



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



## MASTER ACADEMIQUE HARMONISE

### Programme National

**Mise à jour 2022**

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie des Procédés</i>	<i>Génie des Procédés des Matériaux</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# مواعمة

## ماسر أكاديمي

### Mise à jour 2022

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة الطرائق للمواد	هندسة الطرائق	علوم و تكنولوجيا

## **I – Fiche d'identité du Master**

## Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
<b>Génie des Procédés</b>	Génie des procédés des matériaux	Génie des procédés	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Génie des matériaux	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Chimie des matériaux (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Physique des matériaux (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Chimie inorganique (Domaine SM)	<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 : Génie des procédés des matériaux**

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 Crédits : 8 Coefficients : 4	Classe et structure des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Chimie Physique des silicates	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Thermodynamique technique	4	2	1H30	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Cristallographie	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Caractérisation des matériaux	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits :9 Coefficients : 5	Instrumentation et mesures	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes électrochimiques	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Caractérisation des matériaux	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix	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 : Génie des procédés des matériaux

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 : 10 Coefficients : 5	Opérations unitaires II	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Procédés de transformation	4	2	1h30	1h30		67h30	82H30	40%	60%
	Procédés de mise en forme	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Diagrammes de phases	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Technologie des Fours Industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Vieillessement et dégradation des matériaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Surfaces et interfaces	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP Elaboration des matériaux	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%

UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h0</b>	<b>6h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

### Semestre 3 : Génie des procédés des matériaux

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	Milieux poreux et dispersés	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux polymériques et composites	6	3	3h00	1h30	-	67h30	82h30	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Technologie des verres	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
	Technologies des céramiques et liants	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Application des matériaux dans la dépollution	2	1	-	-	1h30	22h30	27h30	100%	
	Modélisation et Optimisation des procédés	3	2	1h30	-	1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Application des	2	1	1h30	-	-	22h30	27h30		100%



	matériaux catalytiques à la réaction chimique									
	Analyse du cycle de vie des matériaux et calcul du bilan économique	2	1	1h30	-	-	22h30	27h30		100%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30	-	-	22h30	2h30	-	100%
	Matière au choix	1	1	1h30	-	-	22h30	2h30	-	100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coef : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30	-	-	22h30	2h30	-	100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>16h30</b>	<b>6h00</b>	<b>2h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

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

- 1- Verres et céramiques
- 2- Asservissement et Régulation
- 3- Matériaux pour l'optique, l'électronique et l'optoélectronique
- 4- Nanotechnologie et nanomatériaux
- 5- Matériaux biocompatibles
- 6- Management des Ressources technologiques
- 7- Soudage et CND
- 8- Verres et céramiques
- 9- Asservissement et Régulation
- 10- Matériaux pour l'optique, l'électronique et l'optoélectronique
- 11- Nanotechnologie et nanomatériaux
- 12- Matériaux biocompatibles
- 13- Management des Ressources technologiques
- 14- Soudage et CND

**Semestre 4**

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance.

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

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

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

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

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 1: Classe et structure des matériaux**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1.30h00, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

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

La connaissance et la caractérisation de solides ayant des formes, tailles et structures parfaitement contrôlées est devenue indispensable, du fait de leur large utilisation dans l'industrie : catalyseurs de craquage ou de synthèse des hydrocarbures, charges introduites dans les élastomères ou les peintures, pigments, adsorbants utilisés pour la purification ou l'analyse chimique (tamis moléculaires, adsorbants pour chromatographie), liants hydrauliques (bétons), poudres destinées à la préparation d'émulsions (émulsions de produits pour traitements agricoles)...

L'objectif du cours est de fournir à l'étudiant une vision claire sur les grandes classes des matériaux, sur leurs caractéristiques physico-chimiques pour pouvoir donner leur limite d'utilisation

### **Connaissances préalables recommandées:**

Chimie générale, chimie organique, thermodynamique fondamentale

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1. Matériaux inorganiques (5 Semaines)**

- I- Introduction : cohésion dans les solides cristallins, propriétés physique des matériaux.
- II- Métaux et alliages
- III- Les céramiques et verres
- IV- Endommagement des matériaux avec le temps

#### **Chapitre 2. Matériaux organiques (5 Semaines)**

- I- Présence des polymères dans l'environnement
- II- Classification des polymères synthétiques et naturels
- III- Place des matériaux polymériques par rapport aux métaux céramiques  
Morphologie des polymères (semi cristallins et amorphes)

#### **Chapitre 3. Classement des polymères par leurs propriétés (5 Semaines)**

- I- Propriétés thermiques
- II- Propriétés mécaniques
- III- Propriétés électriques
- IV- Propriétés optiques

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

### **Références bibliographiques:**

- 1- Microstructure et propriétés des matériaux.  
Collectif Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées (ENPC)  
Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)
- 2- Propriétés des matériaux naturels
- 3- Matériaux (coffret de 4 volumes) - AMC, hors série  
Acier - Bois - Terre cuite - Verre, Collectif Groupe Moniteur

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 1: Chimie Physique des Silicates**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Comprendre et assimiler les mécanismes physico-chimiques mis en jeu lors de la transformation de la matière sous l'effet de la température (interactions entre des particules, mécanismes de frittage, fusion, clinkérisation...), l'interaction avec l'environnement, l'hydratation des liants hydrauliques...

D'autre part, il leur sera donner une vue détaillée de la chimie, de la microstructure et des performances des matériaux de structure (cimentaires. Céramiques, vitreux...). Aussi, quelques questions de recherche sur ces matériaux seront introduites

**Connaissances préalables recommandées:**

- Notions sur la cristallographie
- Structures et défauts- Cristallographie-
- Diagrammes de phases- Microstructure des matériaux non organiques
- Potentiel et équilibres chimiques. Frittage, fusion, microstructure

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Bases théoriques**

**(2 semaines)**

1. Bases thermodynamiques :
2. Le potentiel chimique
3. L'équilibre chimique et le produit de solubilité
4. Les diagrammes de phases
5. Sous - saturation et dissolution
6. Sursaturation et précipitation (nucléation - croissance)
7. Mûrissement d'Oswald

**Chapitre 2. Élément silicium**

**(4Semaines)**

- 1 Présentation, Origine, Abondance
- 2 Préparation du Silicium (élémentaire au laboratoire, production industrielle)
- 3 Propriétés physico-chimiques,
- 4 Propriétés cristallographiques (Micro et nanostructures)
- 5 Corps simples à base de Si
- 6 Corps composés du Si (Silice, Silanes, Siliciures métalliques, Silicones)

**Chapitre 3. Les silicates**

**(4Semaines)**

1 Aluminosilicates

2 Synthèses et transformations des silicates

\* Voie sèche

\* Action de l'eau

2 Structures cristallines des silicates

Tectosilicate, Phyllosilicate, Inosilicate (polymère en chaîne simple ou double) ,

Cyclosilicate (polymère en cycle), Sorosilicate (dimère), Nésosilicate (monomère)

#### **Chapitre 4. La silice**

**(5Semaines)**

1 Physico-chimie

\* Transformations polymorphiques

\* Fusion, dévitrification, Vaporisation

\* Réactions chimiques

2 Préparation artificielle du SiO<sub>2</sub>

3 Différentes formes de silice (Quartz, Tridymite, Cristoballite, Autres formes)

4 Zones de stabilités des différentes variétés de silice

5 Utilisations

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

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

-Gilles Mertens, Jan Elsen, Dominique Laduron et Raymond Brulet, *Mineralogy of the calcium-silicate phases present in ancient mortars from Tournai*, ArcheoSciences, revue d'Archéométrie

-Jean WYART, « SILICATES », Encyclopædia Universalis.

URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/silicates/>

-Jean-Pierre Mercier et Ernst Maréchal, *Traité des matériaux, vol. 13 : Chimie des polymères : synthèses, réactions, dégradations*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1996.

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**

**Matière 1: Thermodynamique appliquée**

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

**Crédits: 6**

**Coefficient: 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'enseignement du cours de thermodynamique appliquée doit donner aux étudiants de Génie des Procédés des connaissances scientifiques sur les turbomachines, la psychrométrie et l'humidification de l'air. De plus, il permet l'application de la thermodynamique aux processus irréversibles et aux cycles moteurs, de réfrigération et aux pompes à chaleur.

**Connaissances préalables recommandées:**

Chimie générale, thermodynamique et chimie minérale des semestres précédents.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Les turbomachines (3 Semaines)**

I.1 Pompes

I.2 Ventilateurs

I.3 Compresseurs

I.4 Turbines

**Chapitre 2. : Psychrométrie (4 Semaines)**

II.1 Mélange gaz-vapeur et saturation adiabatique

II.2 Diagramme psychrométrique

II.3 Humidification de l'air

**Chapitre 3. Cycles thermodynamiques (4 Semaines)**

III.1 Cycle et rendement de Carnot

III.2 Cycles moteurs et de réfrigération

III.3 Systèmes de chauffage de climatisation et de ventilation.

III.4 Pompes à chaleur et cogénération

**Chapitre 4. Thermodynamique des processus irréversibles (4 Semaines)**

IV.1 Conservation de l'énergie dans les systèmes ouverts

IV.2 Bilan entropique d'un système ouvert

IV.3 Exergie physique et chimique

IV.4 Pertes exergetiques d'un système ouvert

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

**Références bibliographiques:**

*Smith, E.B, Basic, Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.*

*Stanley I.Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.*

*Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill*

*Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: Thermodynamics, John Wiley and sons*

*Brodyanski V., Sorin M., Le Goff P. The efficiency of industrial processes, exergy analysis and optimization, Amsterdam, Elsevier, (1994).*

*Wuithier, P, le pétrole, raffinage et génie chimique, édition technip 1972*

*Abbott M; Théorie et applications de la thermodynamique, série schum, Paris 1978*

*Kireev, V. Cours de chimie physique, Edition Mir, Moscou 197*

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 1: Cristallographie**  
**VHS: 45H00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Connaissance des lois générales régissant la géométrie des cristaux et reconnaissances macroscopiques des principales familles des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées:**

Matière de physique, de chimie générale et minérale des semestres précédents et structure de la matière.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1.** Notions de base sur la symétrie **(3 Semaines)**

**Chapitre 2. Structures et groupes** **(3 Semaines)**

2. La structure de groupe
3. Les groupes ponctuels et réseaux de Bravais
4. Les groupes de symétrie 3D
5. Représentation des groupes

**Chapitre 3.** Empilement moléculaire **(3 Semaines)**

**Chapitre 4.** Structures usuelles **(3 Semaines)**

- a) Structure de NaCl
- b) Structure de CsCl
- c) Structure de blende (ZnS)
- d) Structure rutile

**Chapitre 4.** Défauts de réseaux **(3 Semaines)**

- a) Solides stœchiométriques
- b) Solides non stœchiométriques

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

**Références bibliographiques:**

- J.-J. Rousseau, 'Cristallographie géométrique et radiocristallographie avec exercices corrigés', Edition Masson, Paris 1995.
- J.-J. Rousseau, 'Cristallographie géométrique et radiocristallographie'. Dunod 2000.
- E. Mooser, 'Introduction à la physique des solides', Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne 1993.



**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1**  
**Matière 1: Caractérisation des Matériaux**  
**VHS: 22H30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient :1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Formation aux méthodes physiques d'analyse usuelles dans les laboratoires de contrôle et de recherche. en analyse des matériaux.

Acquérir un savoir et un savoir-faire en matière d'évaluation et de maîtrise des propriétés de surface des matériaux

**Connaissances préalables recommandées :** Chimie Physique, chimie Analytique

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Analyses thermiques (3 Semaines)**

- . Analyse thermo différentielle (ATD)
- . Analyse thermo gravimétrique (ATG)
- . Calorimétrie Différentielle à Balayage (DSC)

**Chapitre 2. Analyses microscopiques et de porosité (4 Semaines)**

1. Microscopie électronique à balayage (MEB)
2. Microscopie électronique à transmission (MET)

**Chapitre 3. Analyses diffractométriques (4 Semaines)**

- Diffraction des rayons X

**Chapitre 4. Méthodes spectroscopiques (4 Semaines)**

- Spectroscopie UV-Visible
- Spectroscopie d'absorption atomique
- Spectroscopie FTIR

**Mode d'évaluation** Examen: 100 %

**Références bibliographiques:**

1. *Thermal Analysis (3rd Edition)*,
2. *W. Wendlandt, John Wiley and Sons (USA), 1986.*
3. *Thermal Analysis, B. Wunderlich, Academic Press (USA),1990.*
4. *Thermal Characterization of Polymeric Materials, E.A. Turi, Academic Press (USA), 1981.*
5. *Thermal Analysis of Foods, V.R. Harwalkar, Elsevier (UK), 1990.*
6. *Thermal kinetic TG-analysis of metal oxalate complexes, Li Jun &co, ThermochimicaActa, 406 (2003) 77-87.*
- 7 - *J. Grimblot, L'analyse de surface des solides par spectroscopies électroniques et ioniques, Masson (1995)*
- 8 - *J.W. Niemantsverdriet, Spectroscopy in catalysis, VCH (1993)*

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière : Instrumentation et mesures**  
**VHS : 45h (cours : 01h30, TP : 01h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant va apprendre les principes d'Instrumentation et Régulation (Métrologie Contrôle des procédés, Grandeurs physiques, capteur passif, actif, intégré, Caractéristiques, Transmetteur et les normes et Schéma fonctionnel.

Travaux pratiques (suivant les capacités techniques de l'établissement)

**Connaissances préalables recommandées :**

Mécanique générale, électricité, Eléments de base de l'électronique.

**Contenu de la matière :**

<b>Chapitre1</b> : Introduction	<b>(1 semaine)</b>
<b>Chapitre2</b> : Différents types de mesures	<b>(3 semaines)</b>
2.1 Mesures des grandeurs acoustiques et vibratoires	
2.2 Mesures des grandeurs hydrauliques et pneumatiques	
2.3 Mesures des grandeurs mécaniques	
2.4 Mesure des grandeurs thermiques	
2.5 Mesure des grandeurs dimensionnelles	
2.6 Mesure des grandeurs électriques	
2.7 Mesure des grandeurs optiques	
2.8 Mesure des volume, masse, temps	
<b>Chapitre3</b> : Contrôle non destructif	<b>(1 semaine)</b>
<b>Chapitre4</b> : Organisation, méthodes et techniques de mesure	<b>(2 semaines)</b>
<b>Chapitre5</b> : Etalonnage	<b>(1 semaine)</b>
<b>Chapitre6</b> : Traitement du signal	<b>(3 semaines)</b>
<b>Chapitre7</b> : Traitement des Données	<b>(2 semaines)</b>
<b>Chapitre8</b> : Initiation aux plans d'expérience	<b>(2 semaines)</b>

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. "Mesures physiques et instrumentation: Analyse statistique et spectrale des mesures, capteurs », Barchiesi, Dominique, Paris, Ellipse, 2003.
2. « Les capteurs en instrumentation industrielle », Asch, Georges, Paris, Dunod, 1999.
3. R.J. Goldstein, "Fluid Mechanics Measurements", 1983.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1**  
**Matière 1 : Méthodes électrochimiques d'analyse**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

**Connaissances préalables recommandées:**

-Chimie des solutions, notions en électrochimie.

**Contenu de la matière:**

Chapitre 1. Voltampérométrie	(4 Semaines)
Chapitre 2. Potentiométrie	(4Semaines)
Chapitre 3. Ampérométrie.	(4Semaines)
Chapitre 4. Coulométrie	(3Semaines)

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

**Références bibliographiques:**

1. Allen J. Bard, *Electrochimie : principes, méthodes et applications*, Masson, 1983.
2. Fabien Miomandre, Said Sadki, Pierre Audebert, *Electrochimie des concepts aux applications*, Dunod, 2005.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1**  
**Matière 1: Caractérisation des Matériaux**  
**VHS: 15h00 (TP : 1h00)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Formation aux méthodes physiques d'analyse usuelles dans les laboratoires de contrôle et de recherche. Présenter au niveau du laboratoire (TP) quelques méthodes modernes employées (suivant les capacités en matériel de l'établissement) en analyse des matériaux.

Acquérir un savoir et un savoir-faire en matière d'évaluation et de maîtrise des propriétés de surface des matériaux

**Connaissances préalables recommandées :** Chimie Physique, chimie Analytique

**Contenu de la matière:**

**TP 1. Analyses thermiques**

- . Analyse thermo différentielle (ATD)
- . Analyse thermo gravimétrique (ATG)
- . Calorimétrie Différentielle à Balayage (DSC)
- . Analyse par pyrolyse (pyrolyse couplée à la GCMS, Py-GCMS)
- . Analyse Thermomécanique Différentielle (DMA)

**TP 2. Analyses microscopiques et de porosité**

1. Microscopie électronique à balayage (MEB)
2. Microscopie électronique à transmission (MET)
3. AFM
4. BET
5. Porosimétrie

**T.P 3 . Analyses diffractométriques**

**T.P 4 . Méthodes spectroscopiques**

**T.P 5. Nouvelles méthodes de caractérisation des matériaux polymériques**

**Mode d'évaluation:**Contrôle continu: 100 % ; ]

**Références bibliographiques:**

1. *Thermal Analysis (3rd Edition)*,
2. *W. Wendlandt, John Wiley and Sons (USA), 1986.*
3. *Thermal Analysis, B. Wunderlich, Academic Press (USA),1990.*
4. *Thermal Characterization of Polymeric Materials, E.A. Turi, Academic Press (USA), 1981.*
5. *Thermal Analysis of Foods, V.R. Harwalkar, Elsevier (UK), 1990.*
6. *Thermal kinetic TG-analysis of metal oxalate complexes, Li Jun &co, ThermochimicaActa, 406 (2003) 77-87.*
- 7 - *J. Grimblot, L'analyse de surface des solides par spectroscopies électroniques et ioniques, Masson (1995)*
- 8 - *J.W. Niemantsverdriet, Spectroscopy in catalysis, VCH (1993)*

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

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

**Objectifs de l'enseignement :**

- 1- Connaissance de l'identité chimique polluante d'un déchet.
- 2- Savoir déterminer le bon exutoire pour un déchet donné au regard de la réglementation.
- 3- Connaître des grands procédés de traitement des rejets industriels

**Connaissances préalables recommandées :** Cycle de vie et vieillissement des matériaux.

**Contenu de la matière :**

1. Définitions du recyclage. **(1 semaine)**
2. Analyse de cycle de vie **(1 semaine)**
3. Décrire les différentes possibilités de recyclage des déchets et des sous-produits industriels **(2 semaines)**
4. Critères de choix des matériaux ; établir les différentes étapes du cycle de vie des matériaux, leurs problématiques et impacts, et comment. **(2 semaines)**
5. Décrire les processus de recyclage et valorisation en y intégrant son impact sur l'environnement. **(2 semaines)**
6. Collecte des déchets ménagers **(3 semaines)**
7. Traitement des déchets **(2 semaines)**
8. Fabrication de nouveaux matériaux à base de déchets **(2 semaines)**

**Mode d'évaluation :** examen 100%

**Références**

1- Abrassard C., Aggeri F., « La naissance de l'éco-conception, Du cycle de vie du produit au management environnemental produit », *Responsabilité et environnement*, n° 25, Janv. 2002

BALET J.-M., *Aide-mémoire de Gestion des déchets*, Dunod, 2e édition, 2008, 248 pages, ISBN 978- 2-10-051627-8.

DAMIEN A., *Guide du traitement des déchets*, Dunod, 4e édition, 2006, 560 pages, ISBN 978-2-10- 049597-9

**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:**

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

**Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

**Contenu de la matière:**

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

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

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références :**

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

### **III - Programme détaillé par matière du Semestre S2**

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF2.1**  
**Matière 1: Opérations unitaires II**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TD : 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### Objectifs de l'enseignement:

- Faire acquérir les connaissances de base en opération unitaires mécaniques et diffusionnelles, de séparation et d'ajustement de taille mettant en jeu des solides (agglomération, fragmentation et séparation des solides, filtration, cristallisation ;
- Expliquer les concepts à la base des différentes opérations de séparation et d'ajustement de taille et de forme ;
- Rendre l'étudiant apte à choisir et à dimensionner le type d'équipement approprié à une situation donnée (séparateur, broyeur, mélangeur..).

### Connaissances préalables recommandées:

Transfert de matière, Transfert de chaleur et transfert de quantité de mouvement

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre 0 : Rappels de thermodynamique (1 Semaine)**

- Equilibre liquide-vapeur
- Règle des phases

#### **Chapitre I : Procédés d'agglomération et de fragmentation des solides (3 Semaines)**

- Agglomération des solides (Généralités ; Mécanismes d'agglomération ; Agglomération sans compression (granulation) ; Agglomération avec compression ; Enrobage)  
 - Fragmentation des solides (Généralités ; Conditions et techniques de broyage ; Appareillage ; Energie de broyage ; Séparation des solides)

#### **Chapitre III : Opérations d'humidification (3 Semaines)**

(Définition de l'humidité ; Notions de température humide (sèche et de rosée) ; Diagramme de l'air humide (Mollier, Carrier, etc...) ; Opérations unitaires sur l'air humide ; Transfert simultané de matière et de chaleur ; Saturation adiabatique ; Saturation isotherme ; Déshumidification).

#### **Chapitre IV: Séchage et Evaporation (3 Semaines)**

- Séchage (Modes de séchage des solides ; Humidité des solides ; Vitesse de séchage ; Durée de séchage ; Séchage continue et discontinu ; Technologies usuelles de séchage ; Dimensionnement d'un sécheur).

#### **Chapitre V : Tours de contact gaz-liquide (2 Semaines)**

- Tours de refroidissement  
 - Dimensionnement d'une tour

#### **Chapitre VI : Séparation Solide-Liquide (2 Semaines)**

(Séparation par membranes, Filtration,...)



**Mode d'évaluation :** Continu : 40 % ; Examen : 60 %

**Références :**

- 1) **Ernest E. Ludwig**, Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants Volume 1, Third Edition
- 2) **Ernest E. Ludwig**, Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants Volume 2, Third Edition
- 3) **Ernest E. Ludwig**, Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants Volume 3, Third Edition
- 4) **R. K. Sinnott**, Chemical Engineering, Volume 6, Third edition Chemical Engineering Design
- 5) **J. F. Richardson, J. H. Harker and J. R. Backhurst**, Chemical Engineering Volume 2 Fifth Edition *Particle Technology and Separation Processes*
- 6) **James G. Speight**, Chemical and Process Design Handbook.

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF2.1**  
**Matière 2: Procédés de transformation**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30 ; TD : 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

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

Connaître les principes fondamentaux des procédés de mise en forme (granulation, broyage, séchage,...) et de mise en œuvre (formulation, mélange, dosage, manutention,...).

Cette matière associe étroitement la compréhension de la structure et des propriétés des matériaux, l'élaboration et la mise en œuvre des matériaux à des fins industrielles. Elle permettrait à l'étudiant de suivre les différentes étapes de transformations et mises en forme d'un matériau qu'il soit organique (polymères et composites) ou inorganique (verres céramiques, métal, liants,...) avant de le mettre entre les mains d'un ingénieur. Elle permet également à l'étudiant d'établir un lien entre les causes et effets de la dégradation des matériaux afin d'en optimiser les usages.

### **Connaissances préalables recommandées:**

L'étudiant doit avoir des connaissances en chimie des matériaux, chimie minérale, chimie organique, chimie des polymères, chimie des silicates, Chimie physique et Génie chimique (thermodynamique, chimie de surfaces, cinétique chimique, lois de transfert, ....)

### **Contenu de la matière**

**Chapitre I :** (3 semaines)

#### **Notions sur les procédés technologiques de fabrication des matériaux**

- Définition d'un procédé industriel
- Notions sur l'optimisation des procédés
- Paramètres d'influence du procédé
  
- Passage de la méthode à la technique vers le procédé
- Comparaison entre procédé à l'échelle du Laboratoire et à l'échelle Industrielle
- Mise en place du procédé industriel
- Etapes du processus de fabrication des matériaux

**Chapitre II: Typologie des procédés** (3 semaines)

- Primaire : Mise en forme à partir d'un semi-produit
- Secondaire : Mise en forme de surface fonctionnelle
- Tertiaire : Amélioration de la qualité pièce (polissage)

### **Mode d'évaluation :**

Continu : 40 %      Examen : 60 %

### **Références :**

- 1- **Austin, L. G., Klimpel, R. R., Luckie, P. T:** Process Engineering of Size Reduction: Ball Milling, Edition: SME, New-York, USA, 1984
- 2- **A. Gupta :** Mineral processing design and operations: An introduction, Edition Lavoisier 2008
- 3- **R.P King:** Modelling and simulation of mineral processing systems, Edition Butterworth-Heinemann 2001
- 4- **B.A. Wills :** Will's mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery Edition Butterworth-Heinemann 2006
- 5- **Barin I., Knacke O., and Kubachewsky,O.,** Thermochemical Properties of Inorganic Substances, Edition Springer Verlag, Berlin, (1977).
- 6- **G. Chaussin, G. Hilly -** Métallurgie - Dunod Tome 1 : alliage métallique, Tome 2 : élaboration des métaux, 1966.
- 7- **Schönert K.,** Size Reduction (Fundamentals) – Chap 1, in Ullmann's Encyclopedia of Industrial chemistry. Vol. B2: Unit operations I, p. 5.1-5.14. Ed: Vch Verlagsgesellschaft mbH Weinheim (1988)
- 8- **Pomeran Y.,** Wheat : Chemistry and technology, AACC, St Paul USA, (1998).
- 9- **Buchel. K.H, H.M. Moretto et P.Woditsch.,** Industrial Inorganic Chemistry, John Wiley-VCH verlag, Weinheim (2000).
- 10- **Buckton G.,** Interfacial phenomena in drug delivery and targeting. Drug targeting and delivery, ed. A.T.F.a.G. Gregoriadis, Harwood academic publishers (1995).
- 11- **Godet L.,** Broyage fin du talc par jet d'air opposé, in Génie Chimique-Génie des procédés, Institut National Polytechnique de Lorraine (2001).
- 12- **Henry Le Chatelier,** « Chimie des silicates », Edition « A. Hermann et Fils »,1914.
- 13- **Arnold Lassieur,** « Analyse des silicates », Edition « Dunod »,1951.
- 14- **R. Kern,** « Cours de minéralogie structurale des silicates », Edition « LMC »,1958.
- 15- **Eitel, Wilhelm,** "The Physical Chemistry of the Silicates",Edition "The University of Chicago Press",1954.
- 16- **Michel-Lévy Albert et Wyart Jean,** « Reproduction Artificielle De Minéraux Silicatés à Haute Pression », Edition « Siège De La société Géologique »,1947.
- 17- **Marc Carrega ,** Matériaux industriels - matériaux polymères, Edition Dunod, juin 2000.
- 18- **Jean-Pierre Cohen,** Polymère : La matière plastique, Edition Belin, 2007.
- 19- **Marc Carrega ,** Matières plastiques - Aide-mémoire, 2ème édition Dunod, 7 octobre 2009.
- 20- **Jean Pierre Mercier,** chimie des polymères, synthèses, réactions, dégradations, 1<sup>ère</sup> édition, 1993.
- 21- **Adda Y., Dupouy J.M.,** « Eléments de métallurgie physique“, Documentation Française, Paris 1976.
- 22- **Bernard J., Michel A., Philibert J., Talbot J.,** « Métallurgie générale », 2<sup>ème</sup> édition Masson, Paris 1984

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1**  
**Matière 1: Procédés de mise en forme**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

*Mettre en pratique les méthodes élémentaires de mise en forme des matériaux*

**Connaissances préalables recommandées :**

- Notions de mathématiques générales
- notions de Chimie physique et Génie chimique (thermodynamique, chimie de surfaces, cinétique chimique, lois de transfert, ....)
- Notions chimie minérale et organique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I:** Classification des procédés de mise en forme **(3 semaines)**

*Chapitre II : Mélange des poudres*

*Chapitre III : Broyage(3 Semaines)*

*Chapitre IV : Granulation par voie humide(3 Semaines)*

*Chapitre V Granulation par voie sèche*

*Chapitre VI. Encapsulation*

**Exemple de Procédés de mise en forme des matériaux métalliques (3 semaines)**

- Préparation des matières premières
- Processus de fusion des composés métalliques
- Processus de :
  - a. Forgeage ;
  - b. Fonderie ;
  - c. Frittage ;
  - d. Emboutissage.

**Exemple de Procédés de mise en forme des polymères et des composites(Mise en forme des composites à matrice thermdurcissable) :**

- Procédés industriels de transformation et fabrication des polymères (en masse, en solution, en émulsion, en suspension, ...)
- Solidification et mise en forme des polymères  
(Procédé d'extrusion monovis et bivis : extrusion de profilés, extrusion soufflage, extrusion gonflage, Soufflage de corps creux, Filage textile, Calandrage, Thermoformage).
- Procédés de moulage :
  - a. Moulage par injection base pression de résine liquide (RTM) ;
  - b. Moulage par injection de résine réactive renforcée fibres longues (S-RIM) ;
  - c. Moulage au contact ;
  - d. Moulage par injection – réaction (R-RIM) ;
  - e. Comparaison des divers procédés de mise en forme et de fabrication.

**Mode d'évaluation :** 100% examen

**Ouvrages**

- 6- **Austin, L. G., Klimpel, R. R., Luckie, P. T:** Process Engineering of Size Reduction: Ball Milling, Edition: SME, New-York, USA, 1984
- 7- **A. Gupta :** Mineral processing design and operations: An introduction, Edition Lavoisier 2008
- 8- **R.P King:** Modelling and simulation of mineral processing systems, Edition Butterworth-Heinemann 2001
- 9- **B.A. Wills :** Will's mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery Edition Butterworth-Heinemann 2006
- 10- **Barin I., Knacke O., and Kubachewsky,O.,** Thermochemical Properties of Inorganic Substances, Edition Springer Verlag, Berlin, (1977).

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.2**  
**Matière 1: Diagrammes de phases**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TD : 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### Objectifs de l'enseignement:

Découvrir les transformations solide-solide et les effets des traitements thermiques portant sur les alliages.

### Connaissances préalables recommandées:

Chimie Générale ; Notions de base de la thermodynamique, enthalpies et entropies

### **Contenu de la matière :**

Introduction

#### **Chapitre I. Bases thermodynamiques (4 Semaines)**

- Les fonctions
- Les solutions
- Les composés
- Les mesures calorimétriques

#### **Chapitre II. Représentation graphique des résultats expérimentaux (3 Semaines)**

#### **Chapitre III. Principes de construction des diagrammes enthalpiques (4 Semaines)**

- Systèmes binaires
- Systèmes ternaires
- Applications

#### **Chapitre IV. Techniques de l'étude des diagrammes de phases (4 Semaines)**

- Dilatométrie
- Calorimétrie
- Analyse thermique

### Mode d'évaluation :

40% Contrôle continu et 60 % Examen

### Références

-J. Bénard, A. Michel, J. Philibert, J. Talbot : Métallurgie générale, Masson éd., Paris, 1984, 2ème éd., 651p.

-J.-P. Bailon, J.-M. Dorlot : Des Matériaux, Presse Internationales Polytechniques, Montréal, 2000, 3ème éd., 736p.

-M.F. Ashby, D.R.H. Jones : Matériaux, 2. Microstructure et mise en œuvre, Dunod éd., 1991, 385p.

-

[http://fr.wikiversity.org/wiki/Introduction\\_%C3%A0\\_la\\_science\\_des\\_mat%C3%A9riaux/Diagrammes\\_binaires](http://fr.wikiversity.org/wiki/Introduction_%C3%A0_la_science_des_mat%C3%A9riaux/Diagrammes_binaires).

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.2**  
**Matière 4: Technologie des Fours industriels**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

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

Cette matière permettra aux étudiants d'aborder les phénomènes de combustion et transfert de chaleur dans les fours industriels qui sont à l'origine de méthodes de fabrication, mise en forme et obtention des différents types des matériaux.

Les fours sont la pièce maitresse dans l'industrie des matériaux. Dans cette optique, l'étudiant doit en mesure de savoir la combustion et ses réactions chimiques, calcul de combustion, les combustibles, le pouvoir calorifique, température réelle de combustion, classification des fours selon la circulation des fumées. A la fin, l'étudiant doit être capable de faire un bilan énergétique d'un four pour essayer de minimiser la chaleur perdue.

L'objectif du cours est de fournir à l'étudiant une vision claire sur la combustion, sur les différents fours de l'industrie des matériaux, sur leurs caractéristiques physico-chimiques pour pouvoir décrire leur utilisation

### **Connaissances préalables recommandées:**

Transfert de chaleur, chimie organique, thermodynamique appliquée, classe et structure des matériaux

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1. Combustion dans les fours industriels (3 Semaines)**

1. Notions sur la combustion
2. Les combustibles : solides, liquides, gazeux
3. Les réactions de combustion
4. Gaz brûlés
5. L'enthalpie de formation
6. Température de flamme
7. Pouvoir calorifique
8. Entropie absolue
9. Le diagramme d'OSWALD
10. Procédés de combustion

#### **Chapitre 2. Classification des fours (3 Semaines)**

1. Fours continus
2. Fours discontinus
3. Chauffage direct
4. Chauffage indirect
5. Fours à haute température
6. Fours à basse température

#### **Chapitre 3. Transfert de chaleur dans les fours (3 Semaines)**

1. Fours à haute température
2. Fours à basse température
3. Rôle de la conduction
4. Chauffage à courants parallèles et chauffage à contre-courant
5. Fours discontinus

**Chapitre 4. Calcul thermique des fours****(3 Semaines)**

1. Bilan énergétique
2. Flux thermiques admissibles
3. Qualité du chauffage
4. Puissance installée
5. Dimensionnement des fours

**Chapitre 5. Isolation des fours****(3 Semaines)**

1. Conception générale
2. Définitions
3. Physique des matériaux réfractaires
4. Chimie des matériaux réfractaires
5. Interactions entre les réfractaires et le four
6. Dimensionnement des parois réfractaires

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

**Références:**

1. **Introduction aux transferts thermiques, Cours et exercices corrigés**  
J.-L. Battaglia, A. Kusiak, J.-R. Puiggali, 2<sup>ème</sup>Eds. DUNOD, 2014.
2. **Énergie, pollution de l'air et développement durable**  
C. Ronneau, Presses universitaires de Louvain, 2004
3. **Techniques de l'ingénieur, Fours industriels**  
I. JACUBOWIEZ, 1998



**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 2.1**

**Matière 1: Vieillessement et dégradation des matériaux**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Sensibiliser les étudiants sur les problèmes de vieillissement des matériaux plastiques et solides, dont l'étude est l'un des points clés du développement de ces matériaux. Cette matière doit permettre l'étude des phénomènes et des réactions qui se produisent à diverses interfaces du matériau. Les attaques chimiques externes, la corrosion et les résistances des matériaux vis-à-vis des substances chimiques font l'objet de l'enseignement de la matière.

**Connaissances préalables recommandées:**

Les connaissances requises pour suivre cette matière se résument en chimie générale, chimie physique, chimie et analytique et en physique des matériaux.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre I : Phénomènes de corrosion**

**(5 Semaines)**

- Corrosion humide : Phénomènes électrochimiques à l'interface métal-solution, cinétiques de corrosion, courbes de polarisation, passivité et métaux passivables.
- Corrosion sèche : Approche thermodynamique : diagrammes d'Ellingham.
- Approche cinétique : cinétique de la formation des couches d'oxydes, méthodes d'études et mécanismes de l'oxydation et de la protection.
- Phénomènes de diffusion atomiques dans les métaux.
- Corrosion dans la pratique industrielle.
- Approche économique et phénoménologique.
- Etude de cas réels.

**Chapitre II : Vieillessement et Dégradation des matériaux**

**(5 Semaines)**

- Vieillessement naturel : le rayonnement solaire, la température, l'oxygène et l'ozone, l'humidité et la pluie, la neige, la grêle et le sable, le vent, autres facteurs.
- Vieillessement Physique et dégradation : vieillissement photochimique, vieillissement thermique, vieillissement hydrolytique.
- Vieillessement chimique : Définitions, Les réactions de photo oxydation, vieillissement sans transfert de masse, vieillissement par absorption de solvant, vieillissement par migration d'adjuvants, fissuration sous contrainte en milieu tensioactif.
- Les techniques de caractérisations : techniques non destructives, techniques destructives.

**Chapitre III : Protection des matériaux contre la corrosion**

**(5 Semaines)**

- Protection électrochimique (protection anodique et applications, protection cathodique, applications et calculs, protection par inhibiteurs et applications).
- Méthodes de protection contre la corrosion sèche, par revêtement, par dépôt de métaux, par vaporisation de composés inhibiteurs, méthodes d'études de revêtements de surfaces, détermination des critères de choix d'une méthode de protection.

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

### **Références**

- **Centre français de l'anticorrosion** : La Commission Corrosion sous contrainte-fatigue-corrosion du Centre français de corrosion « Interactions hydrogène-matériaux et corrosion-déformation », Recueil des journées jeunes chercheurs 2010, Edition « Presses De L'Ecole Des Mines », 2010.
- **Dieter Landolt**, « Traite des matériaux t.12 ; corrosion et chimie de surfaces des métaux », Edition « Presses Polytechniques Romandes », 1993
- **Collectif**, « **Corrosion et protection de matériaux à haute température** », Edition « Presses De L'Ecole Des Mines », 2011.
- **Marc Neveux**, « La corrosion des conduites d'eau et de gaz », Edition « Eyrolles », 1968
- **Ropital François**, « Corrosion and degradation of metallic materials, understanding of the phenomena and applications in petroleum and process industries », Edition « Technip », 2010.

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM2.1.**  
**Matière 2: Surfaces et interfaces.**  
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30 ; TP : 1h00)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Comprendre les mécanismes mis en jeu à la surface et aux interfaces des matériaux en interaction avec un gaz ou un solide

**Connaissances préalables recommandées:**

- Notions de mathématiques générales
- Notions de Chimie physique et Génie chimique (thermodynamique, chimie de surfaces, cinétique chimique, lois de transfert, ....)
- Notions chimie minérale

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :**

- **Introduction générale**
- **Notion de surface et d'interface, surface propre.**
- **Domaine d'application des surfaces et interfaces**

**Chapitre II : Adsorption des gaz**

**(3 Semaines)**

- Introduction
- Forces intervenant entre une molécule de gaz et la surface d'un solide
- Type d'adsorption
- Chaleur d'adsorption
- Techniques expérimentales de détermination d'isothermes d'adsorption
- Étude thermodynamique de l'adsorption

**Chapitre III : Isotherme d'adsorption du type I**

**(3 Semaines)**

- Introduction
- Isotherme d'adsorption en monocouches localisées
  - Equation de Freundlich
  - Equation de Langmuir

**Chapitre IV : Isotherme d'adsorption en multicouches**

**(3 Semaines)**

- Modèle de BET

**Chapitre V : Techniques de caractérisation de surfaces**

**(6 Semaines)**


- Méthodes spectroscopiques
  - Spectroscopie Auger
  - Spectroscopie des photoélectrons X (XPS)
- Méthodes Microscopiques :
  - Microscopie à champs proches (AFM, STM)
  - Microscopie électronique à balayage
  - Microscopie à transmission

- Méthodes porosimétriques
  - Prosimètrie à mercure
  - Thermoporosimètrie
  - Physisorption d'azote

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

**Références:**

1. **PannetierSuchay**, Cinétique chimique Ed. Masson 1964.
  2. **J.E. Germain**, Catalyse hétérogène Ed. Dunod 1959.
  3. **J.J. Fripiat**, Chimie physique des phénomènes de surface, Ed. Masson 1971.
- 

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM2.1**  
**Matière 1: TP Elaboration des matériaux**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Mettre en pratique les méthodes élémentaires de mise en forme des matériaux

**Connaissances préalables recommandées:**

- Notions de mathématiques générales
- Notions de Chimie physique et Génie chimique (thermodynamique, chimie de surfaces, cinétique chimique, lois de transfert, ....)
- Notions chimie minérale et organique

**Contenu de la matière: Au choix**

TP1 : Préparation du silicium élémentaire  
TP2 : Echantillonnage, dosage et homogénéisation des poudres  
TP3 : Broyage discontinu du clinker à ciment  
TP4 : Approche cinétique de la réduction de taille des particules solides  
TP5 : Cinétique de décomposition du calcaire en milieu homogène et hétérogène  
TP6 : Elaboration du verre et vitrification  
TP7 : Synthèse macromoléculaire  
TP8 : Elaboration d'un matériau composite  
TP9 : Synthèse d'une zéolithe  
TP10: Polymérisation en émulsion

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu 100%

**Références :**

**1-Michel Fontanille Yves Gnanou**, Chimie et physico-chimie des polymères, Dunod 3e édition, 2013.

**2-Thibaut Starzyk, Frederic**, matériaux micro et mésoporeux, Ed. Dunod 2004.

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UET 1.2**

**Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**

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

**Crédit : 1**

**Coefficient : 1**

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

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Ethique et déontologie (les fondements)

### **Contenu de la matière :**

#### **A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,**

**1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Équité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

#### **2. Recherche intègre et responsable**

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

#### **3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :**

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

### **B- Propriété intellectuelle**

#### **I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

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

## II- Droit d'auteur

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

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

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

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

### 3. Brevet

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

## III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

## C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelles technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

### Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

### Références :

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, [https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran\\_ais+d\\_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce](https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce)
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck etléda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008

19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [www.wipo.int](http://www.wipo.int)
24. <http://www.app.asso.fr/>



## **IV - Programme détaillé par matière du Semestre S3**

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF3.1. 1**  
**Intitulé de la matière : Milieux poreux et dispersés**  
**VHS : 45H00 (Cours : 1h30 ; TD : 1H30)**  
**Crédit : 4**  
**Coefficient : 2**

### **Semestre : S3**

**Objectifs de l'enseignement** (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'objectif est de maîtriser les processus d'élaboration de certains polymères à l'échelle industrielle en étudiant leurs propriétés et domaines d'utilisation.

**Connaissances préalables recommandées** (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Les connaissances requises pour suivre ce module sont la chimie organique, la chimie minérale, la chimie générale, ainsi que la rhéologie.

### **Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Granulométrie** **2 Semaines**  
 Morphologie d'un grain, analyse granulométrique et utilisation de l'analyse granulométrique.

**Chapitre 2. Broyage et fragmentation** **3 Semaines**  
 Opération de broyage, criblage et tamisage. Lois énergétiques de fragmentation.

**Chapitre 3. Ecoulement des fluides à travers un milieu poreux** **3 Semaines**  
 Ecoulement d'un seul fluide à travers un milieu poreux. Modèle de Kozeny, modèle de faisceaux de pores tortueux. Equation d'Ergun. Calcul de la perte de charge des colonnes garnies. Filtration à débit constant, filtration à pression constante, application filtration à gâteau.

**Chapitre 4. Mouvement des grains dans les fluides** **3 Semaines**  
 Ecoulement d'un seul fluide autour d'un grain, mouvements verticaux de grains dans un champs de pesanteur, calcul de la vitesse terminale de chute libre, mouvement à deux dimensions.

**Chapitre 5. Sédimentation** **2 Semaines**  
 Décantation par gravités : dimensionnement d'un décanteur  
 Décantation par centrifugation : dimensionnement d'un cyclone à gaz.

**Chapitre 6. Fluidisation** **2 Semaines**  
 Fluidisation homogène : Etude expérimentale de la perte de charge et la porosité du lit, seuil minimum de fluidisation. Etude théorique d'expansion du lit et fluidisation hétérogène.

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

### **Références :**

1. DULLEN(F.A.L)-Porous media: fluid transport and port structure (milieux poreux: transport des fluides et structure poreuse) 1979 Academic Press.New York.
2. Rhodes, M., Introduction to ParticleTechnology, 2nd Ed., Wiley (2008).
3. Raffinage et Genie Chimique Tome II.P.Wuithier.Editions Technip. Paris 1965.
4. Gibilaro, L. G., Fluidization - Dynamics, Butterworth - Heinemann (2001).

5. Perry R. H., D. W. Green And J. O. Maloney, "Perry's Chemical Engineers' Handbook " seventh edition, , McGraw Hill, 1999
  6. Coulson J.M., J.F Richardson, J.R Backhurst And J.H. Harker, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, Pergamon Press, 2002.
- McCabe W.L., J.C. Smith and P. Harriott, "Unit Operations of Chemical Engineering", seventh edition,ed.McGraw-Hill,2004.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF3.1. 2**

**Intitulé de la matière : Matériaux Polymères et composites**

**VHS : 67H30 (Cours : 3h00 ; TD : 1H30)**

**Crédit : 6**

**Coefficient : 3**

**Semestre : S3**

**Objectifs de l'enseignement** (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'objectif est de maîtriser les processus d'élaboration de certains polymères à l'échelle industrielle en étudiant leurs propriétés et domaines d'utilisation. Ainsi, l'accent sera mis sur les composites à matrices, polymères, métalliques ou céramiques, avec des renforts fibreux ou particuliers. Des adjuvants et des additifs sont donc mélangés à ces matériaux afin d'obtenir des matériaux dont les propriétés sont adaptées à diverses utilisations. L'objectif sera de comprendre les modes d'action des stabilisants et des additifs utilisés lors de la mise en œuvre de ces matériaux

**Connaissances préalables recommandées** (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Les connaissances requises pour suivre ce module sont la chimie organique, la chimie minérale, la chimie générale, ainsi que la rhéologie.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Définitions des polymères Industriels**

**2 Semaines**

- Définitions fondamentales des polymères
- Définitions des polymères industriels

**Chapitre II : Elaboration des Polymères industriels**

**2 Semaines**

- Matériaux utilisés
- Procédés d'élaborations

**Chapitre III : Propriétés des polymères industriels**

**2 Semaines**

- Propriétés chimiques et électrochimiques
- Propriétés physiques
- Propriétés mécaniques
- D'autres propriétés et d' domaines d'emplois

**Chapitre IV : Généralités sur les matériaux composites**

**3 Semaines**

Définition et classification des composites

- Fractions volumiques, fractions massiques
- Eléments constituant les matériaux composites, (les résines, les charges et additifs, les fibres et tissus, les principales fibres)

**Chapitre V : Additifs dans les matériaux composites**

**3 Semaines**

- Rôle des additifs

Différents types d'additifs : pigment colorants, stabilisants UV, stabilisants IR, stabilisants thermiques, compatibilisants, agents antistatique, retardateurs de flammes

- Charges et renforts

**Chapitre VI : Méthodes de mise en œuvre des matériaux composites** **3 Semaines**

- Formulations adaptées pour répondre aux procédés de transformation et aux propriétés recherchées

- Transformation des composites
- Procédés de mise en œuvre et structure des matériaux composites
- Renforcement des résines thermodurcissables
- Utilisation des demi-produits, architecture des composites SMC, BMC, Stratification, pultrusion, RTM et RIM, Moulage par projection
- Traitement de surface, découpe et assemblage des composites
- Renforcement des résines thermoplastiques : Injection, fabrication et moulage des plaques en TRE, Autres procédés
- Renforcement des mousses rigides ou semi-rigides : Moulage entre moule et contre-moule, moulage par projection

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

**Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. Marc Carrega , Matériaux industriels - matériaux polymères, Edition Dunod, juin 2000.
2. Jean-Pierre Cohen, Polymère : La matière plastique, Edition Belin, 2007
3. Marc Carrega , Matières plastiques - Aide-mémoire, 2ème édition Dunod, 7 octobre 2009.
4. Jean pierre mercier, chimie des polymères, synthèses, réactions, dégradations, 1ère édition, 1993.

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF3.2.1**  
**Intitulé de la matière : Technologie des verres**  
**VHS : 45H00 (Cours : 1h30 ; TD : 1H30)**  
**Crédit : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement** (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'objectif est d'étudier l'état vitreux et les propriétés des verres industriels, ainsi que les procédés d'élaboration et de mise en forme.

**Connaissances préalables recommandées** (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Pour bien suivre cette matière l'étudiant doit avoir des connaissances en chimie des silicates, en diagramme des phases, thermodynamique et en cristallographie.

### **Contenu de la matière : Technologie des verres**

**Chapitre I- Etude de l'état vitreux selon les différentes théories** **3 Semaines**

**Chapitre II- Etude des propriétés des verres industriels** **3 Semaines**

II-1 : Propriétés optiques

II-2 : Propriétés mécaniques

II-3 : Propriétés thermiques

II-4 : Propriétés électriques

II-5 : Propriétés phonique

II-6 : Propriétés chimiques

**Chapitre III-** **3 Semaines**

**Etudes des matières premières de fabrication des verres industriels**

III-1 : Propriétés des matières premières

III-2 : Traitement des matières premières

III-3 : Préparation des mélanges de départ

**Chapitre IV- Elaboration de la fonte vitreuse et fusion du verre** **3 Semaines**

IV-1 : Déshydratation du mélange

IV-2 : Réaction en phase solide

IV-3 : Fusion du mélange vitreux

IV-4 : Affinage et homogénéisation du mélange vitreux

**Chapitre V : Procédés de mise en forme et types de verres** **3 Semaines**

I- Mise en forme des verres plats

II- Mise en forme des verres creux

III- Mise en forme des verres d'optique

IV- Fibres de verre

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

**Références** *(Livres et photocopiés, sites internet, etc).*

1. Collectif, « Industries de fabrication mécanique du verre », Edition « Documentation Française », 2006.
2. J. Travail, « Fabrication du verre à la main, semi-automatique et mixte », Edition « Centre De Ressources Interactif », 2010.
3. J. Travail, Verre (fabrication mécanique), Edition « Centre De Ressources Interactif », 2010.
4. Collectif, « Fabrication et travail du verre », Edition « Lebègue et Schepens », 1907.

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF3.2.2**  
**Intitulé de la matière : Technologie des céramiques et Liants**  
**VHS : 45H00 (Cours : 1h30 ; TD : 1H30)**  
**Crédit : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement** (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'objectif est d'étudier les processus de fabrication des matériaux céramiques et liants, les différents types des matériaux céramiques et liants, leurs propriétés et domaines d'utilisation.

**Connaissances préalables recommandées** (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Pour bien suivre cette matière l'étudiant doit avoir des connaissances en chimie des silicates, chimie minérale, diagramme des phases, thermodynamique, cristallographie et rhéologie.

**Contenu de la matière :** Technologie des céramique et Liants

**Chapitre I- Préparation des masses céramiques** **2 Semaines**

I-1 : Effet du broyage sur les propriétés des matériaux céramiques

I-2 : La nature colloïdale des masses plastiques

I-3 : Etude de la rhéologie des masses céramiques

I-4 : Etude du pH dans la céramique

**Chapitre II- Processus de séchage des produits céramiques** **2 Semaines**

II-1 : Système eau- argile

II-2 : Etude du retrait au séchage

II-3 : Paramètre influant sur le retrait

II-4 : Courbe de séchage

II-5 : Processus de séchage

**Chapitre III- Processus de cuisson des produits céramiques** **2 Semaines**

III-1 : Formation du tesson céramique

III-2 : Emailage des produits céramiques

III-3 : Courbe de cuisson et contrôle du processus de cuisson

**Chapitre IV- Processus de fabrication du ciment Portland** **2 Semaines**

IV-1 : Préparation du mélange cru

IV-2 : Déshydratation du cru

IV-3 : Décomposition des carbonates

IV-4 : Réactions en phases solides

IV-5 : Réaction solide-liquide

IV-6 : Refroidissement du clinker

**Chapitre V- Propriétés du ciment Portland** **2 Semaines**

V-1 : Propriétés chimiques

V-2 : Propriétés minéralogiques

V-3 : Propriétés structurales et morphologiques



V-4 : Propriétés physiques et mécaniques

V-5 : Utilisation des Ajouts

**Chapitre VI- Fabrication et propriétés d'autres liants hydrauliques**      **2 Semaines**

VI-1 : Fabrication de la chaux

VI-2 : Fabrication des plâtres

VI-3 : Ciments spéciaux

VI-4: Normalisation relative aux ciments

**Chapitre VII - Contribution à la protection de l'environnement**      **1 Semaine**

VII-1 : Utilisation des déchets industriels dans la fabrication du ciment

VII-2 : Minimisation des émissions des gaz polluants (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, ...)

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

**Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. C.A. JOUENNE, «Traité de céramiques et matériaux minéraux», Edition « SEPTIMA », 1984.
2. Lurcat Jean, « La céramique », Edition « Académie des Beaux-Art », 2004.
3. Taylor Louisa, «Le grand livre de la céramique, outils et techniques d'aujourd'hui », Edition « Pyramyd », 2011.
4. Pescheteau-Badin-Ferrien, « Porcelaines, Faïences Françaises, Livres sur la Céramique », Edition « CHEZ L'AUTEUR », 1991.
5. Collectif, «Industrie de la fabrication des ciments», Edition «Document. Française», 2006.
6. J.Boero, « Fabrication et Emploi des Chaux Hydrauliques et Ciments »,Edition « BERANGER »1925.
7. Collectif, «Industrie de la fabrication des ciments», Edition «Document. Française», 2003.
8. J.Fritsch, « Fabrication du ciment », Edition « Self-Edition Scientifique et Industrielle », 1911.
9. L. Blondiau « Le ciment métallurgique sursulfaté, Principes de fabrication, propriétés chimiques physiques et mécaniques », Edition « Revue des matériaux de construction et de travaux publics », 1939.
10. Collectif, « Industrie de la fabrication des ciments », Edition « Documentation Française », 2003.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM 2.1**

**Matière 1 : Application des matériaux dans la dépollution des eaux**

**VHS : 22h 30mn (TP : 1h30)**

**Crédit : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Formation de spécialistes de terrain ayant des solides connaissances théoriques et pratiques des problèmes de nuisances véhiculés par l'air. Les étudiants formés, pourront prendre en charges les problèmes de contrôle et de maîtrise de la qualité de l'air et mettre au point l'instrumentation et les techniques nécessaires

**Connaissances préalables recommandées :**

Chimie, chimie-physique, thermodynamique, équilibres chimiques, cinétique de réaction chimique, physico-chimie des polluants.

**Contenu de la matière : (TP au choix)**

TP N 1 : Procédés de fabrication de matériaux poreux et divisés (Charbons actifs, Zéolithes, Argiles modifiées, tamis moléculaires (aluminophosphahtes) ...

TP N 2: Adsorption *en mode discontinu (Mode batch)* de polluants organiques (acides humiques ou phénols ou...,...) sur un adsorbant (zéolithe synthétique, charbon actif, argile modifiée,...)

TP N 3: Adsorption *en mode dynamique sur lit fixe* de polluants organiques (acides humiques ou phénols ou...,...) sur un adsorbant (zéolithe synthétique, charbon actif, argile modifiée,...).

TP N 4 : Adsorption *en mode discontinu (Mode batch)* d'un métal lourd (Ni, Co, Cu, Zn ...) sur un adsorbant (zéolithe synthétique, charbon actif, argile modifiée,...)

TP N 5 : Adsorption *en mode dynamique sur lit fixe* d'un métal lourd (Ni, Co, Cu, Zn ...) sur un adsorbant (zéolithe synthétique, charbon actif, argile modifiée,...)

TP N 6 : Elaboration d'échangeurs d'ions : Echangeurs de synthèse (polymères) et échangeurs naturels (zéolithes).

TP N 7 : Application des échangeurs d'ions dans la déionisation

TP N 8 : Application des échangeurs d'ions dans l'adoucissement et purification de l'eau

TP N 9 : Elimination de la pollution des eaux par coagulation et floculation par emploi des argiles, silices activées, ..).

TP N 10 : Elimination de la pollution des eaux par électrocoagulation.

TP N 11 : Dégradation de polluants organiques (pesticides, colorants...) par emploi de matériaux adsorbants et/ou catalytiques (zéolithes, Argiles anioniques, argiles pontées, oxydes de titane, ...)

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

**Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. G. BURGOT, J.L. BURGOT Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications : méthodes chromatographiques, électrophorèses et méthodes spectrales,
2. A. BAILLY, M. CLERC-RENAUD, E. RUTMAN, C. TERNANT Techniques de l'Ingénieur volume BE5 réf BE9271) : traitement de l'air et climatisation,
3. R. EECKELAERS Les échangeurs d'ions et leur utilisation dans l'industrie,
4. J. REGALBUTO. Catalyst preparation: Science and engineering. CRC Press. Taylor & Francis Group. 2007. UK
5. JIMMY L. HUMPHREY , GEORGE E. KELLER, Techniques, sélection, dimensionnement (Industries Techniques), Edition Dunod
6. KOLLER (Emilian), « Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols, boues », ed dunod 2004.
7. *BLAISE* JEAN-FRANCOIS, Décoloration des eaux usées de levurerie par adsorption sur charbon,*Revue du génie et de la science de l'environnement*, 2004, 3(4): 269-277.
8. GANGNEUX et D. WATTIEZ, Synthèses et études de celluloses échangeuses d'ions. Leur emploi dans l'épuration des eaux résiduaires de l'industrie textile-III, *European Polymer Journal*, Vol. 12, pp. 551 to 557. Pergamon Press 1976.
9. G. BURGOT, J.L. BURGOT Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications : méthodes chromatographiques, électrophorèses et méthodes spectrales,
10. A. BAILLY, M. CLERC-RENAUD, E. RUTMAN, C. TERNANT Techniques de l'Ingénieur volume BE5 réf BE9271) : traitement de l'air et climatisation,
11. R. EECKELAERS, Les échangeurs d'ions et leur utilisation dans l'industrie,

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM 2.1**

**Matière 2 : Modélisation et Optimisation des Procédés**

**VHS : 37h30 (Cours : 1h30 ; TP : 1H00)**

**Crédit : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Fournir à l'étudiant les méthodes de recherche nécessaires à la méthodologie et de la recherche expérimentale et l'optimisation des procédés

**Connaissances préalables recommandées :**

*Notions d'Analyse et d'Algèbre ; Notions de Chimie Physique et Génie Chimique (thermodynamique, chimie de surfaces, cinétique chimique, lois de transfert, ...); Notions de Chimie Minérale et Organique*

**Contenu de la matière :**

Introduction	<b>1 Semaine</b>
<b>Chapitre I</b> : Méthodologie de la recherche scientifique	<b>2 Semaines</b>
<b>Chapitre II</b> : Analyse de quelques stratégies	<b>2 Semaines</b>
<b>Chapitre III</b> : Matrice d'Hadamard	<b>2 Semaines</b>
<b>Chapitre IV</b> : Etude quantitative des facteurs	<b>2 Semaines</b>
<b>Chapitre V</b> : Etude quantitative des réponses	<b>2 Semaines</b>
<b>Chapitre VI</b> : Optimisation et méthode de Simplex	<b>2 Semaines</b>

*TP1 : Modélisation numérique de la structure d'un matériau composite*  
**2 Semaines**

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

**Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. Optimization of chemical process. T.F. EDGAR, D.M. HIMMELBLAU. Mc Graw-Hill. 1989.
2. Livres :K. Najim ; G Muratet, optimisation et commande en génie des procédés.
3. Simulation et optimisation en génie des procédés : GFPG Récent progrès en génie des procédés, Vol 2 N°6. Tech & Doc Lavoisier 1988.
4. **Poux, Martine**, Génie des procédés durables : Du concept à la concrétisation industrielle, Ed. Dunod 2010.



**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM 2.1**

**Matière 3 : Application des matériaux catalytiques a la réaction chimique**

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

**Crédit : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours permet d'appréhender toutes les facettes de la catalyse hétérogène. Préparation, caractérisation, mise en forme, utilisation, régénération, c'est à dire toute la durée de vie du catalyseur.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cinétique et catalyse, méthodes d'analyse des surfaces, génie chimique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I :** Rappels de concepts de base en catalyse hétérogène : Catalyse Redox, Catalyse Acide-base **1 Semaine**

**Chapitre II :** Préparation et caractérisation des catalyseurs hétérogènes **2 Semaines**

**Chapitre III :** Mise en forme des catalyseurs et activation. **2 Semaines**

**Chapitre IV :** Catalyseur en fonctionnement : Diffusion, réaction, désactivation... **4 Semaines**

**Chapitre V :** Régénération des catalyseurs. **2 Semaines**

**Chapitre VI :** Procédés industriels de catalyse hétérogène : **4 Semaines**

1. Raffinage du pétrole et pétrochimie

2. Chimie

3. Chimie Fine

4. Protection de l'environnement (traitement des gaz d'échappement, combustion catalytique, piles à combustibles...)

**Mode d'évaluation :** examen 100%

**Référence :**

1. Génie chimique- cinétique et catalyse hétérogène, B. Gilot, R. Guiraud, Ed. Ellipses
2. Catalyse hétérogène, P. Selwood, Burnell, Ed. Technip
3. Cinétique de réaction en catalyse hétérogène, Boudart, Ed. Masson
4. Applied heterogeneous catalysis, J. F. Lepage, Ed. Technip

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM2.1**

**Matière 4 : Analyse du cycle de vie des matériaux et calcul du bilan économique**

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

**Crédit : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif est de faire des bilans économiques et environnementaux pour optimiser les dépenses et améliorer l'impact environnemental de l'industrie des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les connaissances demandées pour étudier cette matière sont la thermodynamique, le transfert de chaleur, la pollution atmosphérique, la pollution en déchet solide.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I: Introduction **2 semaines****

- Rappels sur la thermodynamique
- Rappel de la chimie de l'environnement et la pollution

**Chapitre II : Calcul du bilan économique de fabrication des matériaux **6 semaines****

- I- Détermination des paramètres de l'entrée et la sortie
- II- Etablissement des équations numériques
- III- Calcul du bilan thermique
- IV- Calcul du bilan énergétique global
- V- Détermination du bilan économique final

**Chapitre III: Analyse du Cycle de Vie (ACV) des matériaux **7 semaines****

- I- Notions de l'ACV
- II- Détermination des impacts environnementaux des matériaux avant, lors et après la fabrication et l'utilisation
- III- Etablissement des formules de calculs
- IV- Calcul de l'ACV
- V- Commentaires sur l'écologie des matériaux analysés

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références:**

1. Léon Perlemuter et Gabriel Perlemuter CSI 2.2 - Cycles de la vie et grandes fonctions, 2010.
2. Daisaku Ikeda, Le cycle de la vie : Perspective bouddhique, 2006.
3. Philippe Osset et Laurent Grisel, L'analyse du cycle de vie d'un produit ou d'un service : Applications et mises en pratique, 2008.

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UED2.1**  
**Matière 1: Sécurité et risques industriels**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Connaître les risques de la manipulation (explosion, irritabilité, allergie, cancérigène, ...), des contraintes de l'environnement (thermique, sonore, radiations) ainsi que les méthodes de prévention dans l'industrie.

**Connaissances préalables recommandées :**

Culture générale dans le domaine de la toxicologie, Propriétés chimiques des matériaux, pollution environnementale.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :Généralités sur l'hygiène et la sécurité au travail**

- Définitions et historique de l'hygiène du travail
- Éthique professionnelle

**Chapitre 2. Risques chimiques**

**(3 Semaines)**

- Généralités
- Classification des risques chimiques
- Détection et évaluation des risques chimiques
- Prévention des risques chimiques

**Chapitre 3. Risques physiques**

**(4 Semaines)**

- Le bruit
- Les vibrations
- Les radiations
- Le stress thermique

**Chapitre 4. Maladies professionnelles**

- Maladies liées aux poudres
- Maladies liées aux produits chimiques
- Maladies liées à l'ergonomie
- Maladie liées au bruit
- Maladies liées aux contraintes thermiques

**(4 Semaines)**

**Chapitre 5.Maitrise du risque**

- Prévention
- Information et formation du personnel

**(4 Semaines)**

**Mode d'évaluation :**Examen: 100%.

**Références bibliographiques :**



**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UED2.1**

**Matière 2 : au choix**

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

**Crédit : 1**

**Coefficient : 1**

**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 (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.*