



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 métallurgique</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



مواصفة  
عرض تكوين  
ماستر أكاديمي

2017-2016

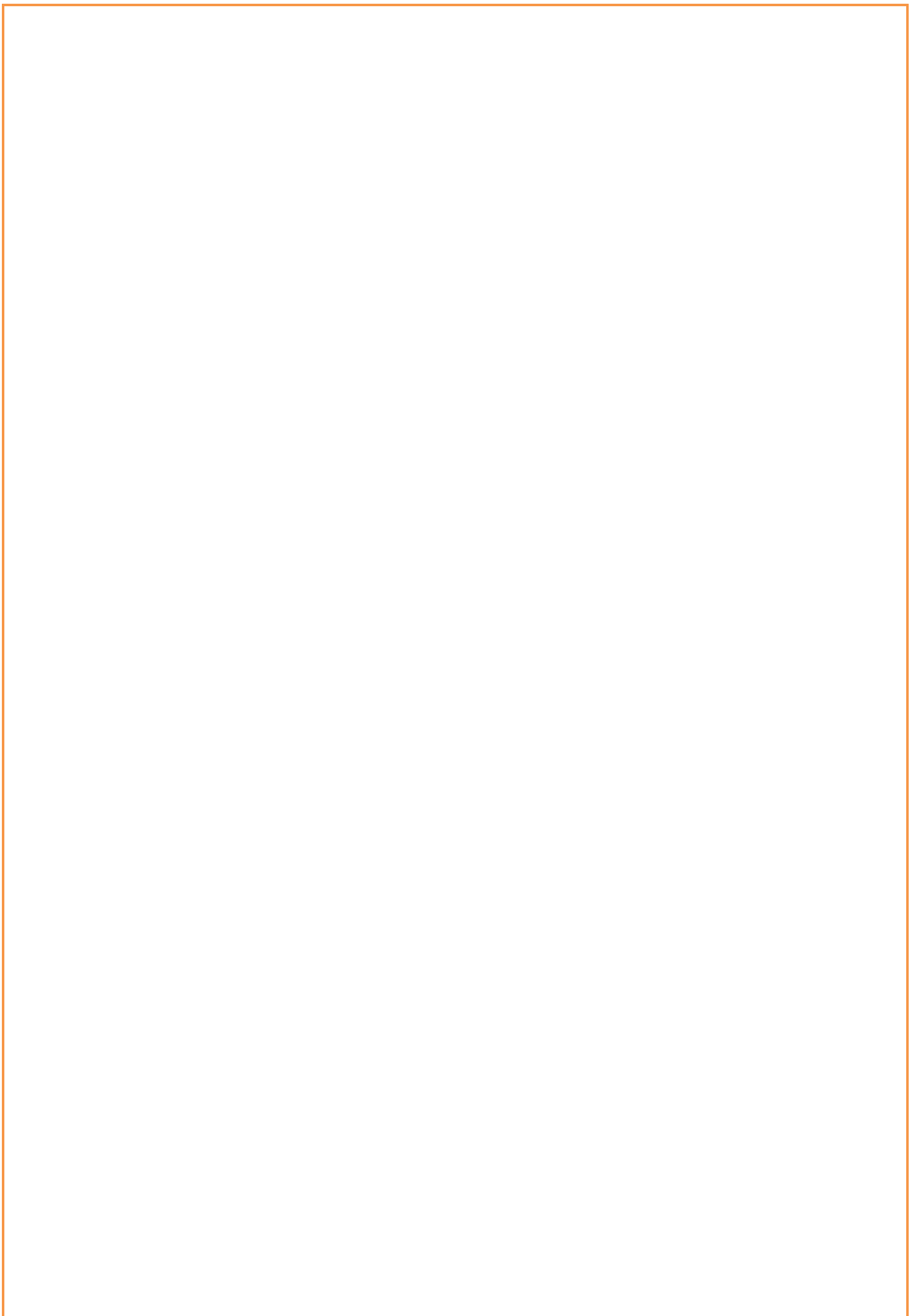
التخصص	الفرع	الميدان
هندسة التعدين	التعدين	علوم و تكنولوجيا

## **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	1	1.00
		Génie des matériaux	2	0.80
		Construction mécanique	3	0.70
		Génie des procédés	4	0.65
		Physique des matériaux	4	0.65
		Chimie des matériaux	4	0.65
		Autres licences du domaine ST	5	0.60

## 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	Théorie des processus métallurgiques	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Plasticité et endommagement des métaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Physico-chimie des surfaces	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Transformation de phases	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Théorie des processus métallurgiques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Radiocristallographie	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Propriétés mécaniques des métaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Informatique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Microscopie électronique et techniques d'observation	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 : 8 Coefficients : 4	Equilibre de phases	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Réduction directe du minéral	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Matériaux métalliques	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Métallurgie des poudres	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Métallurgie des poudres	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Génie des surfaces	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Technologie de fonderie	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Electronique générale	1	1	1h30			22h30	02h30	40%	60%
	Calcul numérique et modélisation	1	1	1h30			22h30	02h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Ethique, Déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	02h30	40%	60%
<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	Electrometallurgie de l'acier et ferroalliages	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Matériaux innovants	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Métallurgie du soudage et contrôles	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux non métalliques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Métallurgie du soudage	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Métaux et alliages non ferreux	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Mise en forme des métaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Gestion des entreprises	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Santé et environnement de la sidérurgie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1coef. 1	Recherche documentaire et conception du mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h00</b>	<b>6h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

#### **Semestre 4**

- |                      |                  |                  |             |
|----------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1. Stage pratique    | Durée : 1-2 mois | Coefficient : 2  | crédit : 4  |
| 2. Projet de diplôme | Durée : 06 mois  | Coefficient : 15 | crédit : 26 |

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

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 1: Théorie des processus métallurgiques**  
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière permet à l'étudiant de mettre en application les connaissances acquises en chimie physique, en particulier les notions de thermodynamique. Il fera connaissance des différentes solutions existant en métallurgie telles que le métal liquide, ainsi des notions sur la structure des laitiers et des métaux.

**Connaissances préalables recommandées:**

- Chimie physique, chimie générale, chimie minérale

**Contenu de la matière:**

- Chapitre 1 :** (3semaines)
- 1.1 – Les solutions idéales,
  - 1.2 Energie de Gibbs des composants
  - 1.3 La loi de Raoult et d'Henry. Solutions réelles, potentiel chimique des composants
  - 1.4 Pression de vapeur des composants dans les solutions réelles, activité des composants
  - 1.5 Etat standard de la substance pure et les solutions à 1%
- Chapitre 2.** (2semaines)
- 2.1- La réaction isotherme de Van Hoff
  - 2.2 Dissociation thermique des composants d'un gaz,
  - 2.3-Pression d'équilibre d'un gaz
- Chapitre 3** (2semaines)
- 3.1- Processus de dissociation et de formation des carbonates
  - 3.2- Processus de dissociation et de formation des oxydes
  - 3.3- Processus de dissociation et de formation des sulfures.
- Chapitre 4** (2semaines)
- 4.1- Thermodynamique de la combustion du carbone
  - 4.2- Thermodynamique de la combustion des oxydes de carbone
- Chapitre 5** (1 semaines)
- Le diagramme d'Ellingham et ses applications.
- Chapitre 6** (2semaines)
- 6.1 – Théorie de réduction des oxydes de fer – Réactions essentielles.
- Chapitre 7** (3 semaines)
- 7.1- Cinétique des processus homogènes et hétérogènes:-Applications

7.2- .Théorie des laitiers:-Structure,-Diagrammes, -Analyse et propriétés.

7.3- Equilibre dans le système métal-laitier.

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de microinterrogations et examen semestriels écrit

- Projets personnels et exposés

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographique**

1- « Théorie des processus métallurgiques » S.I Filipov. Edition Mir. 1975

2- « Metallurgical process engineering » Authors: Yin, Ruiyu, 2011

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**

**Matière 2: Plasticité et endommagement des métaux**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cet enseignement vise à initier les étudiants à la connaissance du comportement mécanique d'un métal. Plus particulièrement, il aide à la compréhension de l'origine physique des lois de comportement et des paramètres les régissant.

Sont présentées: l'élasticité et la limite élastique, la déformation plastique, la rupture. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de mettre en œuvre ces connaissances pour analyser par exemple un cas de rupture.

**Connaissances préalables recommandées:**

Résistances des matériaux, mathématiques, sciences physiques, cristallographie

**Contenu de la matière:**

<b>Chapitre 1 :</b> Imperfection des cristaux	(2 semaines)
<b>Chapitre 2.</b> Dislocations parfaites	(1 semaine)
<b>Chapitre 3.</b> Dislocation dans les réseaux C.F.C	(2 semaines)
<b>Chapitre 4.</b> Déformation plastique des monocristaux purs	(1 semaine)
<b>Chapitre 5.</b> Déformation plastique des monocristaux purs	(1 semaine)
<b>Chapitre 6.</b> Déformation plastique des polycristaux	(2 semaines)
<b>Chapitre 7.</b> Déformation des solutions solides	(2 semaines)
<b>Chapitre 8.</b> Déformation des alliages contenant deux phases	(1 semaines)
<b>Chapitre 9.</b> Déformation des polycristaux contenant une deuxième phase	(1 semaine)
<b>Chapitre 10.</b> Fluage et rupture des métaux	(2 semaines)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit
- Projets personnels et exposés

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographique**

- 1- « Plasticité, fatigue et rupture des matériaux métalliques » Cardou Alain. Edition Longueuil, Quebec, 2006

2- Physique et mécanique de l'endommagement. F Montheillet.  
2012. EDP Ssciences.

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**

**Matière 1: Physico-chimie des surfaces**

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

**Crédits: 4 Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire connaître l'existence de la tension superficielle comme paramètre essentiel intervenant dans les interactions interfaciales. Description du phénomène d'adsorption des gaz à la surface des métaux solides et liquides à travers les lois de la thermodynamique. Application à la détermination de la surface et du volume poreux des solides.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques, Cinétique chimique, bases de la thermodynamique.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1**

(4 semaines)

Phénomènes de surface

1.1 Tension de surface et énergie libre de surface

1.1.1 Tension superficielle et fonctions thermodynamiques

1.1.2 Tension superficielle vs température

1.2.1 Équation de Laplace

1.2.2 Équation de Kelvin

1.3 Méthodes de mesure de la tension superficielle

**Chapitre 2-**

(3 semaines)

Tension de surface et tension interfaciale

2.1 Isotherme de Gibbs - concentration superficielle.

2.2. Pression de surface

**Chapitre 3**

(3 semaines)

Étude physico-chimique de la tensio-activité

3.1 Travail d'adhésion - travail de cohésion.

3.2 Angle de contact - équation de Young

3.3 Le mouillage

**Chapitre 4**

(3 semaines)

Phénomène d'adsorption

4.1 Définition

4.1.1 Forces de Van der Waals

4.2 Méthode de mesures

4.3 Isothermes d'adsorption

4.3.1 Isotherme de Langmuir

4.3.2 Isotherme de Freundlich

4.3.4 Évaluation de la surface spécifique

**Chapitre 5**

(2 semaines)

Adsorption compétitive et cinétique hétérogène

5.1 Adsorption compétitive

5.2 Chaleur d'adsorption

5.3 Modèle de Langmuir-Hinshelwood

5.4 Modèle de Eley-Rideal

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit

- Projets personnels et exposés

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographique**

1. C. E. CHITOUR, Physico-chimie des surfaces, OPU.

2. J.M. Coulson, J.F. Richardson, Backhurst, Harker, Chemical engineering, Pergamon Press.

3. J. Fripiat, J. Chaussidon, A. Jelli, Chimie-physique des phénomènes de surface, Masson.



**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 2: Transformation de phases**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cet enseignement permettra à l'étudiant d'apprendre les mécanismes qui se déroulent dans un métal, les différentes transformations éventuelles qui s'y passent. D'autre part, ces informations lui permettront de choisir par exemple le traitement thermique adéquat.

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases de la thermodynamique, métallurgie physique

**Contenu de la matière:**

<b><u>Chapitre 1</u></b> Germination d'une nouvelle phase	(2 semaines)
<b>Chapitre 2</b> Croissance	(1 semaine)
<b>Chapitre 3.</b> Coalescence	(1 semaine)
<b>Chapitre 4.</b> Cinétique globale de transformation	(2 semaines)
<b>Chapitre 5</b> Décomposition spinodale	(1 semaine)
<b>Chapitre 6</b> Phases de transition	(1 semaine)
<b>Chapitre 7</b> Précipitation discontinue	(1 semaine)
<b>Chapitre 8</b> Transformation eutectoïde	(2 semaines)
<b>Chapitre 9</b> Transformation massive	(1 semaine)
<b>Chapitre 10</b> Transformations ordre – désordre	(1 semaine)
<b>Chapitre11</b> Transformation martensitique	(2 semaines)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit
- Projets personnels et exposés

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographique**

- 1- D.A. PORTER, K.E. EASTERLING, *Phase Transformation in Metals and Alloys*, 2nd ed.,Chapman& Hall, London., 1992
- 2- Phase transformations in solids. R. Smoluchowki. Acta crystallica. 2002

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEM1.1**

**Matière 1: Théorie des processus métallurgiques**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cet enseignement permettra à l'étudiant de mettre en œuvre les connaissances théoriques acquises de la matière « Théorie des processus métallurgiques » entre autres les processus de dissociation des carbonates, d'oxydation....

**Connaissances préalables recommandées:**

Théorie des processus métallurgiques, Chimie physique

**Contenu de la matière:**

**Travail pratique n°1** (2 Semaines)

Etude de la dissociation des carbonates de type  $\text{MeCO}_3$

**Travail pratique n°2** (3 Semaines)

Etude de la cinétique de l'oxydation isothermique des métaux

**Travail pratique n° 3** (2 Semaines)

Détermination de l'équilibre des réactions chimiques dans les systèmes métallurgiques

**Travail pratique n° 4** (3 Semaines)

Détermination expérimentale des caractéristiques des réactions métallurgiques et des réactifs

**Travail pratique n° 5** (2 Semaines)

Etude des processus hétérogènes en utilisant la méthode de thermogravimétrie

**Travail pratique n° 6** (3 Semaines)

Méthodes de détermination des paramètres d'interaction dans le bain métalliques

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de soutenance de travaux pratiques

Contrôle continu: 100%

**Références bibliographique**

1« Théorie des processus métallurgiques » S.I Filipov. Edition Mir. 1975

2« Metallurgical process engineering » Authors: Yin, Ruiyu, 2011

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1**  
**Matière 2: Radiocristallographie**  
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD: 1h00)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Appréhender les principales notions de radiocristallographie (physico-chimie de l'état solide, diffraction des rayons X)

**Connaissances préalables recommandées:**

Sciences physiques, cristallographie, chimie générale et minérale

**Contenu de la matière:**

- Chapitre 1** Notions de base sur les rayonnements et la matière (3 semaines)
- 1-Généralités sur les rayonnements et la matière
  - 2-Propriétés du rayonnement X.
  - 3 -Interaction des rayons X et de la matière
  - 4-Propriétés des électrons et des neutrons
- Chapitre 2-** Diffraction des rayons X par un cristal parfait (3 semaines)
- 1-Fonction d'onde et diffusion
  - 2-Théorie géométrique de la diffraction
  - 3 -Théorie cinématique de la diffraction
- Chapitre 3-** La méthode des poudres (5 semaines)
- 1-Principes de base de la mesure
  - 2-Géométrie de la diffraction-sphère d'Ewald
  - 3-Le cercle de focalisation
  - 4- Cristallites diffractants
  - 5-Recherche et sélection des phases
  - 6 -Dosage des phases- surface des pics
  - 7-Orientation préférentielle-mesure de texture
  - 8-Mesure des contraintes propres résiduelles
- Chapitre 4-** Analyse des monocristaux (2 semaines)
1. La Méthode de Laue
- Chapitre 5-** Analyse élémentaire par fluorescence X (2 semaines)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit

- Soutenance de TP

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographique**

AZAROFF L. V. BUERGER M. J. – *The powder method in x-ray crystallography*,  
McGraw-Hill, New-York (1958).

BACON G. E. – *Neutron Diffraction*. Oxford University Press, New-York (1975).

BORCHARDT – OTT W. – *Crystallography*. Springer-Verlag, Berlin (1993).

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1**  
**Matière 3: Propriétés mécaniques des métaux**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Comprendre comment se mesurent les diverses propriétés mécaniques et ce que celles-ci représentent pour un métal. Une connaissance précise de la nature des dislocations et du rôle qui leur est impartie dans le processus de la déformation plastique permet de comprendre les mécanismes sous-jacents des techniques utilisées pour rendre plus résistants et plus dur les métaux et leurs alliages. Il devient alors possible de définir les propriétés mécaniques que devra posséder un matériau, comme le fait de conférer résistance ou ténacité à un composite à matrice métallique

**Connaissances préalables recommandées:**

Métallurgie physique, résistance des matériaux, cristallographie

**Contenu de la matière:**

<b>Chapitre 1</b> Généralités sur les propriétés mécaniques des métaux	(2 semaines)
<b>Chapitre 2</b> Influence des défauts sur les propriétés des métaux	(2 semaines)
<b>Chapitre 3</b> Défauts des réseaux cristallins et mécanismes de déformation	(2 semaines)
<b>Chapitre 4</b> Mécanismes de durcissement des métaux	(2 semaines)
<b>Chapitre 5</b> La restauration	(1 semaine)
<b>Chapitre 6</b> La recristallisation	(1 semaine)
<b>Chapitre 7</b> Activation thermique (déformation)	(1 semaine)
<b>Chapitre 8</b> Le fluage	(1 semaine)
<b>Chapitre 9</b> La fatigue des métaux	(1 semaine)
<b>Chapitre 10</b> La rupture des métaux	(1 semaine)
<b>Chapitre 11</b> Les essais mécaniques sur les métaux	(1 semaine)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit
- Soutenance de TP

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques**

1. J. Philibert et J. Talbot, J. Benard, A. Michel, Métallurgie Générale, Masson, 1991

2. Jean Philibert, Yves Bréchet, Alain Vignes, Pierre Combrade, Métallurgie du minéral au matériau, Masson, Paris 1998
3. Yves Quéré, Physique des matériaux, Edition Marketing (ellipses) 1988
4. William D. Callister, Jr, Science et Génie des Matériaux, 5<sup>e</sup> Edition, Dunod, Modulo Editeur 2001

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UED1.1**  
**Matière 1: Informatique**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière permettra à l'étudiant de connaître les constituants de l'ordinateur (hardware), les notions et principes de création de programmes et langages informatiques. D'autre part, l'étudiant apprendra à utiliser l'informatique afin de mettre en évidence des résultats ou calculs en liaison avec la spécialité

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques, électronique

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1** Les micro-ordinateurs (3 semaines)

Eléments et caractéristiques

**Chapitre 2**- Principe de la programmation (5 semaines)

Etude du langage évolué et comparaison avec les autres.

Pratique d'un langage de programmation.

Applications à la spécialité

**Chapitre 3**- Composition des programmes orientés vers: (7 semaines)

- 3- l'analyse statistique
- 4- l'ajustement des courbes expérimentales
- 5- la régression et la corrélation
- 6- l'analyse de variance, analyse de radiogrammes.
- 7- Applications à la spécialité.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Bibliographie**

- 1-Introduction aux systèmes informatiques. Architectures, composants. Jacques Lonchamp. Dunod.2017
- 2- Architectures et technologie des ordinateurs. Paolo Zanella et autres. Dunod. 2013
- 3- Programmer en langage C.Claude Delannoy.Eyrolles. 2016
- 4- Programmer en langage C++.Claude Delannoy.Eyrolles. 2017

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UED1.1**

**Matière 2: Microscopie électronique et techniques d'observation**

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

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

**.Connaissances préalables recommandées:**

Sciences physiques, électronique, optique, mathématiques

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1**

(2 semaines)

8- Introduction

9- Quelques dates

**Chapitre 2**

(4 semaines)

10-Le Microscope électronique en transmission

**Chapitre 3**

(4 semaines)

Le Microscope électronique à balayage

**Chapitre 4**

( 5 semaines)

11-Images aux microscopes électroniques

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques**

Peter HAWKES, *Electrons et Microscopes, vers les nanosciences*, BelinCNRS ed.1995

[www.snv.jussieu.fr/bmedia/web/micro.htm](http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/web/micro.htm)

[//micro.magnet.fsu.edu/](http://micro.magnet.fsu.edu/) Scanning electron microscopy



**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:**

- 1- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité. **(4semaines)**
- 2- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document. **(3semaines)**
- 3- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle. **(3semaines)**
- 4- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, écriture d'un message scientifique, échange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois. **(5 semaines)**

**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

5. E. H. Glendinning and N. Glendinning, Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering, Oxford University Press 1995

6. T. N. Huckin, and A. L. Olsen, Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English, Mc Graw-Hill 1991 7. J. Orasanu, Reading Comprehension from Research to Practice, Erlbaum Associates 1986

## **Programme détaillé par matière du semestre S2**

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière 1: Equilibre de phases**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

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

Les objectifs de ce chapitre sont de comprendre la construction des diagrammes de phase binaires et de retenir les différents types de diagrammes de phases possibles. À partir de ces connaissances, il devient possible d'expliquer l'intérêt des alliages et les variations de leurs propriétés mécaniques en fonction des variations de composition.

#### **Connaissances préalables :**

Chimie minérale, Chimie générale, métallurgie physique

#### **Contenu de la matière :**

Introduction et définitions

I Construction d'un diagramme de phases (2 semaines)

II Diagrammes de phases avec miscibilité totale à l'état solide (5 semaines)

II.1 Détermination de la composition des phases

II.2 Détermination de la proportion (en masse) de chacune des phases

III.1 Diagrammes avec point eutectique (5 semaines)

III.2 Aspect micrographique de la phase a ou de la phase b

III 2.1 Aspect micrographique de l'alliage eutectique

III.2 .2 Aspect micrographique d'un alliage hypoeutectique ou d'un alliage hypereutectique.

IV Cas particuliers (3 semaines)

IV 1 Diagrammes avec point eutectoïde

IV 2 Diagrammes avec point péritectique

IV 3 Diagrammes avec point péritectoïde

#### **Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit

-Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

#### **Références bibliographiques :**

- 1- Thermodynamique appliquée - Diagrammes de phases - Équilibres chimiques.
- 2- Systèmes unaires, binaires, ternaires - Cours et applications Broché – 2017. Kolsi Abdel-Waheb
- 3-Thermodynamique des équilibres entre les phases. Mounir Bennajah et autres. Technip. 2015
- 4-Diagrammes d'équilibre. Alliages binaires. Jean Hertz. 1999

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière 2: Réduction directe du minerai**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de cette matière est d'étudier la métallurgie du fer selon le mode direct avant le haut fourneau, en d'autres mots apprendre aux étudiants un mode d'obtention de pré réduit ferreux différents des produits classiques.

**Connaissances préalables :**

Chimie minérale, Chimie générale, métallurgie physique

**Contenu de la matière :**

- |   |              |
|---|--------------|
| <b>1. Principe de la réduction directe</b>                                  | (5 semaines) |
| 1.1 Aspects stœchiométriques  |              |
| 1.2 Aspects thermochimiques   |              |
| 1.3 Aspects thermodynamiques  |              |
| 1.4 Cinétique de la réduction des oxydes de fer                             |              |
| 1.4.1 Réduction par le gaz  |              |
| 1.4.2 Réduction par le carbone  |              |
| <b>2. Développement mondial de la réduction directe</b>                     | (2 semaines) |
| 2.1 Alimentation de la sidérurgie en métaux primaires                       |              |
| 2.2 Motivations de l'essor de la réduction directe                          |              |
| <b>3. Localisation mondiale des unités</b>                                  | (2 semaines) |
| <b>4. Transports et commerce mondial des minerais réduits</b>               | (1 semaine)  |
| <b>5. Évolution des procédés</b>  | (4 semaines) |
| 5.1 Procédés classiques   |              |
| 5.2 Mise au point de nouveaux procédés                                      |              |
| 5.2.1 Emploi de fines de minerais de fer                                    |              |
| 5.2.2 Emploi de charbon   |              |
| 5.2.3 Production de carbure de fer ou de minerais réduits carburés          |              |
| 5.2.4 Combinaison réduction-fusion et réduction directe                     |              |
| <b>6. Avenir de la réduction directe : ses avantages et ses difficultés</b> | (1 semaine)  |

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit
- Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%

**Références bibliographiques**

1- Traitement des minerais. Bouchard Serge. Modulo. 2007

2-Techniques de l'ingénieur. M7580 v4. 2005

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**

**Matière1 : Matériaux métalliques**

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

**Crédits: 6**

**Coefficient: 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre à connaître les matériaux de type métalliques tels que les aciers, les fontes, les alliages de métaux lourds et légers

**Connaissances préalables :**

Chimie générale, cristallographie, métallurgie physique

**Contenu de la matière :**

**I- Le fer et ses alliages:**

- 1-Fontes blanches, fontes grises, fontes trempées, fontes malléables (2 semaines)
- 2\_ Aciers : classification des aciers, normes (2 semaines)

**II- Les métaux et alliages non ferreux**

- 1-Les alliages légers et ultralégers (2 semaines)
- 2- Les alliages blancs, (1 semaine)
- 3- les alliages lourds; (2 semaines)
- 4- Les alliages spéciaux ; (2 semaines)
- 5- Les superalliages (2 semaines)
- 6- Les alliages à mémoire de forme (1 semaine)
- 7- Critère de choix d'un matériau. (1 semaine)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations et examen semestriel écrit
- Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques**

- 1- Matériaux métalliques. 2<sup>ème</sup> édition. M. Colombié. 2017
- 2-Matériaux industriels- matériaux métalliques. . M. Colombié. 2003. Dunod

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**

**Matière 2: Métallurgie des poudres:**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant fera connaissance avec une technologie d'obtention de pièces par des techniques autres que la mise en forme par déformation ou par la fonderie

**Connaissances préalables :**

Thermodynamique chimique, métallurgie physique, traitements thermiques, métallurgie extractive

**Contenu de la matière :**

1 -Généralités	(1 Semaine)
2 -Théorie et technique de préparation des poudres.	(1 Semaine)
3 -Caractéristiques des poudres, tests et essais	(2 Semaines)
4-Mise en forme des poudres à froid : agglomération, compactage.	(1 Semaine)
5-Théorie de frittage, mécanisme et aspects physico-chimiques de frittage en phase solide.	(3 Semaines)
6-Autres types de frittage. Matériaux frittés.	(2 Semaines)
7-Fours, installations de frittage et finitions des pièces.	(3 Semaines)
8-Applications.	(1 Semaine)
9-Produits poreux.	(2 Semaine)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations, exposés et examen semestriel écrit.

-Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Bibliographie**

- 1- Métallurgie des poudres. Didier Bouvard. Hermes. 2002.
- 2- Powder metallurgy . Institute of metals. 1991. London. Ivor Jenkins



**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 1.2**

**Matière1 : TP Métallurgie des poudres:**

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

**Crédits: 2      Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement**

Il s'agit de consolider les connaissances théoriques acquises par des travaux pratiques.

**Connaissances préalables recommandées:**

**Contenu de la matière:**

- |   |              |
|---|--------------|
| 1- Détermination des propriétés technologiques des poudres                  | (3 semaines) |
| 2- Détermination de la composition granulométrique par criblage             | (2 semaines) |
| 3- Détermination de la composition granulométrique au microscope            | (2 semaines) |
| 4- Détermination de la répartition volumique de la densité dans l'aggloméré | (2 semaines) |
| 5- Frittage des poudres métalliques   | (3 semaines) |
| 6- Caractérisation des poudres métalliques frittées                         | (3 semaines) |

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de soutenance de travaux pratiques

Contrôle continu: 100%

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 1.2**

**Matière 2 : Génie des surfaces**

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

**Crédits: 3**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Les étudiants apprendront à faire connaissance avec les procédés de traitements des surfaces de métaux .aciers qui améliorent les propriétés de surfaces ; les revêtements de surface des métaux ferreux.....

**Connaissances préalables recommandées:**

Traitements thermiques des métaux ferreux, métallurgie physique

**Contenu de la matière:**

**1. Traitements thermiques superficiels des alliages ferreux : (8 Semaines)**

- Traitements sans changement de composition chimique (trempe après un chauffage local)
- Traitements par induction,
- Traitements par effet de joule,
- Traitements par une torche à plasma
- Traitements par bombardement électronique,
- Traitements par faisceau laser,
- Traitements par rayonnement solaire
- Traitements avec changement de composition,
- Traitements thermochimiques classiques et ioniques (Cémentation, carbonituration, nitrocarburation, boruration)

**II. Traitements mécaniques:-**

(3semaines)

Grenaillage de précontraintes,

- Martelage,
- Galetage

**III. Revêtements:**

(5 semaines)

- Dépôts de particules (Projection thermique),
- Dépôts massifs (Rechargement par soudure, immersion en métal fondu, Chromage dur),
- Dépôtsatomiques(PVD,CVD)

**Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations, exposés et examen semestriel écrit.
- Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques**

- 1- Procédés industriels de traitement de surfaces par voie plasma: Génie des procédés plasmas et traitement de surfaces . Broché 2016. A. Mamadou Talla. Paf
- 2-Traitements de surfaces des aciers. A Queruel. Dunod. 2007
- 3- Traitements et revêtements des surfaces des métaux. Dunod. Technique et ingénierie.2013

### **Travaux pratiques**

- Traitements sans changement de composition chimique (trempe après un chauffage local)
- Traitements par induction,
- Traitements par effet de joule,
- Traitements thermochimiques classiques et ioniques (Cémentation, carbonitruration, nitrocarburation, boruration)
- Dépôts massifs (Rechargement par soudure, immersion en métal fondu, Chromage dur),

### **Mode d'évaluation:**

- Contrôle continu sous forme de soutenance de travaux pratiques

Contrôle continu: 100%

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM1.2**

**Matière 3 : Technologie de fonderie**

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

**Crédits: 4, Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire connaissance avec les procédés de transformation des métaux liquides en pièces ;  
connaître le type de matières utilisées en fonderie.....

**Connaissances préalables:**

Chimie générale et minérale, géométrie descriptive, élaboration des métaux

**Contenu de la matière:**

Historique	(1 Semaine)
I. Rôle et possibilités de la fonderie:	(1 Semaine)
- Composition des alliages, Pièces	
II. Méthodes de fabrication et processus industriel:	(2 Semaines)
-Processus industriel, Schéma de principe de la fabrication de pièces de fonderie	
III. Matériaux de moulage:	(1 Semaine)
-Sables de base, Liants, Matériaux pour moules permanents, Produits spéciaux	
IV. Moulage aux sables restant plastiques:-	(2 Semaines)
Sables de moulage, Procédés de moulage	
V. Moulage à modèles perdus:-Moulage avec modèles en polystyrène expansé,	(2 Semaines)
- Moulage à la cire perdue	
VI. Moulage en moules métalliques:-Généralités- Caractéristiques générales	(1 Semaine)
VII. Noyautage: -Généralités-Différents procédés de noyautage	(1 Semaine)
VIII. Alliages métalliques utilisés en fonderie :	(4 semaines)
-Alliages ferreux-Alliages non ferreux	

**Mode d'évaluation :**

- Contrôle continu sous forme de micro interrogations, exposés et examen semestriel écrit.
- Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Travaux pratiques**

- Caractérisation d'un sable de moulage
- Préparation d'un moule en sable
- Coulée d'une pièce dans un moule en sable
- Moulage à la cire perdue
- Moulage en moules métalliques

**Mode d'évaluation:**

- - Contrôle continu sous forme de soutenance de travaux pratiques
- Contrôle continu: 100%

**Références bibliographiques**

- 1- Moulage et fonderie d'art. Daniel Lambert. Edition Val. 2003
- 2- La fonderie, ses techniques, ses possibilités. A Reynaud. Editions techniques. 2004

**Unité d'enseignement: UED 1.2**  
**Matière1 : Electronique générale**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire connaissance avec les réseaux et les composants électroniques

**Connaissances préalables:**

Sciences physiques, électricité et électrotechnique ;

**Contenu de la matière:**

- |  |              |
|--|--------------|
| I. Circuiterie: Théorèmes de réseaux         | (2 semaines) |
| II. Diodes, différents montages, redresseurs | (3 semaines) |
| III. Stabilisation de courant et de tension  | (2 semaines) |
| IV. Tubes à vide: amplification à triode     | (2 semaines) |
| V. Physique des éléments semi-conducteurs    | (2 semaines) |
| VI. Amplification de tension, de puissance   | (4 semaines) |
- Amplificateurs en continu, Servomoteurs, régulateurs,  
Générateurs d'impulsion - Circuits logiques , instruments électroniques

**Mode d'évaluation :**

-Examen: 100%.

**Références bibliographiques**

- 1- Electronique générale. J.M Poitevin. Dunod. 2002
- 2- Electronique générale. M.A Mellal. Académiques. 2015

**Unité d'enseignement: UED.1.2**

**Matière 2 : Méthodes numériques et programmation**

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

**Crédits: 1 Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

La formation concerne l'étude théorique et numérique de problèmes modélisés par des équations aux dérivées partielles linéaires et non linéaires provenant de domaines variés tels que la physique, les sciences de l'ingénieur, la chimie, la biologie, l'économie, ainsi que les méthodes de calcul scientifique qui ont pour but la simulation numérique de ces problèmes.

**Contenu de la matière:**

**Méthodes numériques et programmation**

<b>Chapitre I.</b> Initiation de langages de programmation informatique MATLAB	(3 semaines)
<b>Chapitre II.</b> Intégration numérique 1. Méthodes des trapèzes 2. Méthode de Simpson	(3 semaines)
<b>Chapitre III.</b> Résolution numérique des équations non linéaires 1. Méthode de Bissection 2. Méthode de Newton	(3 semaines)
<b>Chapitre IV.</b> Résolution numérique des équations différentielles ordinaires 1. Méthodes d'Heuler 2. Méthode de Runge-Kutta	(3 semaines)
<b>Chapitre V.</b> Résolution numérique des systèmes d'équations linéaires 1. Méthode de Gauss 1. Méthode de Gauss-Seidel	(3 semaines)

**Mode d'évaluation :**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques**

- 1- Méthodes numériques pour le calcul scientifique. A Quarteroni. 2001. Iris
- 2- Matlab pour l'ingénieur. Biran Adrian. Pearson Education. 2004
- 3- Méthodes numériques . A Quarteroni. 2001. Iris
- 4- Analyse numérique. Canon Eric. Vuibert. 2012

**Unité d'enseignement: UET.1.1**

**Matière 2 :Ethique, Déontologie et Propriété intellectuelle**

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

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S3**



**Semestre :3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière 1 : Electrometallurgie de l'acier et ferroalliages**

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

**Crédits :6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre en profondeur la constitution du fer liquide, l'influence de certains éléments sur ses propriétés. Faire connaissance de la théorie et pratique d'élaboration des aciers.

**Connaissances préalables:**

Chimie, chimie physique, métallurgie générale.

**Contenu de la matière:**

Introduction

**I- Constitution et propriétés physiques des solutions** ( 2 semaines)

**diluées à base de fer liquide**

- 1 – Influence des éléments d'addition sur les propriétés des métaux liquides et solides
- 2 – Variation des propriétés physiques des métaux liquides et solides sous l'influence des éléments d'addition
- 3 – Influence de l'oxygène sur la structure et les propriétés du fer liquide
- 4 – Les alliages de Fer – C
- 5 – Les alliages Fe – Ni
- 6 – Les alliages Fe – Co
- 7 – Les alliages Fe -Cr

**II- Bases physico-chimiques d'élaboration de l'acier**

**1- Les réactions d'oxydation et de réduction** (3 semaines)

- 2.1- Oxydation du carbone
- 2.2- Oxydation et réduction du silicium
- 2.3- Oxydation et réduction du manganèse
- 2.4- Oxydation et réduction du chrome
- 2.5- Oxydation du tungstène
- 2.6- Oxydation du phosphore

**2- Désulfuration de l'acier** (2 semaines)

- 2.2 – Le soufre dans l'acier
- 2.3 – La répartition du soufre entre le métal et le laitier
- 2.4 – Influence de la composition chimique du métal sur la désulfuration

### **3- Les gaz dans l'acier**

(2 semaine)

3.1 – L'hydrogène dans l'acier

3.2 – L'azote dans l'acier

### **4- Désoxydation de l'acier**

( 2 semaines)

4.1 – Les méthodes de désoxydation

4.2 – Interaction entre les éléments désoxydants et l'oxygène

4.3 – Formation et élimination des produits de désoxydation

### **III Traitement de l'acier liquide en poche**

(4 semaines)

#### **1. Traitement de l'acier sous vide**

1.1 – Désoxydation de l'acier sous vide

1.2 – Elimination des inclusions non métalliques sous vide

1.3 – Elimination des gaz sous vide

#### **2. Désulfuration de l'acier en poche**

2.1 Traitement de l'acier liquide par le laitier synthétique

2.2 Traitement de l'acier liquide par les poudres des éléments alcalino-terreux

#### **Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %.*

- 1- Electrometallurgie de l'acier et ferroalliages. Polycopiés.
- 2- Théorie des processus métallurgiques électriques. Grigorian et autres. Moscou 1988.
- 3- Polycopiés
- 4- Les fours d'électrometallurgie. Jean Bistesi. 2008. Edition Desforges

**Semestre :3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière 2 : Matériaux innovants**

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

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

**Objectifs d'enseignement:**

Faire connaissance à part les métaux de certains matériaux modernes tels que les biomatériaux et les nanomatériaux.

**Connaissances préalables:**

Cristallographie, métallurgie générale, métallurgie des poudres

**Contenu de la matière :**

**A- Biomatériaux**

I. Généralités:-Introduction – définition- classification (3 semaines)

II. Perspectives d'utilisation: -Fonctions -Bio activité

III. Eléments de physiologie et d'anatomie:-

La cellule –Les tissus vivants.

IV. Caractérisation des biomatériaux: -Masse-Surface. (1 semaine)

V. Interactions tissus matériaux: (1 semaine)

-Biocompatibilité-Hémocompatibilité

VI. Matériaux pour l'orthopédie: (2 semaines)

- Structure et propriétés mécaniques de l'os-Métaux et alliages

-Céramiques, verres et ciments minéraux-Polymères et ciments organiques.

VI. Biocompatibilité, biosécurité, bio fonctionnalité. (1 semaine)

**B- nanomatériaux**

I. Introduction sur les nanomatériaux (1 semaine)

II. Atomes, clusters et nanomatériaux (2 semaines)

III. Préparation, synthèse:-voie chimique-voie physique– biomimétique. (2 semaines)

IV Propriétés des nanomatériaux:-mécaniques– chimiques– magnétiques optiques– (1 semaine)  
électroniques

V. Applications futures (1 semaine)

**Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %.*

**Références bibliographiques**

1- Les biomatériaux. Lavoisier. Collection Biofutur.2012

- 2- *La révolution orthopédique des Biomatériaux. Lavoisier. 2005*
- 3- *Biomatériaux de substitution de l'os et du cartilage.1996. Expansion scientifique.*
- 4- *Nanomatériaux. Eric Gaffet. Tectendances 1998.*
- 5- *Les nanosciences. Tome 2. Phylipe Houdy. Nanomatériaux et nanochimie. 2006*

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**  
**Matière 1 : Métallurgie du soudage**  
**VHS :45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**  
**Crédits :4**  
**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre la structure et la constitution d'une soudure et les différentes techniques de soudage

**Connaissances préalables:**

Métallurgie physique, électrotechnique, chimie

**Contenu de la matière:**

1. Structure d'une soudure. Aspects thermique, mécanique et physicochimique des soudures. **(2 semaines)**
2. Traitements thermiques des soudures: préchauffage, post-chauffage, relaxation thermique etc. **(2 semaines)**
3. Soudage des aciers à l'état recuit, trempé et revenu **(1 semaine)**
- 4. Métallurgie et soudabilité des métaux et alliages non ferreux (4semaines)**
  - 4.1. Métallurgie et soudabilité de l'aluminium et des alliages
  - 4.2. Métallurgie et soudabilité du nickel et de ses alliages
  - 4.3. Métallurgie et soudabilité du titane et de ses alliages
  - 4.4. Métallurgie et soudabilité des aciers inoxydables
- 5. Soudabilité des aciers (4 semaines)**
  - 5.1- Aciers doux
  - 5.2 -Aciers faiblement alliés
  - 5.3 -Aciers résistant à la corrosion au chrome- nickel
  - 5.4 -Aciers réfractaires, aciers plaqués.
- 6. Traitements thermiques et essais mécaniques sur assemblages soudés (2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %.*

**Références bibliographiques**

- 1- Les bases métallurgiques du soudage. H.Granjon. 2000. Institut de soudage
- 2- Métallurgie et mécaniques du soudage. Lavoisier Hermes. 2001
- 3- Métallurgie du soudage des aciers inoxydables. R. Castro. Dunod.1968

**Semestre :3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**

**Matière 2 : Matériaux non métalliques**

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

**Crédits :4**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre qu'à part les métaux, il existe d'autres matériaux tels que les céramiques, les verres ou les matériaux réfractaires qui peuvent remplacer l'acier ou les autres métaux.

**Connaissances préalables:**

Cristallographie, métallurgie physique, chimie minérale

**Contenu de la matière:**

**A- Céramiques, verres et réfractaires**

1. Les céramiques traditionnelles:-Historique, argile et poterie-Fabrication de la porcelaine  
-Cas particulier des ciments et bétons **(1 semaine)**
- 2 .L'élaboration des céramiques et techniques :-Technologie des poudres-Procédés de mise en forme- Physique de la densification par frittage-Techniques de frittage- **(2 semaines)**  
Contrôle de la microstructure
- 3- Les propriétés et applications des céramiques techniques : - Propriétés mécaniques –  
Physiques et chimiques-Oxydes, nitrures, carbures, composites-Autres cas caractéristiques **(2 semaines)**
4. Les verres minéraux:-Définitions et propriétés –Principes d'élaboration- Méthodes de mise en forme– Innovations techniques récentes **(1 semaine)**
5. Les vitrocéramiques: - Systèmes LAS et MAS – Cristallisation - Comparaison vitrocéramiques/verres/céramiques– Applications. **(1 semaine)**
6. Les réfractaires **(2 semaines)**

**B-Matériaux polymères et composites**

**(3 semaines)**

I. Les Polymères

Introduction

1. Structures chimiques des chaînes moléculaires et des réseaux
2. Structure physique des chaînes et distributions des masses molaires
- 3.Structure des polymères:- solides– amorphes- semi-cristallins
4. Comportement mécanique des matériaux polymères solides:- Viscoélasticité.- Élasticité caoutchoutique.- Transition vitreuse en fonction de la structure moléculaire

5. Propriétés en traction et au choc
6. Propriétés thermiques

## **B- Les composites**

**(3 semaines)**

1. Les composites thermodurcissables
2. Les composites thermoplastiques
3. Les semi-produits
4. Les silicones
5. Les composites thermostructuraux: - Les composites carbone-carbone - Les composites à matrices métalliques - Les composites à matrices céramiques
6. Les composites naturels
7. Les nanocomposites

### **Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %.*

### **Références bibliographiques**

- 1- Matériaux composites. Gay Daniel. 2015. Lavoisier Hermes.
- 2- Céramiques et verres. Traités des matériaux Vol 16. J.M Haussonne. 2002
- 3- Chimie et physico-chimie des polymères. M Fontanille. 2014. Dunod

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEM2.1**  
**Matière 1 : Métallurgie du soudage et contrôles**  
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant apprendra certaines techniques de contrôle et de soudage, un moyen d'assemblage permanent.

**Connaissances préalables:**

Cristallographie, métallurgie physique, méthodes d'analyse et de contrôle

**Contenu de la matière:**

TP1 **Le soudage autogène** : assemblage de deux pièces de métal de même nature par fusion de ces pièces et en ajoutant un métal d'apport de même nature ou de qualité supérieure.

**(3 semaines)**

TP2 **Le soudage hétérogène** : le métal utilisé pour la soudure est différent de celui des pièces à assembler

**(6 semaines)**

Au cours de ce TP, il faut aborder 4 types de soudure différents.

- 1- Le poste oxy-acétylénique
- 2- Soudure à l'arc électrique et à l'électrode enrobée
- 3- Soudage à l'arc électrique : procédé MAG
- 4- Soudage électrique par résistance par point

TP3

**(6 semaines)**

**Contrôle des soudures**

***Contrôle des soudures essais non destructifs***

- Etude du cordon de soudure
- Contrôle par ressuage :
- Contrôle par radiographie ou gammagraphie principe
- Contrôle par ultrasons :

***Contrôle des soudures par essais destructifs***

**Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 100% ;*



**Semestre :3**

**Unité d'enseignement : UEM2.1**

**Matière 2 : Métaux et alliages non ferreux**

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

**Crédits : 3**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre et connaître les différents métaux à part le fer et le domaine de leur application

**Connaissances préalables:**

Métallurgie physique, métallurgie extractive

**Contenu de la matière:**

1-Classification des métaux et alliages non ferreux	(1 semaine)
2-Cuivre et ses alliages.	(2 semaines)
3-Nickel et alliages à base de nickel	(2 semaines)
4-Alliages de nickel et de fer	(1 semaine)
5-Alliages à base de Ni-Cr et de Ni-Cr-Fe.	(2 semaines)
6-Cobalt et alliages de cobalt	(1 semaine)
7-Aluminium et ses alliages.	(2 semaines)
8-Titane et ses alliages.	(2 semaines)
9-Alliages antifriction.	( 1 semaine)
10- Alliages des métaux difficilement fusibles.	(1 semaine)

**Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %*

1- Métaux et alliages non ferreux. Said Bensaada. 2010. Broché

2- Alliages non ferreux. Rameau. 2015

**Semestre :3**

**Unité d'enseignement : UEM2.1**

**Matière 3 : Mise en forme des métaux**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Dans cette matière, sont données les notions et les différentes méthodes de mise en forme des métaux. L'enseignement de cette matière permettra à l'étudiant de choisir dans l'avenir un mode adéquat de mise en forme pour n'importe quel métal.

**Connaissances préalables :**

Mathématiques, chimie, mécanique des milieux continus

**Contenu de la matière :**

- I- **Mise en forme des métaux à l'état liquide** **(4 semaines)**
- fusion
  - Solidification
  - Techniques spéciales de fonderie (infiltration, imprégnation, solidification orientée)
  - Mise en forme des alliages spéciaux
- II- **Mise en forme des métaux à l'état dense** **(5 semaines)**
- Mise en forme à froid-déformation plastique à froid
  - Techniques de mise en forme à froid , laminage, laminage des strates, estampage...
  - Mise en forme à chaud- déformation plastique à chaud, laminage à chaud, forgeage, extrusion, placage....
- III- **Mise en forme des métaux pulvérisés** **(3 semaines)**
- Spécificités de la mise en forme des poudres
- Mise en forme à froid en matrice fermée, compression isostatique à froid , extrusion des poudres....
- Mise en forme à chaud, frittage- compression, extrusion...
- Projection des poudres- Techniques spéciales: explosion- compression isostatique...
- IV- **Techniques complexes de mise en forme** **(3 semaines)**
- Associations: Frittage – laminage, frittage- soudage, frittage – forgeage, Frittage –moulage (projection de phase liquide)...

**Mode d'évaluation :**

*Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %.*

**Références bibliographiques**

- 1- Mise en forme des métaux. Eric Felder. 2017. Ellipse
- 2- Mise en forme des alliages métalliques à l'état semi-solide. Suery Michel. Lavoisier.

## **Semestre 3**

**Unité d'enseignement : UED2.1**

**Matière 1 : Gestion des entreprises**

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

**Crédits : 1**

**Coefficient :1**

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

L'étudiant à part les connaissances technologiques, doit compléter ses connaissances en apprenant les techniques de gestion des entreprises comme la gestion financière, la gestion du personnel...

### **Connaissances préalables:**

Mathématiques, culture générale.

### **Contenu de la matière:**

- 1 -Eléments de gestion comptable et financière. Analyse des documents comptables. **(4 semaines)**
- 2- Conduite d'entreprise et Environnement : marché, avantages concurrentiels, Développement **(2 semaines)**
- 3- Gestion de l'Innovation et de la recherche: Stratégie d'entreprise et programmes R&D. **(2 semaines)**
- 4- Eléments de gestion des Ressources Humaines: Evolution du métier de l'Ingénieur. **(2 semaines)**
- 5 - Principes généraux de la Propriété industrielle Le brevet d'invention.. **(2 semaines)**
- 6-Marketing Business to Business: Spécificités de la démarche Marketing, Mix-marketing. **(3 semaines)**

### **Mode d'évaluation :**

*Examen: 100 %.*

### **Références bibliographiques**

- 1- *Organisation et gestion des entreprises. Richard Soparnot. 2012. Dunod*
- 2- *L'essentiel du management de l'entreprise. Sophie Landrieux et autres. 2017. Gualino*

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement: UED 2.1 Santé et environnement**

**Matière 2: UED2.1 Santé et environnement de la sidérurgie**

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

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

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

Faire comprendre aux étudiants l'importance des mesures de sécurité et de protection par rapport aux risques sur qu'encourent les personnes qui travaillent dans la fonderie ;

Connaitre les diverses maladies et accidents de travail causés par l'utilisation de diverses substances toxiques et les méthodes préventives ;

Connaitre et appliquer les normes de protection de l'environnement.

### **Connaissances préalables recommandées**

Les conditions de travail d'une unité de fonderie, installations et équipements utilisés dans les divers ateliers

### **Contenu de la matière**

<b>Chapitre 1.</b> Produit utilisés en sidérurgie	(1 semaine)
<b>Chapitre 2.</b> Risque chimique et sa gestion	(2 semaines)
<b>Chapitre 3.</b> Nuisances liées aux procédés	(3 semaines)
<b>Chapitre 4.</b> Atmosphère et environnement	(1 semaine)
<b>Chapitre 5.</b> Poussières et allergènes respiratoires	(1 semaine)
<b>Chapitre 6.</b> Bruit et vibrations	(01 semaine)
<b>Chapitre 7.</b> Risque accident	(1 semaine)
<b>Chapitre 8.</b> Les différentes pathologies rencontrées en sidérurgie	(2 semaines)
<b>Chapitre 9.</b> Les mesures préventives	(2 semaines)
<b>Chapitre 10.</b> Les normes en vigueur de la protection de l'environnement	(1 semaine)

### **Mode d'évaluation:**

*Examen: 100 %.*

### **Références bibliographiques**

*1-les mutations de la sidérurgie mondiale du xxème siècle à nos jours. Phylipe Mioche.2014*

*2-Santé-sécurité et environnement. La boîte à outils .2010*

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement: UET 2.1**

**Matière 1 : Recherche documentaire et conception du 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**

**(2 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**

**(2 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**

**(1 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

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

**(2 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**

**(1 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,*

**Semestre : 4**

**Matière : Projet de synthèse des connaissances**

**VHS : 150h00**

**Crédits : 24**

**Coefficient :15**

**Objectifs de l'enseignement:**

- Projet théorique ou pratique d'initiation à la recherche pour préparer les étudiants au doctorat.

**Connaissances préalables:**

- Tous le cursus

**Contenu de la matière:**

- Etude bibliographique
- Expérimentation

**Mode d'évaluation:**

- Soutenance publique

**Références :**

- Livres
- Revues scientifiques et techniques
- Internet
- Mémoires et thèses