM
2. Revues spécialisées dans le domaine des Surfaces

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UED1.1**  
**Matière 2 :- Nanomatériaux I**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30 )**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Dans ce cours, nous allons développer le concept des nanomatériaux ainsi que leur rôle dans les systèmes naturels et leur intégration dans les technologies actuelles. Nous allons explorer les caractéristiques uniques de ce genre de matériaux, en particulier les propriétés liées à la taille, aux grandes surfaces spécifiques ainsi que l'interaction interatomique et les niveaux d'énergie qui en résultent. Nous allons élaborer et discuter la relation entre la structure spéciale de ces matériaux et leurs propriétés.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de Master 1*

**Contenu de la matière :**

Discuter les applications des technologies actuelles dans l'industrie électronique, optique, céramique, magnétique, catalytique. Mettre en relation les fonctions et les propriétés des matériaux avec leur taille.

1. Introduction sur les nanomatériaux
2. Atomes, clusters et nanomatériaux
3. Préparation, synthèse
  - voie chimique
  - voie physique
  - biomimétique
4. Propriétés des nanomatériaux
  - mécaniques
  - chimiques
  - magnétiques
  - optiques
  - électroniques
5. Applications futures

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

Techniques de l'ingénieur Nanomatériaux : structure et élaboration

<http://www.nanojournal.org>

<http://www.nano.org.uk/>

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UET1.1**  
**Matière 1 : Anglais technique et terminologie**  
**VHS :22h30 (Cours :1h30)**  
**Crédits :1**  
**Coefficient :1**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif est la traduction de l'anglais vers le français et vis versa. La variété des cours offerts vous permettra de vous initier à différents domaines de spécialisation en traduction (scientifique, technique) ou d'approfondir vos connaissances et vos compétences traductionnelles dans ces domaines. Vous pourrez également vous initier à des secteurs connexes à la traduction et à la terminologie (terminotique, traductique, révision bilingue, interprétation).

**Connaissances préalables recommandées :**

Anglais techniques et d'autres langues comme le français

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Terminologie grammaticale. et lexicale                                | (04semaines) |
| 2. Compréhension des termes de la spécialité                             | (03semaines) |
| 3. Lecture des articles scientifiques spécialisées et écrites en anglais | (03semaines) |
| 4. Rédaction des articles scientifiques de spécialité                    | (04semaines) |

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %.

**Références bibliographiques : (Si possible)**

1. Revues Scientifiques spécialisées en métallurgie et les Sciences des Matériaux
2. Revues en anglais spécialisées dans le domaine des Surfaces

**III - Programme détaillé par matière du semestre S2**

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEF 1.2.1**

**Matière 1 : Probabilités et statistiques**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

- Connaître et être capable de manipuler les lois usuelles de probabilité.
- Connaître les propriétés mathématiques des estimateurs et tests statistiques.
- Pouvoir appliquer ces résultats aux modèles de régression linéaires.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de mathématique 1ère et 2ème années.*

**Contenu de la matière :**

**Probabilités :**

Espaces probabilisés	(02 semaines)
Variables aléatoires discrètes	(02 semaines)
Variables aléatoires à densité	(01 semaine)
Fonctions caractéristiques	(01 semaine)
Convergences et théorèmes limites	(02 semaines)
Vecteurs gaussiens	(02 semaines)

**Statistiques:**

Introduction à la statistique : un exemple	(01 semaine)
Estimation ponctuelle	(02 semaines)
Tests d'hypothèses	(01 semaine)
Régions de confiance, Intervalles de confiance	(01 semaine)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

1. B. Jourdain. Probabilités et statistique. Ellipses, 2009.
2. A. Monfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1988.
3. J. Neveu. Bases mathématiques du calcul des probabilités. Masson, 1964.
4. J. Neveu. Introduction aux probabilités. Ecole Polytechnique, 1988.

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEF1.2.1**

**Matière2 :- Corrosion et durabilité I**

**HS : 45h00(Cours : 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4 Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

La lutte contre la corrosion des matériaux métalliques est un enjeu économique important. Comprendre, prévoir, prévenir la corrosion nécessite une connaissance de base de la thermodynamique et de la cinétique électrochimiques ainsi qu'une expérience de terrain.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours de chimie et physique

**Contenu de la matière :**

Chapitre 1.Introduction	(01 semaine)
Chapitre 2.Thermodynamique des rections de corrosion	(03 semaines)
Chapitre 3. Surfaces et interfaces	(02 semaines)
Chapitre 4.Vitesse des réactions de corrosion	(03 semaines)
Chapitre 5.Etude expérimentale des réactions d'électrode	(03 semaines)
Chapitre 6.Passivité des métaux	(03 semaines)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

- 1- L'oxydoreduction. Concepts et expériences, J. Sarrazin et M. Verdaguer Ed. Marketting, Paris, 1991, ISBN 2-7298-9122-6.
- 2- Cinétique Électrochimique, J.-P. Diard, B. Le Gorrec et C. Montella, Ed. Hermann, Paris, 1996, ISBN 2-7056-6295-2.
- 3- Corrosion et Chimie de surfaces des métaux, D. Landolt, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1993, ISBN 2-88074-245-5.

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEF 1.2.1**  
**Matière1 :-Traitements de surfaces-I**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30 ; TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Mise en œuvre, propriétés et utilisation des revêtements et traitements de surface de lutte contre la corrosion et l'usure des matériaux métalliques. Etude des procédés nouveaux et en développement

**Connaissances préalables recommandées :**

*Maitrise de la phonétique, grammaire, conjugaison, Anglais littéraire et technique*

**Contenu de la matière :**

- 1-Classification des traitements et revêtements de surface
- 2-Revêtements obtenus en voie liquide
- 3-Revêtements obtenus en bains fondus
- 4-Revêtements obtenus en phase gazeuse
- 5-Projection à chaud, rechargement, procédés divers
- 6-Les traitements par transformation structurale
- 7-Les traitements de diffusion
- 8-Les traitements de conversion

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

Mathieu, E. Bergmann, R. Gras, «Traité des Matériaux 4, Analyse et technologies des surfaces ; couches minces et tribologie », Lausanne PPUR 2003

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEF1.2.2.**  
**Matière 2 :- Transformations de phases**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30,)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Permettre à l'étudiant d'appréhender les principales transformations métallurgiques dans un contexte général des transformations de phases au sens phénoménologique et thermodynamique du terme. L'élève sera sensibilisé aux notions de stabilité - instabilité d'une phase et les implications dans le cas des diagrammes unaires et binaires. Les notions de germination et croissance seront développées avec des études plus particulières sur les notions de séquences de transformations et d'enthalpie libre critique de germination

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de matériaux métalliques*

**Contenu de la matière :**

Introduction : Présentation des diagrammes d'équilibre des phases

1. Problème de nomenclature des classes de transformations (homogène/hétérogène), définitions d'une phase au sens de Gibbs et de constituant de structure
2. Rappels de thermodynamique chimique : définition de l'enthalpie libre de Gibbs et propriétés générales associées, critère d'inégalité de Clausius, définition du potentiel chimique et de solutions solides idéales, courbes d'enthalpies libres
3. Application de ces notions aux transitions de phases dans les systèmes unaires et binaires
4. Phénomène de germination homogène : introduction et concepts (notions de fluctuations d'hétérophases, de formation d'embryons et de germes - cas de phases liquide et solide)
5. Application aux transformations allotropiques, à la précipitation continue avec définition de la cohérence des précipités (zones de Guinier - Preston, etc...) et sensibilisation aux forces motrices associées
6. Application à la précipitation duplex dans le cas du diagramme Fer/carbone. Application à la solidification de métaux purs et alliages avec introduction des notions de coefficient de partage, de ségrégations et de structure de solidification
7. Introduction aux transformations martensitiques athermique et isotherme où les aspects thermodynamiques et cinétiques sont soulignés
- 8-Traitements thermiques volumiques

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

Phase transformations in metals and alloys second edition ; David A. Porter, Kenneth E. Easterling CRC Press  
 Stability of microstructure in metallic systems ; J.W. Martin ; R.D. Doherty ; B. Cantor  
 CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEF1.2.2**  
**Matière3 :- Tribologie**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 2 Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Introduction à la tribologie ; définir ou redéfinir les frottements entre solides ; aborder la mécanique du contact et traiter le cas particulier de l'usure

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours de chimie et physique

**Contenu de la matière :**

**Tribologie :** a- Introduction et définition du système tribologique (premiers corps, 3ème corps, ...)

b- Quelques applications industrielles (positif : usinage, traitements de surfaces, soudure par friction ; négatif : fiabilité, durée de vie, usure, chaleur, bruits)

c- Classification des endommagements de surface (3 classements : "cinématique", "technologique" et "scientifique")

**Usure :** a- Introduction (Meng-Ludema, quantification, cartes d'usure, lois)

b- Approches phénoménologiques (lois d'Archard, simple et généralisées)

c- Approches énergétiques (lien avec la thermodynamique et la mécanique de la rupture)

d- Méthodes numériques (avec et sans remaillage, éléments de frontières, XFEM) [Simple présentation des méthodes existantes]

**Frottements :** a- Origine du phénomène (aspects physiques et phénoménologiques)

b- Frottements sec (Coulomb, Tresca, passage global/local)

c- Frottements visqueux (Régime de lubrification, courbes de Stribeck, régimes de glissement)

d- Frottements dans les caoutchoucs (Loi WLF, lien avec la dissipation

d'énergie, application aux pneus : adhérence, freinage, usure)

Mécanique du contact : a- Conditions de Signorini (non-linéarité, linéarisation)

b- Aspects numériques (multiplicateur de lagrange, pénalisation, régularisation)

c- Instabilités (Stick-slip, bruits, vibrations)

d- Application sur ABAQUS

La théorie de Hertz : a- Problème historique de Hertz (solution analytique du contact sphère/plan semi infini)

b- Extension à d'autres géométries (solutions approchées en pression pour différents types de contact)

c- Aspects numériques (pression d'Hertz vs solution numérique du contact)

d- Applications (diverses méthodes et solutions analytiques utilisées dans l'industrie)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

Mathieu, E. Bergmann, R. Gras, «Traité des Matériaux 4, Analyse et technologies des surfaces ; couches minces et tribologie », Lausanne PPUR 2003

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.2**  
**Matière1 :- Matériaux métalliques II**  
**VHS : 37h30 (Cours : 1h30 ;TP :1h00)**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

- Acquérir ainsi la capacité de choisir le matériau adapté à une application donnée ;
- Intégrer les aspects de développement durable liés aux matériaux métalliques.
- Donner aux élèves les bases fondamentales de la conception des ouvrages soudés.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de Matériaux I*

**Contenu de la matière :**

Aciers inoxydables ; alliages de cuivre ; alliages de nickel, alliages de titane ; alliages d'aluminium. Matériaux réfractaires... . Mise en forme par fonderie et moulage. Mise en forme par déformation plastique. Assemblages soudés. Influence du procédé sur la microstructure et les propriétés. Procédés de fabrication des poudres métalliques. Analyse des caractéristiques morphologiques. Analyse du procédé de pressage uniaxe : rôle des lubrifiants, étude de l'état de contrainte, mécanismes de densification, évolution de la microstructure. Frittage : mécanismes de transport de matière, activation, phase liquide. Procédés à haute densité. Moulage par injection de poudres. Études de cas. Défauts de fabrication.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques : (Si possible)**

- Métallurgie, du minerai au matériau – J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade – Edition Masson ;
- Précis de métallurgie – J. Barralis, G. Maeder – Edition Nathan ;
- Le livre de l'acier – G. Béranger, G. Henry, G. Sanz – Edition Lavoisier

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEM1.2**  
**Matière2 : Capteurs et Instrumentation**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30 )**  
**Crédits : 2 Coefficient : 1**

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

Connaître les différents types de capteurs et leurs principes physiques. Connaître les techniques de contrôle de l'environnement expérimental : vide ou atmosphères gazeuses, thermalisation (four, cryogénie).

Savoir analyser le type d'interfaçage à réaliser pour un dispositif (type de liaison : analogique ou digitale, mono-ou bidirectionnelle, fréquence d'acquisition...).

Maîtriser les bases de LabView.

### **Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de physique*

### **Contenu de la matière :**

#### **A. Capteurs : principes fondamentaux**

1. Classification des capteurs a. Capteurs actifs b. Capteurs passifs
2. Caractéristiques métrologiques intrinsèques des capteurs
3. Exemple de conditionneurs
4. Généralités sur la conversion analogique-numérique

#### **B. Exemples de capteurs**

1. Capteurs de température : la sonde thermocouple
2. Capteurs à effet photoélectrique a. La Photodiode b. Le détecteur quatre-quadrants

#### **C. Instrumentation**

1. La détection synchrone
2. Le régulateur Proportionnel / Intégral / Différentiel (PID)

#### **D. Interfaçage**

Présentation de LabVIEW (ou Matlab) (présentation générale, fonctionnalités, principes de base...) dans le but de maîtriser les fonctionnalités de bases nécessaires à l'interfaçage d'instruments.

Mise en œuvre des différentes étapes associées à l'interfaçage instrumental avec LabVIEW (acquisition des données, conditionnement et traitement du signal, analyse et visualisation des résultats)

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

### **Références bibliographiques : (Si possible)**

G. Asch : les capteurs en instrumentation industrielle  
 PPL. Regtien : Measurement science for engineers  
 Initiation à LabVIEW, National Instruments, 2010

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEM1.2**  
**Matière3 :-Simulation et Modélisation des matériaux**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 2 Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif est de donner les moyens de résoudre différents problèmes liés à la modélisation et la simulation par la méthode de Monte Carlo

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de probabilité et statistique*

**Contenu de la matière :**

Simulation de variables aléatoires

I.1 Générateur de nombres pseudo-aléatoires

I.2 Simulation de variable aléatoire unidimensionnelle.

I.2.1 Inversion de la fonction de répartition

I.2.2 Variable gaussienne.

I.3 Méthode de rejet.

I.3.1 Simulation de loi conditionnelle

I.3.2 Simulation de loi (non conditionnelle) par méthode de rejet

I.4 Simulation d'un vecteur aléatoire.

I.4.1 Le cas de vecteur gaussien

I.4.2 Modélisation de dépendance par les copules

II Convergences et estimations d'erreur

II.1 Loi des grands nombres

II.2 Théorème de la limite centrale et conséquences

II.2.1 Théorème de la limite centrale en dimension 1 et plus

II.2.2 Intervalles et régions de confiance asymptotiques

II.2.3 Application à l'évaluation de fonction de  $E(X)$

Autres contrôles asymptotiques.

Réduction de variance

simulation de processus linéaires

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40%, Examen 60 %.

**Références bibliographiques :**

M. Rappaz, M. Bellet, M. Deville, "Traité des Matériaux 10, Modélisation numérique en science et génie des matériaux", Lausanne, PPUR, 1998

Computational Materials Science, *Raabe D., Wiley-VCH, Weinheim, 1998.*

K. Binder & D. Heermann, « Monte Carlo simulation in statistical physics », Springer 2003.

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEM1.2**  
**Matière4 : TP Corrosion et durabilité I**  
**VHS : 22h30 (TP :1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

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

- Acquérir ainsi la capacité de choisir le matériau adapté à une application donnée ;
- Intégrer les aspects de développement durable liés aux matériaux métalliques.
- Donner aux élèves les bases fondamentales de la conception des ouvrages soudés.

### **Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de corrosion et durabilité I*

### **Contenu de la matière :**

TP1- Corrosion électrochimique du fer par l'eau de Javel  
TP2- TP Corrosion électrochimique du fer par l'eau salée  
TP3- Protection cathodique par anode sacrificielle  
TP4- Mise en évidence de l'effet Evans  
TP5- Etude de la corrosion des Aciers inoxydables

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

### **Références bibliographiques :**

- 1- L'oxydoreduction. Concepts et expériences, J. Sarrazin et M. Verdaguer Ed. Marketting, Paris, 1991, ISBN 2-7298-9122-6.
- 2- Cinétique Electrochimique, J.-P. Diard, B. Le Gorrec et C. Montella, Ed. Hermann, Paris, 1996, ISBN 2-7056-6295-2.
- 3- Corrosion et Chimie de surfaces des métaux, D. Landolt, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1993, ISBN 2-88074-245-5.

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UED 1.2**  
**Matière1 : Normalisation**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Prendre connaissance sur les normes concernant les aciers, les fontes et les alliages non ferreux de point de vue composition chimique, symboles, caractéristiques physiques, mécaniques, chimiques et applications.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours sur les matériaux métalliques

• **Contenu de la matière :**

- 1. Symboles métallurgiques
- 2. Aluminium et alliages d'aluminium
  - 2.1. Alliage d'aluminium destiné au corroyage
    - 2.1.1. Désignation numérique
    - 2.1.2. Désignation ISO
    - 2.1.3. Désignation alphanumérique européenne
    - 2.1.4. Tableau d'équivalence entre différentes appellations
    - 2.1.5. Normes et documents
  - 2.2. Alliages d'aluminium destinés à la fonderie
    - 2.2.1. Désignation numérique
    - 2.2.2. Désignation chimique
    - 2.2.3. Ancienne désignation française
    - 2.2.4. Normes et documents
- 3. Cuivre et alliages de cuivre
- 4. Fer et alliages ferreux
  - 4.1 Fontes
  - 4.2 Aciers
- 5. Zinc et alliages de zinc
  - **Mode d'évaluation :**
    - Examen : 100 %.
  - **Références bibliographiques :**
    1. Lakhtine, Métallographie et traitements bthermiques
    2. Technique de l'ingénieur
    3. Précis de Métallurgie

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UED 1.2**  
**Matière1 : Nanotechnologie**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Prendre connaissance sur la constitution de la matière à l'échelle moléculaire et atomique, les différentes techniques de conception des nanomatériaux, leurs propriétés ainsi que les différentes applications.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours sur les matériaux métalliques, nanomatériaux 1

• **Contenu de la matière :**

1. Etude de la matière aux échelles moléculaire et atomique (03semaines)
2. Ingénierie des nanomatériaux et matériaux divisés (04semaines)
3. Propriétés des nanomatériaux (04 semaines)
4. Applications des nanomatériaux (04semaines)

• **Mode d'évaluation :**

- Examen : 100 %.
- 

• **Références bibliographiques :**

1. Documents spécialisés dans la conception des nanomatériaux
2. Technique de l'ingénieur

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UET1.2**

**Matière1 : Ethique, déontologie et propriété intellectuelle**

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

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière1 :- Corrosion et durabilité II**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

La lutte contre la corrosion des matériaux métalliques est un enjeu économique important. Comprendre, prévoir, prévenir la corrosion nécessite une connaissance de base de la thermodynamique et de la cinétique électrochimiques ainsi qu'une expérience de terrain.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de corrosion et durabilité I.1er semestre*

**Contenu de la matière :**

Chapitre 7 Mécanismes de corrosion  
Chapitre 8 Oxydation et corrosion atmosphérique  
Chapitre 9 Corrosion à haute température  
Chapitre 10 Usure : Aspects mécaniques et chimiques  
Chapitre 11 Fissuration sous contraintes  
Chapitre 12 Protection contre la corrosion  
Chapitre 13 biocorrosion

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

- 1- L'oxydoreduction. Concepts et expériences, J. Sarrazin et M. Verdaguer Ed. Marketing, Paris, 1991, ISBN 2-7298-9122-6.
- 2- Cinétique Électrochimique, J.-P. Diard, B. Le Gorrec et C. Montella, Ed. Hermann, Paris, 1996, ISBN 2-7056-6295-2.
- 3- Corrosion et Chimie de surfaces des métaux, D. Landolt, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1993, ISBN 2-88074-245-5.

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF2.1.1**  
**Matière2 :- Contrôle non destructif**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30 ;TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

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

Offrir un complément indispensable de caractérisation des matériaux, bien utile dans l'industrie, à savoir, les techniques de Contrôles Non Destructifs et des technologies utilisées dans les capteurs pour les C.N.D., permettant aux étudiants de consolider les connaissances acquises dans le domaine des Matériaux (métaux métalliques, composites polymères et céramiques), et les défauts qui leur sont associés.

### **Connaissances préalables recommandées :**

*Cours : matériaux métalliques ; capteurs et instrumentation*

### **Contenu de la matière :**

- 1-Introduction aux Essais Non Destructifs
2. Matériaux et défauts, rappel sur l'influence des défauts sur la durée de vie
3. Propagation des ondes acoustiques et électromagnétiques
4. Ultrasons
5. Emission acoustique (EA)
6. Traitement du signal : bases de la discipline appliquées au traitement des salves d'EA
7. Bases essentielles d'Electromagnétisme
8. Magnétoscopie, Courants de Foucault et Barkhausen
9. Thermographie infrarouge
10. Rayonnement et sources X et gamma, éléments de physique associés
11. Contrôle RX
12. gammagraphie

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

### **Références bibliographiques :**

- 1-Jacques Dumont-Fillon ; Contrôle non destructif (CND) ; Techniques de l'ingénieur, traité mesures et contrôles, 1999
- 2- Jack Blitz and Geoff Simpson, Ultrasonic methods of non-destructive testing Chapman & Hall 1996
- 3- Jean Perdijon, Hermes 1993, Le contrôle non destructif par ultrasons
- 4- Josef Krautkraemer, Herbert Krautkraemer, Ultrasonic testing of materials Ed.4, Springer,1990

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**

**Matière1 :- Céramiques, polymères et composites**

**VHS : 67h30 (Cours : 3h00 ;TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Situer les céramiques par rapport aux autres matériaux. En connaître les caractéristiques essentielles : élaboration, microstructure, propriétés mécaniques, physiques et chimiques. Donner les bases d'un matériau polymère et composite. De la synthèse ou fabrication au devenir du matériau polymère ou composite après mise en œuvre, en passant par l'étude des propriétés physiques et mécaniques des matériaux

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de corrosion et durabilité I.1er semestre*

**Contenu de la matière :**

**Céramiques**

1. Les céramiques traditionnelles
2. L'élaboration des céramiques techniques
  - Technologie des poudres - Procédés de mise en forme - Physique de la densification par frittage - Techniques de frittage - Contrôle de la microstructure
3. Les propriétés et applications des céramiques techniques
  - Propriétés mécaniques - Physiques et chimiques - Oxydes, nitrures, carbures, composites - Autres cas caractéristiques
4. Les verres minéraux
5. Les vitrocéramiques
- 6- Les réfractaires

**Polymères**

- 1-Introduction
- Structures physiques des chaînes.
3. Structure des polymères solides.
  4. Propriétés mécanique des polymères
  5. Propriétés thermiques des polymères

2.

**Composites**

- 1-Introduction
- 2- Procédés de mise en forme
- 3-Calcul des composites
- 4-Comportement mécaniques des composites

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques : (Si possible)**

Introduction to ceramics, W.D. Kingery, H.K. Bowen, D.R. Uhlmann, Wiley (1976)  
 Etienne S., Introduction à la Physique des Polymères, 2002, Dunod  
 "Traité des matériaux vol. 14: Matériaux polymères", H.-H. Kausch (et al), Lausanne, 2000  
 Introduction to polymers (R.J. Young) Nadia Bahlouli, Cours Composites sur le site Internet  
 " <http://www-ipst.u-strasbg.fr/cours/materiaux-composites> "

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF2.1.2**

**Matière 2 : Nanomatériaux II**

**VHS :45h00 (Cours :1h30, TD : 1h30)**

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Acquérir les connaissances de base dans les domaines de la chimie développés récemment au sujet des matériaux fonctionnels. Développer une culture scientifique large dans ce domaine, grâce à une sensibilisation à la multidisciplinarité inhérente à ce thème.

**Connaissances préalables recommandées :**

Connaitre la chimie, la physique des solides et avoir des connaissances sur les matériaux fonctionnels

1. Les nanotubes de carbone
2. Les nanocomposites
3. Les matériaux à base de fibres naturelles et les matériaux composites
4. Les polymères
5. Les polymères conjugués
6. Les dendrimères,
7. La micro et la nanofabrication
8. Les nanomatériaux pour l'imagerie par résonance magnétique moléculaire et cellulaire, la résonance magnétique nucléaire
9. Techniques de caractérisation des matériaux fonctionnels
  - 9.1. La spectroscopie de films minces
  - 9.1. Spectroscopie Raman
  - 9.2. Spectroscopie FTIR (Fourier Transforms Infrared) en modes Transmittance et absorbance
  - 9.3. AFM et STM (Atomic Force Microscopy et Microscopie Tunnel
  - 9.4. Microscopie optique en champ clair
  - 9.5. Microscopie optique confocale

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

1. Revues spécialisées dans les nanomatériaux (Films de carbone diamantin, nanocomposites)
2. Revues spécialisées dans le domaine des Surfaces

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM 2.1**

**Matière1 :- Méthodes de caractérisation des matériaux**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Connaître les méthodes expérimentales utilisées actuellement en recherche fondamentale, appliquée et de développement en matériaux. Etre capable d'entrer en discussion avec un collègue en vue d'une collaboration ; quels renseignements peut-on obtenir concernant une technique expérimentale ?, nature des échantillons ?, sensibilité ?, limitations ?, mise en œuvre... Lecture critique d'un article scientifique.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de Master 1*

**Contenu de la matière :**

- Les microscopies : électronique, à effet tunnel, à force atomique, optique confocale et en champ proche...
- Les méthodes de caractérisation chimique et électronique : spectroscopie des photoélectrons, spectroscopie en rétrodiffusion Rutherford, spectroscopie de masse d'ions secondaires, spectroscopie Auger, sources et détecteurs...
- Analyse thermique : analyse (ATD, DSC,..)
- Magnétisme : mesures de champ, des propriétés de para, dia, ferro et superpara, production de champ (bobines supra,...)
- Optique : éléments optiques (modulateurs, polariseurs, lentilles...). Spectromètres, monochromateurs...  
Les photodétecteurs (PM, photodiodes, CCD, Streak camera...)
- Les sources de lumière : lasers, lampes à décharge et à incandescence, synchrotron...

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

- 1- Carta & Williams : TEM : a textbook for materials sciences
- 2- Egerton : electron energy loss spectroscopy
- 3- Fultz & Howe : Transmission electron microscopy diffractometry of materials

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEM2.1**  
**Matière2 :- Méthodologie de la recherche scientifique**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30 )**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Connaître les outils statistiques et les bases de la programmation avec le logiciel Mathematica. Utiliser Mathematica pour modéliser des phénomènes physiques et analyser des données expérimentales. Être capable de se servir de la bibliothèque de programmes écrits en Mathematica. Développer des nouveaux modules dans son domaine de recherche. Utiliser Mathematica pour écrire des rapports scientifiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de probabilités et statistiques*

**Contenu de la matière :**

1- Modèle probabiliste

Variations aléatoires discrètes et à densité, espérance, variance. Vecteurs aléatoires, indépendance, conditionnement, covariance. Suite de variables aléatoires, théorèmes asymptotiques, introduction à l'estimation.

2 - Statistique inférentielle

Rappels de statistique descriptive. Moments empiriques, estimation par intervalle de confiance.

Théorie des tests (tests paramétriques, test du khi-deux).

3- Bases de l'utilisation de Mathematica,

description simplifiée de l'interface utilisateur et du noyau.

- Opérations élémentaires, solutions d'équations linéaires et non-linéaires.

- Représentation graphique 2-D et 3-D. - Représentations de listes de données, lecture de fichiers de données expérimentales, ajustement de paramètres. - Différentiation, intégration symbolique et numérique. - Expressions, fonctions, listes, vecteurs, matrices et tenseurs. - Solution d'équations différentielles ordinaires, transformées de Laplace et de Fourier. - Tenseurs. - Utilisation des bibliothèques graphiques. - Programmation procédurale.

- Programmation fonctionnelle. - Programmation basée sur des règles.

- Programmation graphique. - Création de packages.

- Écriture de notebooks et rapports scientifiques.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

G. Saporta: Probabilité, Analyse de Données Statistiques, Technip, Paris 2006.

The Mathematica Book , S. Wolfram, notebooks

D. C. Montgomery, "Design and Analysis of Experiments" (3e Ed.), Wiley, New York 1991

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**  
**Matière 3 :- Traitements de surfaces-II**  
**VHS : 37h30(Cours : 1h30, TP : 1h00)**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Mise en œuvre, propriétés et utilisation des revêtements et traitements de surface de lutte contre la corrosion et l'usure des matériaux métalliques. Etude des procédés nouveaux et en développement

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de Master 1*

**Contenu de la matière :**

TP1- Dépôts par projection thermique  
TP2- Revêtements par immersion dans les métaux fondus  
TP3- Dépôts phase vapeur (PVD et CVD)  
TP4- Traitements de diffusion

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40%, Examen 60%

**Références bibliographiques :**

H.-J. Mathieu, E. Bergmann, R. Gras, "Traité des Matériaux 4, Analyse et technologie des surfaces ; couches minces et tribologie", Lausanne, PPUR 2003

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UED 2.1**  
**Matière1 :- Biomatériaux**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure :

- De décrire la structure et les propriétés des différentes classes de biomatériaux, et d'expliquer les principes régissant les interactions entre matériaux et organismes vivants ;
- D'analyser le choix d'un biomatériau donné par rapport à la fonction qu'il doit remplir.

**Connaissances préalables recommandées :**

*Cours de Master 1*

**Contenu de la matière :**

Partie 1 : Introduction générale aux grandes classes de biomatériaux

- 1.1 Polymères
- 1.2 Métaux
- 1.3 Céramiques
- 1.4 Matériaux composites
- 1.5. Hydrogels
- 1.6. Matériaux naturels

Partie 2 : Propriétés des biomatériaux

- 2.1. Propriétés mécaniques
- 2.2. Propriétés de surface vs. Propriétés de la masse
- 2.3. Interaction biomatériau-organismes vivants

Partie 3 : Applications des biomatériaux en médecine

**Mode d'évaluation :**

Examen 100%

**Références bibliographiques :**

Biomaterials : The intersection of Biology and Materials science : Int. Edition  
J. Temenoff & A. Mikos, Pearson Education

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UED 2.1**

**Matière2 : Entrepreneuriat et gestion des entreprises**

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

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Donner les concepts de l'entrepreneuriat. Initiation à la gestion d'entreprise (l'administration du personnel, la comptabilité, l'administration commerciale, les obligations fiscales, le suivi de la trésorerie).

**Connaissances préalables recommandées :**

*sans*

**Contenu de la matière :**

Partie A-Entrepreneuriat

Entreprise : définition, finalités et classification

Entreprise et son environnement; Entrepreneur ;Etude de marché

Elaboration d'une stratégie marketing; Marketing mix

Estimation du chiffre d'affaire et l'étude technique

Etude financière ; Etude juridique

Partie B- **Gestion d'entreprise**

**1. Le processus comptable**

Le système comptable : le contexte réglementaire (les obligations des entreprises), les différentes étapes de la production comptable, les principaux comptes (définition, principes d'enregistrement, valorisation...), les documents de synthèse (Bilan, compte de résultat), le traitement comptable des ventes des achats et des stocks, de la paie, des immobilisations ; les relations avec les experts comptables et les commissaires aux comptes, la fiscalité (TVA, IS,...)

**2. L'administration du personnel : paie, déclarations sociales, congés, processus administratif d'embauche et de rupture du contrat de travail**

**3. L'administration commerciale : la facturation, le suivi des comptes clients, le contentieux commercial**

**4. L'administration générale : locaux, achats.**

**5. L'entreprise et sa démarche stratégique**

Notions et concepts de base d'analyse stratégique (SWOT, Pestel), le processus de mise en œuvre : la démarche plan budget. Le processus budgétaire : caractéristiques et principes essentiels ; le budget des ventes, de la masse salariale, celui de la trésorerie et des investissements.

5. Le suivi d'indicateurs de gestion

6. Les enjeux financiers des TPE/TPI : le suivi de ratios de gestion, la maîtrise du BFR, la trésorerie (financement des stocks et des comptes clients)

7. L'élaboration de tableaux de bord.

**Mode d'évaluation:**

Examen : 100 %.

**Références bibliographiques :**

Kotler, Dubois, (2006), Marketing Management 12ième ed, Pearson Education, Paris Pascal

Lièvre, La logistique, Repères, Editions La découverte

Charlotte Disle Robert Maéso et Michel Méau : DCG 9 Introduction à la comptabilité - DUNOD

X.Bouin et F.X.Simon : Tous gestionnaires. DUNOD

**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 du 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.*