



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>Industries Pétrochimiques</i>	<i>Génie du Raffinage</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 ماستر أكاديمي

## Mise à jour 2022

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	صناعات بتروكيماوية	هندسة التكرير

## **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>Industries pétrochimiques</b>	<b>Génie du Raffinage</b>	Raffinage et pétrochimie	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Génie des procédés	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Hydrocarbures	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Chimie organique (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Energétique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Autres licences du domaine ST	<b>5</b>	<b>0.60</b>

**II - Fiches d'organisation semestrielles(Semestres 1, 2 et 3)**  
**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
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Du brut aux produits	6	3	3h00	1h30		67h30	82H30	40%	60%
	Génie de la réaction : Réacteurs homogènes	4	2	1h30	1h30		45h00	55H00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Génie des séparations	4	2	1h30	1h30		45h00	55H00	40%	60%
	Phénomènes de transfert II	4	2	1h30	1h30		45h00	55H00	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Thermodynamique : Application à l'industrie pétrolière	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	TP Réacteurs, génie des séparations	3	2			2h30	37h30	37h30	100%	
	Catalyseurs industriels	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
<b>UE Découverte</b> Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Panier au choix (1 matière)	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Panier au choix (1 matière)	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>UE Transversale</b> Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%

Total semestre 1		30	17	15h00	7h30	2h30	375h00	375h00		
------------------	--	----	----	-------	------	------	--------	--------	--	--

**Semestre 2**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Procédés de raffinage (I)	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Milieux poreux et dispersés	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Réacteurs hétérogènes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Régulation et systèmes de commande	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Modélisation numérique des phénomènes de transfert	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	TP réacteurs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP régulation, raffinage	3	2			2h30	37h30	37h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Panier au choix (1 matière)	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Panier au choix (2 matière)	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</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	Distillation des mélanges complexes (multi-composants)	5	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Procédés de raffinage (II)	5	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Dimensionnement des équipements	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Procédés de pétrochimie	4	2	3h00			45h00	55h00		100%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Distillation	3	2			2h30	37h30	37h30		100%
	Simulation des procédés de raffinage (HYSYS)	4	2			3h00	45h00	55h00	40%	60%
	Stockage et transport des hydrocarbures	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Panier au choix (1 matière)	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Panier au choix (1 matière)	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	2h30		100%

Coefficients : 1										
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**UE Découverte (S1, S2 et S3)**

1. Industrie des Gaz Industriels
2. Traitement des eaux et des effluents industriels
3. Technologie environnementale dans l'industrie pétrolière
4. Management des entreprises pétrolières
5. Développement durable et transition énergétique
6. Etude multi-objectifs des procédés
7. Sécurité des procédés industriels
8. Gestion des rejets pétroliers
9. Transport des fluides
10. *Autres (à définir par l'équipe de formation en fonction des priorités locales et/ou régionales)*
11. Evaluation technico-économique de projet
12. HSQE (Hygiène sécurité qualité de l'environnement)

**Semestre 4**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

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

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

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

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

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

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 1: Du brut aux produits**  
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

Connaitre les principales spécifications des carburants et des combustibles pétroliers, être informé sur les tendances probables de leur évolution, pouvoir faire le lien entre les propriétés et la composition d'un produit pétrolier, ses caractéristiques physico-chimique et ses propriétés d'usage

**Connaissances préalables recommandées:**

L'étudiant doit avoir des connaissances de base sur la chimie organique, la thermodynamique physique qui règle les équilibres;

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Introduction (1 Semaine)**

**Chapitre 2. Produits Pétroliers (4 Semaines)**

(Le pétrole, origine, prospection, production, Compositions des pétroles et des fractions pétrolières; Analyse des pétroles bruts ASTM et TBP;. Caractéristiques des produits pétroliers).

**Chapitre 3. Dérivés liquides et solides du pétrole brut (5 Semaines)**

(Produits issus directement de la distillation du pétrole brut ; Dérivés liquides et solides issus indirectement du pétrole ; Les spécifications des produits pétroliers ; Les essais normalisés brut et fractions pétrolières).

**Chapitre 4. Corrélation sur le pétrole et les fractions pétroliers (5 Semaines)**

(Tension de vapeur ; Propriétés critiques ; Densité ; Propriétés thermiques).

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. P.Wuithier - Le pétrole raffinage et génie chimique tome 1
2. Semche Eddine Chitour - Corrélations sur le pétrole brut et les Fractions Pétrolières.
3. X. Normand – Leçons sommaires sur l'industrie du raffinage du pétrole. Tome 1

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 2: Génie de la réaction : Réacteurs homogènes**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura acquis des connaissances concernant l'hydrodynamique dans les réacteurs réels ou non-idéaux, les principaux modèles de réacteurs homogènes.

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances des notions de base en cinétique chimique, en thermodynamique en phénomènes de transfert.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :**

Stœchiométrie : Notion de taux de conversion ; Notion d'avancement ; Cas d'une réaction unique ; Cas de plusieurs réactions.

**Chapitre 2 :**

Classification des réacteurs chimiques : Réacteur discontinu parfaitement agité (R.D.P.A) ; Réacteur continu stationnaire parfaitement agité (R.C.P.A) ; Réacteur continu tubulaire stationnaire à écoulement piston (R.C.P).

**Chapitre 3 :**

Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à une réaction : 1-R.D.P.A ; R.C.P.A ; R.C.P ; 2- Association de réacteurs chimiques : Association de réacteurs continus stationnaires en écoulement piston (série / parallèle) ; Association de réacteurs continus stationnaires parfaitement agités (série/ parallèle) ; 3- Performances comparées des réacteurs idéaux.

**Chapitre 4 :**

Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à plusieurs réactions : Sélectivité et rendement ; Illustration par un exemple.

**Chapitre 5 :**

Bilans matière dans les réacteurs idéaux – Réaction unique : Réacteur fermé parfaitement agité ; Réacteur parfaitement agité continu en régime permanent ; Réacteur piston en régime permanent.

**Chapitre 6 :**

Bilans matières dans les réacteurs idéaux-Plusieurs réactions : Réactions irréversibles consécutives ; Réactions compétitives.

**Chapitre 7 :**

Notions Bilans thermiques dans les réacteurs idéaux

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1-Villermaux J : Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs, 2ème édition, Tec § Doc Lavoisier, Paris ( 1993).

2- P.trambouze : les réacteurs chimiques : conception / calcul/mise en œuvre, Editions Technip( Paris) 1984.

3- Levenspiel O : chemical reaction engineering, 3<sup>ème</sup> édition, John Wiley and Sons, New York (1998).

4-Froment G and Bischoff K.B : Chemical reactor, analysis and design : John Wiley and Sons, New York (1979).

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 3: Génie des séparations**  
**VHS: 45h00 (Cours 1h30, TD 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

A la fin de ce cours, l'étudiant doit être capable de maîtriser les techniques séparatives rencontrées dans l'industrie pétrolière.

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique, cinétique, phénomènes de transfert.

**Contenu de la matière:**

Chapitre 1. Opérations sur l'air humide (tour de refroidissement)

- Caractéristiques de l'air humide
- Les températures caractéristiques de l'air humide
- Diagramme de l'air humide
- Exemples d'évolution de l'air humide
- Opérations élémentaires de traitement de l'air humide
- Exemple d'évolution de l'air dans une tour de refroidissement

Chapitre 2. Adsorption (déshydratation des gaz (GPL, GN)

- Thermodynamique de l'adsorption
- Phénomènes de transfert dans les adsorbants
- Comportement dynamique des adsorbants
- Différents techniques de mise en œuvre de l'adsorption
- Adsorption dans l'industrie pétrolière (déshydratation, désulfuration, séparation d'oléfines)

Chapitre 3. Absorption avec réaction chimique

- Transfert de matière dans les réacteurs gaz-liquide
- Aires interfaciales et coefficients de transfert de matière
- Classification des principaux types d'absorbants
- Absorption dans l'industrie pétrolière (lavage des gaz....)

Chapitre 4. Cristallisation

- Equilibre liquide-solide
- Processus de cristallisation (nucléation, croissance des cristaux...)
- Morphologie des cristaux
- Techniques de cristallisation
- Techniques de purification
- Cristallisation dans l'industrie pétrolière (déparaffinage)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. J. M Coulson, chemical engineering. Tome 2, Tome 6
2. Pierre Wuithier, Le pétrole,Raffinage et Génie chimique, 2 èmeédition, 1972
3. J. H Perry ; Chemical engineering handbook
4. Jimmy L. Humphrey ; Procédés de séparation : techniques, sélection, dimensionnement
5. J. D. Seader,Ernest J. Henley,D. Keith Roper,Separation Process Principles Chemical and Biochemical Operations, Ed Wiley, 2010
6. J.P Wauquier, Procédés de separation, edTechnip,1998.
7. Christine Roizard, Gabriel Wild, Jean-Claude Charpentier, Absorption avec réaction chimique, Technique de l'ingénieur, J1079 V1, 2015

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

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

L'objectif du module de Phénomènes de Transfert II est d'étudier les fluides réels incompressibles en écoulement d'une part et les transferts de matière et de chaleur d'autre part. Ce module représente donc, une extension de la Mécanique des Fluides, administré aux étudiants inscrits en Licence 2 et celui de Phénomènes de Transfert I comportant le Transfert de Matière et le Transfert Thermique, enseigné aux étudiants inscrits en Licence 3 RP.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Mécanique des fluides parfaits (en L2), notions de mathématique (calcul vectoriel, équations différentielles, calcul des intégrales, etc.), Phénomènes de Transfert I : Transfert de Matière 1 et Transfert Thermique 1 (en L3 RP), notions de physique et de thermodynamique.

### **Contenu de la matière:**

#### **A. Mécanique des Fluides Incompressibles**

- I. Généralités sur les écoulements laminaires des fluides newtoniens
  - I.1 Loi rhéologique des fluides newtoniens
  - I.2 Equations de Navier-Stokes
- II. Applications
  - II.1 Ecoulements de Poiseuille
  - II.2 Ecoulement de Couette

#### **B. Transfert de Matière**

- I. Coefficient de diffusion
  - I.1 Coefficient de diffusion en phase gazeuse
  - I.2 Coefficient de diffusion en phase liquide
  - I.3 Diffusion de gaz à travers les solides poreux et les capillaires
- II. Diffusion moléculaire en régime stationnaire avec réaction chimique homogène
  - II.1 Absorption avec réaction chimique dans un réacteur fermé
  - II.2 Absorption dans un réacteur parfaitement agité (RPA)
- III. Diffusion moléculaire en régime instationnaire
  - III.1 Diffusion le long d'une plaque plane semi-infinie
  - III.2 Evaporation d'un liquide contenu dans un capillaire
  - III.3 Dissolution d'un solide de dimensions finies

#### **C. Transfert Thermique**

- I. Conduction thermique avec génération de chaleur

- II.1 Mur plan
- II.2 Cylindre plein
- II.3 Cylindre creux

## II. Conduction thermique à travers les ailettes

- III.1 Ailette rectangulaire
- III.2 Barre encastrée

## III. Conduction Thermique en régime instationnaire

- III.1 Résistance thermique interne négligeable : Validité de l'hypothèse d'une résistance interne négligeable
- III.2 Résistance thermique interne non négligeable
- III.3 Transfert thermique dans les systèmes discontinus (en batch)
  - III.3.1 Double enveloppe
  - III.3.2 Par introduction d'une crépine ou résistance
  - III.3.3 Par introduction d'un serpentín
  - III.3.4 Applications

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

### **Références bibliographiques:**

- N. Midoux, Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique, *Ed. Lavoisier, 1993.*
- R. Comolet, Mécanique des fluides réels - Tome 2, *Ed. Dunod, 2006.*
- M. Fourar, Equations générales, solides élastiques, fluides, turbomachines, similitude, *Ed. Ellipses, 2<sup>ème</sup> Edition 2015.*
- J.F. Sacadura, Transferts thermiques – Initiation et approfondissement, *Ed. Lavoisier, 2015.*
- A. Giovannini et B. Bédát, Transfert de chaleur, *Ed. Cépaduès, 2012..*
- R.B Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport phenomena, *2<sup>ème</sup> Ed., Wiley & Sons, 2007.*

**Semestre:1**

**Unité d'enseignement: UEM 1.1**

**Matière 1 : Thermodynamique : application à l'industrie pétrolière**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

Cet enseignement a pour objectif d'initier les étudiants aux différents calculs des propriétés thermodynamique des corps pur et des mélanges, et à la maîtrise des interactions entre phases et la prédiction d'équilibres.

**Connaissances préalables recommandées:**

**Contenu de la matière :**

- Chapitre1 : Les principes, les fonctions thermodynamiques
- Chapitre2 : Les propriétés des corps purs
- Chapitre 3 : Prédiction des propriétés thermodynamiques des corps purs. Principes généraux. Etats correspondants. Contributions de groupes
- Chapitre 4 : Les équations d'état
- Chapitre 5 : Caractérisation des mélanges
- Chapitre 6 : Les mélanges : équilibres liquide-vapeur
- Chapitre 7 : Les déviations à l'idéalité en phase liquide.
- Chapitre 8 : Application des équations d'état aux mélanges
- Chapitre 9 : Les équilibres fluide-solide. Cristallisation. Hydrates.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

- 1- J. Vidal, Thermodynamique : application au génie chimique et à l'industrie pétrolière
- 2- Mounir Bennajah, Mohamed EbnTouhami, NaoilChaouni, Thermodynamique des équilibres entre phases: application au génie des procédés, Ed Thechnip,2015.
- 3-Jean Lozar, Thermodynamique des Solutions et des Mélanges, Ed Ellipses,2013.
- 4- Olivier Cleynen, Liquides et vapeurs, <https://thermodynamique.ninja/>, 2015

**Semestre: 1**  
**Unité Méthodologique: UEM 1.1**  
**Matière 2 :TP Réacteurs, génie des séparations**  
**VHS: 37h30 (TP: 2h30)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

**Connaissances préalables recommandées:**

**Contenu de la matière:**

**I. Réacteurs**

- Réacteur ouvert
- Réacteur semi fermé
- Réacteur piston

**II. Génie des séparations**

- Adsorption
- Cristallisation

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 %

**Références bibliographiques:**

**Semestre: 1**  
**Unité Méthodologique: UEM 1.1**  
**Matière 3: Catalyseurs industriels**  
**VHS: 22h030 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce module permet à l'étudiant d'acquérir des connaissances sur les catalyseurs de l'industrie pétrolière.

**Connaissances préalables recommandées:**

Catalyse hétérogène, cinétique, thermodynamique.

**Contenu de la matière:**

- Classification des catalyseurs
- Caractéristiques et propriétés du catalyseur
- Préparation du catalyseur
- Régénération des catalyseurs

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 %

**Références bibliographiques:-**

- P. Leprince, Procédés de transformation, Ed Technip, 1995
- J. Lynch, Analyse physico-chimique des catalyseurs industriels, Ed Technip, 2005
- C. Naccache, Catalyse hétérogène dans les procédés industriels, Technique de l'ingénieur, J1255 V1, 2005.

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

**Objectifs de l'enseignement:**

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

**Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

**Contenu de la matière:**

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

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

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques :**

1. P.T. Danison, *Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques*, Editions d'Organisation 2007
2. A.Chamberlain, R. Steele, *Guide pratique de la communication: anglais*, Didier 1992
3. R. Ernst, *Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais*, Dunod 2002.
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, *Basic Technical English*, Oxford University Press, 1980
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*, McGraw-Hill 1991
7. J. Orasanu, *Reading Comprehension from Research to Practice*, Erlbaum Associates 1986.

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

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 1: Procédés de raffinage (I)**  
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

**Objectif de l'enseignement:**

Ce module permet à l'étudiant de maîtriser les différents procédés de raffinage : procédés physiques de séparation et procédés de conversion. Et ce en insistant sur l'essentiel pour chaque procédé à savoir sa place dans le schéma de fabrication, son but, la nature de la charge, les considérations thermodynamiques et cinétiques qui imposent les conditions de mise en œuvre, les variables opératoires du procédés.

**Connaissances préalables recommandées:**

Caractérisation du pétrole et des fractions pétrolières, thermodynamique, cinétique et catalyse, transfert de matière et de chaleur, calcul de réacteurs.

**Contenu de la matière**

- 1- Présentation générale des procédés de raffinage
- 2- Implantation des différents procédés de raffinage dans une raffinerie
- 3- Distillation Primaire (Topping)
- 4- Distillation sous vide
- 5- Hydrotraitements
- 6- Isomérisation des paraffines légères (C5-C6, n-C4)
- 7- Alkylation
- 8- Reforming catalytique
- 9- Craquage catalytique (FCC)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. P.Wuithier. Le pétrole raffinage et génie chimique (tome 1)
2. P. Leprince, Procédés de transformation
3. J. P Wauquier, Procédés de séparation
4. Robert Meyers, Handbook of Petroleum Refining Processes
5. Serge Raseev, Thermal and Catalytic Processes in Petroleum Refining

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 2: Milieux poreux et dispersés**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

L'étudiant aura acquis en premier lieu les connaissances scientifiques et techniques qui lui permettront de caractériser les milieux poreux et dispersés (diamètres moyens, porosité, surface spécifique, coulabilité...). Ensuite, il verra les modèles proposés pour décrire les écoulements des fluides à travers les milieux poreux ainsi que le mouvement des particules au sein d'un fluide. Dans une troisième étape il se familiarisera avec quelques opérations unitaires (fluidisation, filtration, transport).

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de mathématiques : lois de distribution, statistiques. Mécanique des fluides.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I. Morphologie des milieux poreux et dispersés**

- I.1 Définitions
- I.2 Les dispersions
- I.3 Les milieux poreux
- I.4 Caractérisation d'une particule unique
- I.5 Texture des empilements de grains

**Chapitre II. Caractérisation des particules solides**

- II.1 Objets de la granulométrie
- II.2 Méthodes d'analyses granulométriques
- II.3 Diamètres moyens
- II.4 Classification de Geldart
- II.5 Fonctions de distribution
- II.6 Notions de rhéologie des poudres

**Chapitre III. Ecoulement des fluides à travers les milieux poreux**

- III.1 Ecoulement d'un fluide dans un lit de particules immobiles
- III.2 Le modèle du faisceau de capillaires droits et indépendants
- III.3 Equation de KOZENY- CARMAN
- III.4 Equation de BURKE- PLUMMER
- III.5 Equation d'ERGUN
- III.6 Loi expérimentale de Darcy- Définition de la perméabilité

**Chapitre IV. Mouvement des particules dans un fluide**

- IV.1 Ecoulement d'un fluide autour d'un objet
- IV.2 Vitesse terminale de chute libre
- IV.3 Chute collective de particules dans un fluide
- IV.4 Relation de Richardson et Zaki

**Chapitre V. Filtration**

- V.1. Définitions
- V.2. Lois générales de la filtration
- V.3. Filtration à pression constante
- V.4. Filtration à débit constant
- V.5. Filtration centrifuge.

**Chapitre VI. Fluidisation**

- VI.1 Généralités sur la fluidisation
- VI.2 Les principales caractéristiques des lits fluidisés
- VI.3 Vitesse minimale de fluidisation
- VI.4 Vitesse maximale de fluidisation
- VI.5 Porosité des lits fluidisés
- VI.6 Avantages de la fluidisation
- VI.7 Domaines d'utilisation des lits fluidisés

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. Coulson J.M., J.F Richardson, J.R Backhurst And J.H. Harker, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, Pergamon Press, 2002.
2. Rhodes, M., Introduction to Particle Technology, 2nd Ed., Wiley (2008).
3. Gibilaro, L. G., Fluidization - Dynamics, Butterworth - Heinemann (2001).
4. Perry R. H., D. W. Green And J. O. Maloney, "Perry's Chemical Engineers' Handbook " seventh edition, , McGraw Hill, 1999
5. Kunii D. And O. Levenspiel, "Fluidization Engineering", second ed. Butterworth—Heinemann, 1991.
6. Darton R.C., "Fluidization", ed. by J.F. Davidson, R. Clift and D. Harrison, Academic Press, 1985.
7. McCabe W.L., J.C. Smith and P. Harriott, "Unit Operations of Chemical Engineering", seventh edition, ed. McGraw-Hill, 2004.
8. Techniques de L'ingénieur

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 3: Réacteurs hétérogènes**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

L'étudiant aura acquis des connaissances concernant le fonctionnement des réacteurs hétérogènes tels que les réacteurs catalytiques, les réacteurs à combustion et d'autres réacteurs à deux phases hétérogènes.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base en réacteurs homogènes, en cinétique chimique et en phénomènes de transfert.

**Contenu de la matière**

1- Introduction à la cinétique physique

2- Réactions catalytiques

- Transfert de matière dans les lits catalytiques, couplage transfert- réaction, impact sur la cinétique apparente (falsification de la cinétique intrinsèque), notion de sélectivité et impact sur les limitations diffusionnelles
- mécanisme et cinétique des réactions de catalyse hétérogènes
- notion de module de Thiele, module de Weiss et facteur d'efficacité d'un catalyseur

3- Réacteurs fluide/solide réactif

- Modèle de consommation de particules solides
- Calcul de réacteurs gaz/ solide consommable
- Exemples d'applications

4- Réacteurs catalytiques

Régimes de fonctionnement d'un grain de catalyseur  
 Modèles de réacteurs catalytiques : lit fixe, lit fluidisé, lit mobile  
 Exemples d'applications

5- Réacteurs à deux phases fluides

Régimes de fonctionnement des réactions fluide/fluide  
 Dimensionnement des réacteurs gaz/liquide  
 Exemples d'applications

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. Daniel Schweich, Génie de la réaction chimique
2. Hong H. Lee, Heterogeneous Reactor Design
3. AndrzejCybulski, Structured Catalysts and Reactors
4. O. Levenspiel, chemical reaction engineering, 3<sup>ème</sup> édition
5. J. Villermaux : Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs
6. G. Froment and K.B. Bischoff, Chemical reactor, analysis and design
7. R.W.Missen, Chemical reaction engineering and kinetics
8. Bruce Nauman, Handbook of Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 4: Régulation et systèmes de commande**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

L'étudiant aura acquis des connaissances concernant la régulation et les systèmes de commande des installations des unités de raffinage.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base instrumentation. Mathématiques des systèmes en génie chimique des lois fondamentales (écritures des bilans, les systèmes linéaires linéarisation.

**Contenu de la matière :**

Chapitre I. Introduction aux systèmes de commande	(2 semaines)
Chapitre II. Mode de la régulation industrielle (Domaine pétrolier)	(3 semaines)
Chapitre III. Types de la régulation industrielle (Domaine pétrolier)	(3 semaines)
Chapitre IV. Mise en équation d'un système de commande	(3 semaines)
Chapitre V. Stabilité d'un système de commande	(3 semaines)

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

**Références bibliographiques:**

1. Nadia Martaj, Mohand Mokhtari, Régulation et contrôle de procédés, Ed Springer
2. J. P. Corriou, Commande des procédés (3<sup>e</sup> Éd.)
3. Emmanuel Godoy, Régulation industrielle. Outils de modélisation, méthodes et architectures de commande.
4. Pierre Borne, Jean-Pierre Richard, Analyse et régulation des processus industriels

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM 1.2**

**Matière 1: Modélisation numérique des phénomènes de transfert**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

La modélisation des phénomènes de transfert en résolvant les équations qui les gouvernent en se basant sur les méthodes de résolution qu'il a acquis avec un programme de calcul personnel en langage FORTRAN (ou autre langage de programmation).

**Connaissances préalables recommandées:**

Equations régissant les Phénomènes de Transfert en Génie des Procédés en mode stationnaire, Une base en Mathématique : Développement en série de Taylor ; Langage de programmation.

**Contenu de la matière du cours :**

- 1-Introduction à la modélisation des phénomènes de transfert
- 2-Modélisation mathématique des phénomènes de transfert
- 3-Propriétés des équations différentielles et leur classification
- 4-Méthodes de discrétisation des équations différentielles
- 5-Equations elliptiques
- 6-Equations paraboliques
- 7-Convection-diffusion
- 8-Etude des écoulements
- 9-Organisation et implémentation d'un programme de calcul

**Contenu de la matière de Travaux Pratiques :**

TP1: Résolution d'un système d'équations linéaires : Programmation de la méthode TDMA

TP2: Résolution d'un système d'équations linéaires : Programmation de la méthode SOR

TP3: Application de la méthode des différences finies pour la résolution d'un problème de transfert thermique 1D

TP4: Application de la méthode des différences finies pour la résolution d'un problème de transfert thermique 2D

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

**Références bibliographiques:**

1. A. A. Mohamad, Lattice Boltzmann methods, Fundamentals and engineering applications with computer codes, Springer London Dordrecht Heidelberg, 2011.
2. Analyse Numérique résolution des équations différentielles, PAGORA 1A , chapitre 6.

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEM1.2**

**Matière 2: TP réacteurs**

**VHS: 37h30 (TP: 2h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM1.2**  
**Matière 3: Régulation, raffinage**  
**VHS: 37h30 (TP: 2h30)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

Acquisition des connaissances de la régulation dans l'industrie de raffinage (Pression, Débit, Température)

**Connaissances préalables recommandées:**

Cours de régulation et commandes et traitement de signal.

**Contenu de la matière : Régulation, Raffinage**

- 1- Les systèmes de commande, équations, relations, stabilité ...etc.
- 2- Mode de la régulation industrielle pétrolière (raffinerie).
- 3- Régulation pétrolière : débit, pression et température.
- 4- **Visite de raffinerie** : Les étudiants effectueront une visite obligatoire à une raffinerie ou à une unité de traitement de brut ou de gaz accompagnés de l'enseignant de la matière. Durant la visite, les étudiants consulteront de près les instruments et les outils utilisant le principe de commande et de régulation. Les instruments et les outils sont :
  - **Régulation température**
    - 1- Dans les fours
    - 2- Les colonnes
  - **Régulation débit**
    - 1- Différentes vannes des conduites (oléoducs et gazoducs)
    - 2- Les colonnes (amont et aval), pompes...
    - 3- Les dessaleurs électrostatiques (brut et eau salée)
  - **Régulation pression**
    - 1- Ballons de stockage
    - 2- Gazoducs
    - 3- Colonnes, pompes, compresseurs, turbines
  - **Systèmes PID**

**Mode d'évaluation:** Examen: 100 %.

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UED 1.2**

**Matière 1:**

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

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UED 1.2**

**Matière 2:**

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

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**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. Equité. 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 : Egalité 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 bibliographiques

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

16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck et Léda Mansour, Littérature 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/>

**Programme détaillé par matière du semestre S3**

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.1**  
**Matière 1: Distillation des mélanges complexes**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

**Objectif de l'enseignement:**

Ce module permet à l'étudiant de maîtriser les lois fondamentales et le calcul de la distillation des mélanges complexes.

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique, cinétique et catalyse, opérations unitaires, phénomènes de transfert, et calcul de réacteurs.

**Contenu de la matière**

**1- Equilibres liquide-vapeur:**

- Les coefficients d'équilibre des hydrocarbures
- Méthodes de calcul des équilibres
- Point de rosée, point de bulle
- Calcul du flash isotherme

**2- Distillation des mélanges complexes**

- Séparation des mélanges complexes et méthodologie scientifique (nombre de séquences de Colonne)

- Choix des composés clés
- Composés distribués et non distribués

A) Colonne sans soutirage

- Bilan matière
- Paramètres de marche (température, pression, type de condenseur....)
- Méthode FUG (Fenske-Underwood-Gilliland)
- Efficacité (définition, corrélations)
- Diamètre de la colonne

B) Colonne à soutirage (Topping)

- Bilan matière
- Zone d'expansion
- Le fond de la colonne
- Les soutirages
- Le sommet de la colonne
- Les reflux circulant intermédiaires

**3-Procédés de distillation alternatifs**

- Distillation azéotropique
- Distillation extractive
- Distillation réactive

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

- 1- Coulson J.M., J.F Richardson, J.R Backhurst And J.H. Harker, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, Pergamon Press, 2002.
- 2- AndrzejGórak, Eva Sorensen, Distillation: Fundamentals and Principles, 2014.
- 3- Perry R. H., D. W. Green And J. O. Maloney, "Perry's Chemical Engineers' Handbook " seventh edition, , McGraw Hill, 1999.
- 4- Pierre Wuithier, Le pétrole, Raffinage et Génie chimique, 2 èmeédition, 1972.
- 5- J.P Wauquier, Procédés de separation, edTechnip, 1998.
- 6- J. D. Seader, Ernest J. Henley, D. Keith Roper, Separation Process Principles Chemical and Biochemical Operations, Ed Wiley, 2010

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.1**  
**Matière 2: Procédés de raffinage (II)**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

Cet enseignement est la suite des procédés de raffinage enseignés en S2

**Connaissances préalables recommandées:**

Caractérisation du pétrole et des fractions pétrolières, thermodynamique, cinétique et catalyse, transfert de matière et de chaleur, calcul de réacteurs.

**Contenu de la matière**

- 1-Oligomérisation
- 2- Hydrocraquage
- 3- Viscoréduction des résidus
- 4- Cokéfaction
- 5- Hydroconversion des résidus

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

- 1- P. Wuithier. Le pétrole raffinage et génie chimique (tome 1)
- 2- P. Leprince, Procédés de transformation
- 3- J. P Wauquier, Procédés de séparation
- 4-Robert Meyers, Handbook of Petroleum Refining Processes
- 5- Serge Raseev, Thermal and Catalytic Processes in Petroleum Refining

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

**Objectif de l'enseignement:**

Il s'agit de concevoir et de dimensionner les différents équipements des unités de production dans un procédé industriel en tenant compte des impératifs de la production à savoir : les quantités à traiter, les spécificités des matières premières et des produits.

**Connaissances préalables recommandées:**

L'étudiant doit savoir établir les différents bilans matière et d'énergie et avoir des bases en transfert de matière, transfert de chaleur et de mécanique des fluides.

**Contenu de la matière**

**I. Les ballons de séparation**

- I.1. Séparation de deux phases fluides
- I.2. Equipements des ballons
- I.3. Principe
- I.4. Séparation gaz-liquide
- I.5. Séparation liquide-liquide

**II. Les colonnes**

- II.1. Colonnes à plateaux
- II.2. Colonnes garnies

**III. Les équipements d'échanges thermiques**

- III.1. Les échangeurs de chaleur à faisceaux tubulaires
- III.2. Les échangeurs de chaleur à plaques
- III.3. Les évaporateurs et les rebouilleurs
- III.4. Les aéro-réfrigérants

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques**

1. Coulson, J.M., J.F Richardson, J.R Backhurst and J.H. Harker, "*Chemical Engineering*", volume two, fifth edition, Pergamon Press, 2002.
2. J. D. Seader, Ernest J. Henley, Ernest J. Henley, "*Separation Process Principles* » /Edition 2, 2005.
3. Sinnott, R. K., "*Chemical Engineering Design*", Volume 6, Fourth edition,
4. Coulson & Richardson's, *Chemical Engineering Series*, Elsevier Butterworth- Heinemann, 2005.
5. G. Towler & R. Sinnott, « *Chemical Engineering Design* », Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, , Ed. Butterworth-Heinemann, 2012.
6. K. Arnold & M. Stewart, *Surface Production Operations, Design of Oil Handling Systems and Facilities*, third edition, 2008, Elsevier Inc.

7. R.H Perry, D. W. Green and J. O. Maloney, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*» seventh edition, McGraw Hill, 1999.
8. P.Trambouze, "*Raffinage du Pétrole. 4. Matériels et Equipements*", Technip, 1999.
9. Wauquier, J. P., "*Raffinage du Pétrole. 2. Procédés de Séparation*", Technip, 1998.

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2**  
**Matière 2: Procédés de pétrochimie**  
**VHS: 45h00 (Cours: 3h00)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

Cette matière concerne les notions de base de la fabrication des « bulidings blocks »(éthylène, propylène BTX,) par les procédés (vapocraquage, ...) qui permettent la fabrication des principaux produits pétrochimiques de la première génération (polyéthylène, PVC,.....).

**Connaissances préalables recommandées:**

Une connaissance des lois fondamentales de transfert, de thermodynamique, cinétique et catalyse et des notions de chimie organique.

**Contenu de la matière**

- I Intégration Raffinage - Pétrochimie
- II. Sources d'hydrocarbures oléfiniques et aromatiques
  - 1. Vapocraquage (éthane, naphta)
  - 2. Craquage catalytique
  - 3. Reformage catalytique
- II.I Traitement de la coupe C8 aromatique
- I§V. Réactions intervenants dans les procédés de pétrochimie
  - 1. Alkylation des aliphatiques et des aromatiques et transalkylation
  - 2. Hydrogénation et déshydrogénation des hydrocarbures
  - 3. Polymérisation
  - 4. Conversion des aromatiques
- V.Principaux polymères
  - 1. Polyéthylènes (PEBD, PEHD)
  - 2. Polypropylène (PP)
  - 3. Polychlorure de vinyle (PVC)
  - 4. Polyesters (PTA, PET)
  - 5. Polystyrène

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques**

- 1- J. P. Wauquier, Pétrole brut, Produits pétroliers, schémas de fabrication, Ed Technip,1998.
- 2- S. Matar,Lewis F. Hatch, Chemistry of petrochemical processes, second edition, Gulf Professional Publishing, 2001
- 3- Alain Chauvel, Gilles Lefebvre, Petrochemicalprocesses, Editions Ophrys, 1989.

**Semestre:3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 1 : TP Distillation**  
**VHS: 37h30 (TP: 2h30)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

A l'issue de cette matière, L'étudiant sera capable de réaliser l'opération de distillation

**Connaissances préalables recommandées:**

**Contenu de la matière :**

- Distillation discontinue d'un mélange d'hydrocarbures
- Distillation azéotrope

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 %.

**Références bibliographiques:**

**Semestre:3**

**Unité d'enseignement: UEM 2.1**

**Matière 2: Simulation des procédés de raffinage (HYSYS)**

**VHS: 45h00 (TP: 3h00)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectif de l'enseignement:**

A travers ce module l'étudiant apprendra à concevoir, dimensionner et simuler certains procédés de l'industrie pétrolière

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique, cinétique, raffinage, procédés de raffinage, opérations unitaires, dimensionnement

**Contenu de la matière :**

- Simulation des propriétés physico-chimiques des fractions pétrolières
- Simulation des équipements (colonne, réacteurs, échangeurs de chaleur...)
- Simulation des procédés de raffinage (distillation, craquage catalytique...)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 %.

**Semestre:3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 3: Stockage et transport des hydrocarbures**  
**VHS: 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objetif de l'enseignement:**

Ce module s'intéresse aux moyens nécessaires au stockage et au transport des produits pétroliers gazeux et liquides

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique, Produits pétroliers

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Stockage d'hydrocarbures liquides et liquéfiés**

**I.1. Réservoirs atmosphériques**

- I.1.1. Principaux éléments constitutifs
- I.1.2. Réservoirs à toit fixe
- I.1.3. Réservoirs à toit flottant
- I.1.4. Réservoirs à toit fixe avec écran flottant

**I.2. Réservoirs sous faible et forte pression**

- I.2.1. Réservoirs cylindriques verticaux.
- I.2.2. Sphéroïdes
- I.2.3. Ballons cylindriques horizontaux (cigares)
- I.2.4. Sphères

**I.3. Réservoirs semi-réfrigérés**

**I.4. Réservoirs réfrigérés et cryogéniques**

**Chapitre II : L'isolation dans les réservoirs de stockage d'hydrocarbures**

**II.1. Principaux isolants**

- III.1.1. Mousses expansées
- III.1.2. Matières fibreuses et poudres expansées
- III.1.3. Le vide seul
- III.1.4. L'isolation multicouches (superisolation)

**II.2. Choix d'un isolant**

- II.1. Phénomènes de transfert de chaleur mis en jeu
- II.2. Calcul de la *heatinleak* (pertes frigorifiques)
- II.3. Calcul du taux d'évaporation (*Boil-off*)
- II.4. Calcul de l'autonomie d'un réservoir

**Chapitre III : Transport d'hydrocarbures liquides et liquéfiés**

**III.1. Transport routier et ferroviaire**

- III.2. Transport par pipes
- III.3. Transport maritime
- VI.1 Transport de pétrole brut et produits finis
- IV.2. Transport de gaz liquéfiés
- IV.3. Les navires gaziers

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Semestre: 3**  
**Unité Découverte: UED X2.1**  
**Matière 1 : Panier au choix**  
**VHS: 22h30 (Cours 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Semestre: 3**  
**Unité Découverte: UED X2.1**  
**Matière 2 : Panier au choix**  
**VHS: 22h30 (Cours 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement: UET 2.1**

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

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

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière:**

**Partie I- : Recherche documentaire :**

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

**(02 Semaines)**

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

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

**(02 Semaines)**

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

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

**(01 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

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

**(02 Semaines)**

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

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

**(01 Semaine)**

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

## Partie II : Conception de mémoire

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Mode d'évaluation :

Examen : 100%

### Références bibliographiques :

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

**IV- Programmes détaillés par matière**  
**De Quelques UE Découvertes (S1, S2, S3)**

**Semestre: X**  
**Unité Découverte: UED X.X**  
**Matière X : Développement durable et transition énergétique**  
**VHS: 22h30 (Cours 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront sensibilisés aux risques d'épuisement des ressources ainsi que de réchauffement climatique et les défis à relever

**Connaissances préalables recommandées:**

L'étudiant doit avoir des connaissances de base sur la chimie organique, la thermodynamique physique qui règle les équilibres;

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Introduction (2 Semaines)**

**Chapitre 2. Les défis à relever (4 Semaines)**

- La croissance de la demande
- Les risques sur la fourniture d'énergie à long terme
- Les tensions géopolitiques
- Le changement climatique
- Les menaces à lever

**Chapitre 3. Gérer la transition énergétique (4 Semaines)**

- Les alternatives
- Une transition de grande ampleur
- Les critères du développement durable
- La transition carbone ; Les technologies de la transition énergétique

**Chapitre 4. Engager un programme d'actions à la hauteur des enjeux (5 Semaines)**

- Réduire la consommation d'énergie
- Repousser les limites de production du pétrole
- Diversifier l'offre d'énergie
- Décarboniser l'énergie, Captage et stockage de CO<sub>2</sub>
- Perspectives d'avenir

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

1. *Fatih Birol, World Energy Prospects and challenges, IEA, 2006*
2. *BP Statistical Review, 2006*
3. *Marie-Françoise Chabrelié, "L'industrie gazière à l'horizon 2020", Panorama 2006*
4. *IPCC Special Report on Emissions Scenarios, 2001*

**Semestre: X**  
**Unité d'enseignement: UEDX.X**  
**Matière X : Industrie des Gaz Industriels**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière souligne les applications commerciales des gaz industriels et il admet pour principale vocation la description de la fabrication de gaz et son transport ainsi que la technologie industrielle de séparation. Ce module est prévu pour constituer une base qui permet la compréhension des facteurs qui composent le coût de production et de fourniture des gaz.

**Connaissances préalables recommandées:** Chimie organique, Phénomènes de transfert

**Contenu de la matière:**

- |  |                     |
|--|---------------------|
| <b>Chapitre 1. Fabrication des gaz atmosphériques</b>  | <b>(3 Semaines)</b> |
| (Technologie de séparation de l'air, Procédés cryogéniques)  |                     |
| <b>Chapitre 2. Production du gaz de synthèse</b>   | <b>(4 Semaines)</b> |
| (Bref historique sur les procédés d'obtention du gaz de synthèse, exemples de Production du gaz de synthèse) |                     |
| <b>Chapitre 3. Séparation du gaz de synthèse</b>   | <b>(4 Semaines)</b> |
| (Séparation et purification, Exemple de l'hydrogène)   |                     |
| <b>Chapitre 4. Stockage et transport des gaz industriels</b>   | <b>(4 Semaines)</b> |
| (Stockage, Transport routier, Transport par canalisation)  |                     |

**Mode d'évaluation:**

Examen: **100 %**.

**Références bibliographiques:**

1. *Compressed Gas Association, Inc. Handbook of Compressed Gases, 3rd ed. Van Nostrand Reinhold, New York (1990).*
2. *James G. Hansel, Oxygen, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 17, John Wiley & Sons, New York (1980).*
3. *B.A. Hands, Cryogenic Engineering, Academic Press, London (1986).*
4. *W.H. Isalski, Separation of Gases, Clarendon Press, Oxford (1989).*
5. *T. Johansen, K.S. Raghuraman, and L.A. Hackett, Trends in Hydrogen Plant Design, Hydrocarbon Processing, 120 (August 1992).*
6. *Chem Systems' PERP, Hydrogen Production in Refineries, Chem Systems, New York (1993).*
7. *T.A. Czuppon, S.A. Knez, D.S. Newsome, Hydrogen, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 13, John Wiley & Sons, New York (1980).*
8. *Handbook of Compressed Gases, Third Edition, Compressed Gas Association, (1990) Van Nostrand Reinhold, New York.*
9. *A Agulio and JD Penrod, Acetaldehyde, Encyclopedia of Chemical Processing and Design, Marcel Dekker, New York (1984).*

**Semestre: X**  
**Unité d'enseignement: UED X.X**  
**Matière X: Gestion des rejets pétroliers**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectif de l'enseignement:**

Assure le traitement des eaux huileuses. Assurer le traitement des bourbiers et lagunes d'hydrocarbures pour le secteur pétrolier. Assurer le traitement des boues hydrocarburées issues des opérations de nettoyage et de traitement.

**Connaissances préalables recommandées:**

**Contenu de la matière:**

- 1) Traitement des eaux huileuses contenues dans les eaux de refroidissement, eau de process, de vapeur.
- 2) traitement des boues par flottation, sédimentation, séchage.
- 3) Traitement des eaux sanitaires.
- 4) Traitement des eaux acides (contenant des sulfures), ou des eaux contenant de l'ammoniac etc.

**Mode d'évaluation:** Examen: 100 %.

**Semestre: X**  
**Unité d'enseignement: UEDX.X**  
**Matière X: Transport des fluides**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectif de l'enseignement:**

L'objectif visé par cet enseignement est d'acquérir des connaissances sur les différents appareils de transport des fluides tels que les pompes, les compresseurs, etc....

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base sur la mécanique des fluides et la thermodynamique.

**Contenu de la matière**

**Chapitre I. Les Pompes**

I.1. Pompes volumétriques

- I.1.1. Pompes volumétriques alternatives (à pistons, à pistons plongeurs, à membranes, doseuses)
- I.1.2. Pompes volumétriques rotatives (à pistons, à engrenages, à excentriques)
- I.1.3. Avantages et inconvénients des pompes volumétriques alternatives et rotatives

I.2. Pompes centrifuges

- I.2.1. Généralités (principe, classification, description technologique, caractéristiques)
- I.2.2. Calcul des pompes centrifuges : lois de similitude, équation d'Euler, caractéristiques (débit, hauteur d'élévation, puissance et rendement), courbes caractéristiques réelles et théoriques, point de fonctionnement. Cavitation (NPSH)
- I.2.3. Couplage des pompes centrifuges (en parallèle et en série)

**Chapitre II. Les Compresseurs**

II.1. Diagramme théorique d'un compresseur à piston

- II.1.1. Description et fonctionnement d'un compresseur
- II.1.2. Examen des phases successives de fonctionnement

II.2. Travail absorbé par un compresseur

II.3. Compression à plusieurs étages

II.4. Compresseur réel

- II.4.1. Rendement volumétrique et volume mort
- II.4.2. Rendement volumétrique d'un compresseur à plusieurs étages

**Chapitre III. Les turbines**

**Chapitre IV. Représentation graphique des installations de transport des fluides**

**Mode d'évaluation:** Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

**Semestre: X**  
**Unité Découverte : UEDX.X**  
**Matière X : Traitement des eaux et des effluents industriels**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30,)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Connaître les principaux procédés de traitement des eaux usées et les effluents gazeux.

**Connaissances préalables recommandées:**

Il est recommandé d'avoir requis des connaissances en transferts de matières, transferts thermiques, thermodynamique, Chimie minérale, chimie analytique et phénomènes de surface.

**Contenu de la matière:**

**1. Traitement des Eaux :**

- Introduction
- Rappels théoriques
- Propriétés physico-chimiques de l'eau
- Classement des eaux usées
- Procédés de traitement des eaux usées : dégrillage, déshuilage, coagulation-floculation,
- Dimensionnement d'ouvrages, méthode de Caquot.

**2. Lavage des gaz par des solvants sélectifs, les différents procédés**

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

1. F.BERNE - *Traitement des eaux*
2. C.ROIZARD, G. WILD, J.C.CHARPENTIER - *Absorption avec réaction chimique : techniques de l'Ingénieur - traité Génie des procédés- J 1 079*

**Semestre: X**  
**Unité Transversale: UEDX.X**  
**Matière X : Sécurité des procédés industriels**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30,)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront sensibilisés aux principales méthodes d'analyse de risques liés aux procédés chimiques ainsi qu'aux méthodes d'évaluation et aux moyens de prévention relatifs aux principaux risques présentés par l'industrie chimique

**Connaissances préalables recommandées:**

Ce module nécessite une connaissance générale sur l'(HSE) [l'hygiène et la sécurité industrielle).

Il est préférable que cette matière soit enseignée par une personne de l'industrie ou au moins par un chef de laboratoire chimique.

**Contenu de la matière:**

- Les différentes méthodes d'analyse de risque
- L'explosivité des vapeurs de solvant, explosivité des poudres
- Le risque électrostatique
- L'inertage
- Sécurité de la réaction chimique : calorimétrie réactionnelle
- Emballage thermique en phase solide

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

1. Laurent - Sécurité des procédés chimiques - Ed. tec et Doc, Lavoisier (2003)
2. J. Rauch - Multiproduct plants - Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2003)

**Semestre: X**  
**Unité Transversale: UEDX.X**  
**Matière X : Etude multi-objectifs des procédés**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

A l'issu de cet enseignement les étudiants seront capables de faire une étude technique et économique d'un projet de futur à l'échelle industrielle.

De préférence que la matière soit enseignée par un économiste ou une personne de l'industrie pétrolière.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques, Dimensionnement des équipements, Transfert de matière et de chaleur, Thermodynamique

**Contenu de la matière:**

**1. Développement du procédé**

- Bilan matière et énergétique
- Design et schéma de l'équipement technique
- Calcul de l'investissement
- Calcul du prix de revient
- Rentabilité

**2. Optimisation**

- Influence de modification au niveau du procédé
- Prix de revient
- Sensitivité
- Estimation du risque
- Définition d'un programme de développement

**3. Le circuit et le montage financier**

**4. Méthodes de détermination des investissements**

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

1. Alain Chauvel - Manuel d'évaluation économique des Procédés.