

## **II – Fiches d’organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

**Semestre 1**

Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	Mathématiques 1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Physique 1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Structure de la matière	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physique 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Chimie 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Informatique 1	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Méthodologie de la rédaction	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Les métiers en sciences et technologies 1	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Langue étrangère 1 (Français et/ou anglais)	2	2	3h00			45h00	05h00		100%
<b>1 Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>16h00</b>	<b>4h30</b>	<b>4h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

Intitulé de la Licence: Génie des procédés

Année:

**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 Crédits : 18 Coefficients : 9	Mathématiques 2		6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Physique 2		6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique		6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physique 2		2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Chimie 2		2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Informatique 2		4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Méthodologie de la présentation		1	1	1h00			15h00	10h00		100%
	Les métiers en sciences et technologies 2		1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Langue étrangère 2 (Français et/ou anglais)		2	2	3h00			45h00	05h00		100%
<b>Total semestre 2</b>			<b>30</b>	<b>17</b>	<b>16h00</b>	<b>4h30</b>	<b>4h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 3**

Unité d'enseignement	Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Mathématiques 3	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Mécanique des fluides	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Chimie minérale	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Probabilités et statistiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Informatique 3	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Dessin technique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Ondes et vibrations	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	HSE Installations industrielles	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Réglementation et normes	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>7h30</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 4**

Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 8 Coefficients : 5	Chimie des solutions	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Chimie organique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Thermodynamique chimique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes numériques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.3 Crédits : 2 Coefficients : 1	Cinétique chimique	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	TP Chimie des solutions	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Chimie organique	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP Mécanique des fluides	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Méthodes numériques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Cinétique chimique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Introduction au raffinage et à la pétrochimie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Notions des phénomènes de transfert	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques d'expression et de communication	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<b>Total semestre 4</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 5**

Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Transfert de Chaleur	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Transfert de Matière	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Transfert de Quantité de Mouvement	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Electrochimie	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Instrumentation -capteurs	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Cinétique et catalyse homogène	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Techniques d'analyse	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP Chimie Physique 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Génie chimique 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Simulateurs de procédés	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	procédés pharmaceutiques	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Procédés agro-alimentaires	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Pollution : Air, eau, sol	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<b>Total semestre 5</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h00</b>	<b>4h30</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 6**

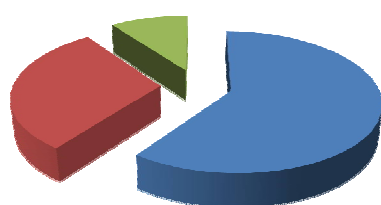
Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Opérations unitaires Thermodynamique des équilibres	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Réacteurs homogènes Phénomènes de surface et catalyse hétérogène	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Projet de Fin de Cycle Bilans macroscopiques TP chimie physique 2 et génie chimique 2	4	2			3h00	45h00	55h00	100%	
UE Découverte Code : UED 3.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Procédés cryogéniques Corrosion	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Projet professionnel et gestion d'entreprise	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 6</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>7h30</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

Les modes d'évaluation présentés dans ces tableaux, ne sont donnés qu'à titre indicatif, l'équipe de formation de l'établissement peut proposer d'autres pondérations.

## Récapitulatif global de la formation :

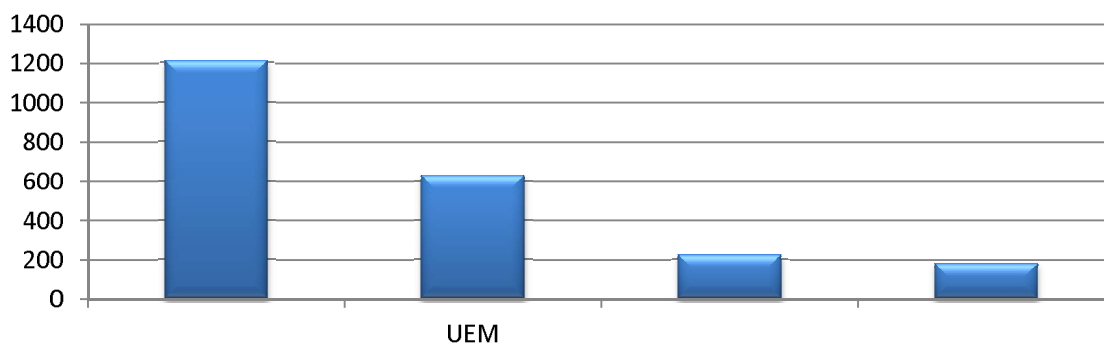
VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	742h30	165h00	225h00	180h00	1312h30
TD	472h30	45h00	---	---	517h30
TP	---	420h00	---	---	420h00
Travail personnel	1485h00	720h00	25h00	20h00	2250h00
Autre (préciser)	---	---	---	---	---
<b>Total</b>	<b>2700h00</b>	<b>1350h00</b>	<b>250h00</b>	<b>200h00</b>	<b>4500h00</b>
<b>Crédits</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>180</b>
<b>% en crédits pour chaque UE</b>	<b>60 %</b>	<b>30 %</b>	<b>10 %</b>		<b>100 %</b>

### Crédits des unités d'enseignement

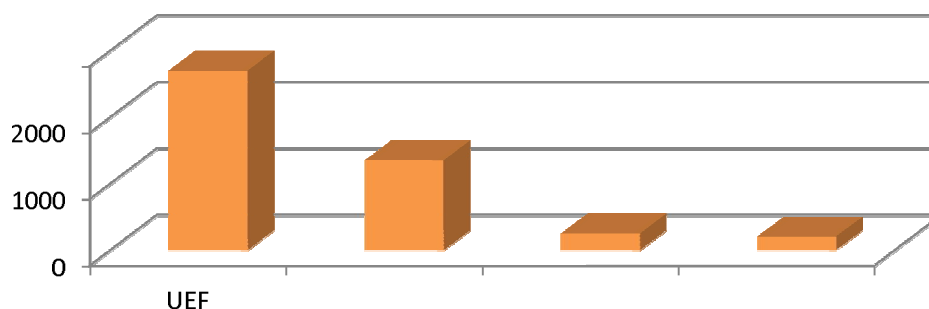


- Unités Fondamentales 60%
- Unités méthodologiques 30%
- Unités de découverte et transversales 10%

### Volume horaire présentiel



### Volume horaire global





### **III - Programme détaillé par matière des semestres S5 et S6**

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UEF 3.1.1**

**Matière 1: Transfert de Chaleur**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

- Etude des différents modes de transfert : conduction, convection et rayonnement.
- Applications des lois régissant ces différents types de transfert.

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique, Equations différentielles.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :**

**(7 semaines)**

Transfert de chaleur par conduction : Cas : mur simple, murs composites, couche cylindrique, couches cylindriques composites ; Calorifugeage des couches cylindriques ; Calorifugeage des couches sphériques.

**Chapitre 2 :**

**(5 semaines)**

Transfert de chaleur par convection : Définitions ; Expression du flux de chaleur ; Calcul du flux de chaleur en convection naturelle ; Calcul du flux de chaleur en convection forcée.

**Chapitre 3 :**

**(3 semaines)**

Transfert de chaleur par rayonnement: Lois du rayonnement ;Loi de Lambert ;Loi de Kirchhoff ; Rayonnement des corps noirs ; Rayonnement des corps non noirs ; Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. J. Krabol, « Transfert de chaleur », Masson, 1990.
2. Martin Becker, "Heat transfer: a modern approach". Plenum, 1986.
3. J.F. Sacadura, « Initiation au transfert thermique », TEC-DOC, 1980.
4. Pierre Wuithier, « Le pétrole, raffinage et génie chimique ».

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.1**  
**Matière 2: Transfert de Matière**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

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

Comprendre les mécanismes et le formalisme permettant de décrire le transfert de matière ; Savoir écrire un bilan matière nécessaire au calcul des équipements.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique ; Cinétique chimique ; Equations différentielles.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : (3 semaines)**

Mécanisme de transfert de la matière : Introduction ; Transfert diffusif : la loi de Fick ; Définition de la diffusion moléculaire ; Notion de densité de flux de matière ; Définition des vitesses moyennes massique et molaire ; Transfert convectif ; Transfert combiné : Diffusion + Convection.

#### **Chapitre 2 : (3 semaines)**

Estimation des coefficients de diffusion ; Coefficients de diffusion (phase gazeuse, phase liquide) pour les systèmes gazeux multicomposants (Equation de Stefan Maxwell) ; Ordre de grandeur des coefficients de diffusion dans les différents milieux (gaz, liquides, solides) ; Coefficients de diffusion dans les solides poreux ; Notion de coefficients de diffusion effectifs.

#### **Chapitre 3 : (5 semaines)**

Description du transfert de matière : Bilan matière-Equation de continuité ; Rappels sur les opérateurs gradients et divergence d'un vecteur ; Bilan de la masse totale sur un élément de volume fixe ; Bilan de la masse d'un constituant  $i$  sur un élément de volume fixe ; Conditions aux limites et condition initiale ; Transfert diffusif en régime permanent : Diffusion d'un gaz à travers un film gazeux stagnant ; Diffusion équimolaire ; Transfert diffusif transitoire (*Présenter l'équation de continuité sans la résolution mathématique*) ; Transfert diffusif avec réaction chimique homogène et hétérogène ; Applications pour différentes géométries (plan, cylindre, sphère).

#### **Chapitre 4 : (4 semaines)**

Transfert de matière à une interface (entre phases) ; Théorie des 2 films, de pénétration, de renouvellement de surface ; Coefficient de transfert de matière ; Notion d'analyse dimensionnelle : Théorème de  $\pi$ - Buckingham ; Nombres sans dimensions relatifs au transfert de matière (Sherwood, Reynolds, Schmidt) ; Estimations des coefficients de transfert de matière (corrélations adimensionnelles).

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. Bird, Stewart, Lightfoot, "Transport phenomena », Second Edition, J Wiley, 2002.
2. Treybal, « Mass transfer operations », Mc Graw-Hill.

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UEF 3.1.1**

**Matière 3: Transfert de Quantité de mouvement**

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

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre à analyser les problèmes typiques rencontrés en mécanique des fluides (énoncé du problème, formulation et solution analytique); Faire des bilans de quantité de mouvement et d'énergie mécanique pour des systèmes simples unidirectionnels; Obtenir le profil de vitesse et en déduire les autres quantités d'intérêt (débits, forces, pertes de charge, etc.).

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases en mathématiques; Notions en MDF.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (3 semaines)

Rappels : A- Propriétés des fluides : Grandeurs physiques; Unités de mesure; Viscosité (expérience de Couette); B- Statique des fluides : Equation générale de l'hydrostatique, Forces hydrostatiques; Equilibre relatif.

**Chapitre 2 :** (4 semaines)

Bilans de matière, de quantité de mouvement et d'énergie : 1. Equation de conservation de la masse; 2. Equation de conservation de la quantité de mouvement; 3. Equation de conservation de l'énergie.

**Chapitre 3 :** (4 semaines)

Dynamique des fluides : 1. Contraintes et déformations dans les milieux continus; 2. Equation de mouvement des fluides réels; 3. Régime d'écoulement; 4. Perte de charge

**Chapitre 4 :** (4 semaines)

Pompes et pompage : Calcul de réseaux.

**Mode d'évaluation :**

Examen:100%.

**Références bibliographiques:**

1. Laszlo, « Les bases scientifiques du génie chimique », Dunod, 1972.
2. Robert E Treybal, "Mass transfer operation ».Mc Graw-Hill, 1981.
3. R. B. Bird, W. E. Stewart, and E. N. Lightfoot,« Transport Phenomena », Wiley 1960.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.2**  
**Matière 1: Electrochimie**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

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

Acquérir les notions de base de l'électrochimie, de la thermodynamique et de la cinétique électrochimiques nécessaires à la compréhension des phénomènes électrochimiques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Chimie des solutions. Thermodynamique chimique et notions de cinétique.

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (1 semaine)  
 Rappels sur les solutions électrolytiques : Conductivité, mobilité des ions, loi de dilution d'Oswald, relation de Kohlrausch).

**Chapitre 2 :** (3 semaines)  
 Propriétés et grandeurs physiques des électrolytes : Théorie de Debye-Huckel : applications aux calculs des coefficients d'activité ; Solvatation et hydratation des ions ; Lois de Faraday (Ecart et rendements).

**Chapitre 3 :** (5 semaines)  
 Thermodynamique des réactions électrochimiques : Définition et rappels préliminaires ; Notions de potentiel chimique ; Tension d'électrode et potentiel d'équilibre ; Notions de double couche électrochimique et modèle de Stern ; Relation de Nernst et ses applications ; Prévisions des réactions RedOx ; Différents types d'électrodes ; Piles électrochimiques et notions de tension de jonction (loi d'Henderson).

**Chapitre 4 :** (4 semaines)  
 Cinétique des réactions électrochimiques : Définitions ; Vitesse d'une réaction électrochimique ; Montages électrochimiques, Loi de Butler-Vollmer ; Approximation de Tafel.

**Chapitre 5 :** (2 semaines)  
 Méthodes et techniques électrochimiques : Voltampérométrie ; Chronopotentiométrie, ...

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. G. Milazo, « Electrochimie », Dunod, 1969.
2. Brenet, « Introduction à l'électrochimie de l'équilibre et du non équilibre », Masson, 1980.
3. Allen J. Bard, « Electrochimie : principes, méthodes et applications », Masson, 1983.
4. Fabien Miomandre, SaïdSadki, PierreAudebert, « Electrochimie des concepts aux applications », Dunod, 2005.
5. F. Cœuret, A. Stock, « Eléments de génie électrochimique », Lavoisier Tech. & Doc, 1993.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.2**  
**Matière 2: Instrumentation – Capteurs**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

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

Acquérir les connaissances permettant la maîtrise et l'exploitation des effets physiques mis en jeu dans les dispositifs instrumentaux de prélèvement d'informations dans le milieu de mesure: machines, environnement, etc.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique ; Mécanique des fluides ; Phénomènes de transfert.

### **Contenu de la matière:**

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

Principes d'une mesure : Fonction d'un appareil de mesure ou de contrôle ; Constitution globale d'un appareil de mesure ; Qualités d'un appareil de mesure (Zéro, Echelle, Linéarité) ; Performance d'une chaîne de mesure.

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

Mesures des pressions : Pressions absolue et différentielle ; Vide ; Appareils de mesure des pressions ; Utilisation et montage.

#### **Chapitre 3 : (2 semaines)**

Mesures des débits : Débits à pression différentielle, à orifice et à section variables ; Compteurs.

#### **Chapitre 4 : (2 semaines)**

Mesures de niveau : Appareil optique, niveau bulle à bulle ; Mesure de niveau par la pression due à la hauteur du liquide.

#### **Chapitre 5 : (2 semaines)**

Mesures de température : Thermomètres et thermocouples, thermistances.

#### **Chapitre 6 : (5 semaines)**

Capteurs : Physique des capteurs : Capteurs simples ; Fonctions de transduction ; Aspects énergétiques et électriques ; Dispositifs capteurs à transductions multiples : corps d'épreuve, Grandeur agissante et grandeur mesurée ; Circuits conditionneurs : Ponts différentiels, Conditionneurs intégrés, Compensation des décalages et dérives ; Applications aux mesures à effets thermiques, mécaniques, électromagnétiques et au dosage d'espèces chimiques.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques:**

1. M. Cerr, J-C. Engrand, F. Rossman, « Instrumentation Industrielle », Ed Paris Technique & documentation-Lavoisier impr., 1990 Paris Impr. Jouve.
2. Michel Grout, Patrick Salaun, « Instrumentation industrielle », Collection: Technique et Ingénierie, Dunod - L'Usine Nouvelle.
3. Michel Capot, « Les principes des mesures: pressions, débits, niveaux, température », Editions TECHNIP.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.1.2**  
**Matière 3: Cinétique chimique et Catalyse homogène**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

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

Consolider les notions de bases de la cinétique chimique (loi cinétique : ordre, énergie d'activation, constante de vitesse). Acquérir des notions d'approche de traitement des mécanismes réactionnels. Faire connaître une branche de la cinétique chimique importante dans différents secteurs : la catalyse.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les bases de la chimie générale (atomistique, liaison chimique, thermochimie) et les notions fondamentales de la cinétique chimique.

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (2 semaines)  
 Rappels : Lois simples des vitesses de réactions chimiques ; Energie d'activation ; Molécularité.

**Chapitre 2 :** (4 semaines)  
 Mécanismes réactionnels : Approximation de l'état quasi-stationnaire ; Mécanismes par stades ; Mécanismes par chaîne.

**Chapitre 3 :** (4 semaines)  
 Théories cinétiques : Théorie des collisions moléculaires ; Théorie du complexe activé ; Réactions pseudo-monomoléculaires.

**Chapitre 4 :** (5 semaines)  
 Catalyse homogène : Généralités sur la catalyse homogène ; Mécanismes ; Catalyse acido-basique ; Catalyse enzymatique.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques:**

1. B. Fremaux, « Eléments de cinétique et de catalyse », technique et doc. Lavoisier.
2. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, « Cinétique et catalyse », Lavoisier, 2011.
3. P. Morlaes, J.C. Morlaes, « Cinétique chimique », Vuibert 1981.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**  
**Matière 1: Techniques d'analyse**  
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

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

Connaître les principales méthodes physiques d'analyse : principe, intérêt et champ d'application dans le domaine de génie des procédés en particulier. Acquérir les bases de l'analyse et du contrôle des matières premières et des produits formulés.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions élémentaires sur la dualité onde-corpuscule; Liaisons chimiques ; Transitions électroniques; Notions de chimie analytique; Chimie des solutions.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : (8 semaines)**

Méthodes chromatographiques : Généralités sur les méthodes chromatographiques ; Principe général de la séparation chromatographique ; Chromatographie en phase liquide; Chromatographie en phase gazeuse.

#### **Chapitre 2 : (3 semaines)**

Spectroscopie moléculaire UV – Visible : Principe ; Notions théoriques ; Appareillage ; Interprétation d'un spectre d'absorption UV-Visible.

#### **Chapitre 3: (4 semaines)**

Spectroscopie Infrarouge (IR) : Principe ; Notions théoriques ; Appareillage ; Interprétation d'un spectre d'absorption IR.

#### **Applications :**

- Identifications et quantifications par HPLC et CPG
- Vérification de la loi de Beer-Lambert
- Identification des fonctions organiques par IR.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. Francis Rouessac , Annick Rouessac , Daniel Cruché,«Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales », 7ème Edition Dunod, 2009.
2. Gwenola Burgot, Jean-Louis Burgot,« Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications : méthodes chromatographiques, électrophorèses, méthodes spectrales et méthodes thermiques », 3ème Edition, Tech & Doc, 2011.
3. R.Rosset,« Chromatographie en phase liquide », Masson, 1995
4. M. Dalibart, L. Servant, « Spectroscopie dans l'infrarouge, Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation », P2845, 2000.



**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**  
**Matière 2: TP Chimie Physique 1**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

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

Observation des phénomènes physiques étudiés lors des cours magistraux; Valider et présenter correctement les résultats obtenus; Formuler et communiquer des conclusions.

### **Connaissances préalables recommandées:**

- Chimie des solutions, notions de cinétique, bases de la thermodynamique.
- Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.

**NB :** Liste à titre indicatif, s'adapter selon les moyens ;

Nombre de TP à réaliser = Sept(7) : 4 en électrochimie ; 3 en catalyse homogène.

### **Contenu de la matière:**

#### **TP Electrochimie**

- Constante de dissociation ; Electrolytes faibles ; Coefficient d'activité.
- Réalisation d'une pile électrochimique.
- Tracé de courbes intensité-potentiel.
- Mesures du voltage d'une pile en fonction de la température et calculs d'erreur.
- Corrosion d'un métal.
- Vérification de l'équation de Nernst.

#### **TP Cinétique et catalyse homogène**

- Effet de la nature du catalyseur sur la réaction chimique : dismutation de  $H_2O_2$  en présence de : chlorure de fer(III), fil de platine, enzyme (morceau de navet) (TP démonstratif pour observer l'effet catalytique et distinguer entre la catalyse homogène, hétérogène, et enzymatique).
- Détermination de la constante catalytique de la réaction de l'ion persulfate avec l'ion iodure en présence de  $CuSO_4$ .
- Etude cinétique de la réaction de l'ioduration (bromation) de l'acétone catalysée par un acide ou une base.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

### **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.
3. B. Fremaux, « Eléments de cinétique et de catalyse, technique et documentation », Lavoisier.
4. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, « Cinétique et catalyse », Lavoisier, 2011.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**  
**Matière 3: TP Génie chimique 1**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Observation des phénomènes physiques étudiés lors des cours magistraux; Comprendre une technique expérimentale; Valider et présenter correctement les résultats obtenus; Formuler et communiquer des conclusions.

**Connaissances préalables recommandées:**

- Bases de la thermodynamique, notions de phénomènes de transfert.
- Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.

**NB :** Liste à titre indicatif, s'adapter selon les moyens ;

Nombre de TP à réaliser = Sept(7) : 3 en Transfert de chaleur ; 2 en Transfert de masse ; 2 en TQM.

**Contenu de la matière:**

- 1- Mesure de coefficient de transfert,  $KLa$ , dans un réacteur agité mécaniquement.
- 2- Diffusion des liquides.
- 3- Etude du transfert de chaleur par conduction axiale et radiale.
- 4- Etude du transfert de chaleur par convection.
- 5- Etude du transfert de chaleur par rayonnement.
- 6- Mesure des pertes de charges linéaires dans des conduites de différents diamètres.
- 7- Mesure du coefficient de frottement dans des conduites lisses.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. J. Krabøl, « Transfert de chaleur », Masson, 1990
2. Bird, Stewart, Lightfoot, « Transport phenomena », Second Edition, J. Wiley et Sons, 2002.
3. Laszlo, « Les bases scientifiques du génie chimique », Dunod, 1972.
4. Robert E. Treybal, « Mass transfer operation », Mc Graw-Hill, 1981.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UEM 3.1**  
**Matière 4: Simulateurs de procédés**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

- Se familiariser avec les concepts de modélisation et de simulation des procédés.
- Connaître les principaux logiciels de simulation en génie des procédés.
- Apprendre les bases de la conception d'équipements et de procédés à l'aide de logiciels.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques. Chimie physique. Notions de phénomènes de transfert.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** **(2 semaines)**  
 Généralités : Définition de la simulation ; Modélisation mathématique ; Simulateurs commerciaux (HYSYS, Aspen, Prosim, etc.) ; Eléments constitutifs d'un simulateur de procédés ; présentation du logiciel choisi.

**Chapitre 2 :** **(3 semaines)**  
 Débuter avec le Logiciel choisi : Création d'une simulation ; Sélection de la liste des composés ; Sélection du modèle thermodynamique ; Se familiariser avec la feuille de simulation ; Installation et spécification des courants de matière.

**Chapitre 3 :** **(3 semaines)**  
 Modèles thermodynamiques du Logiciel choisi : Equations d'état ; Prédiction des propriétés physiques des corps purs et des mélanges ; Calcul des équilibres liquide-vapeur.

**Chapitre 4 :** **(3 semaines)**  
 Simulation de quelques équipements : Simulation des pompes ; Compresseurs ; Détendeurs ; Séparateur flash ; Echangeur de chaleur ; Fours et réacteurs.

**Chapitre 5 :** **(4 semaines)**  
 Exemples de simulation de procédés

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques:**

1. Michael E. Hanyark Jr., « Chemical Process Simulation and the Aspen HYSYS Software », CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.
2. Hossein Ghanadzadeh Gilani, Katia Ghanadzadeh Samper, Reza Khodaparast Haghi, « Advanced Process Control and Simulation for Chemical Engineers », CRC Press, 2012.
3. Alexandre Dimian, « Integrated Design and Simulation of Chemical Processes », Elsevier, 2003.
4. Amiya K. Jana, « Chemical Process Modeling & Computer Simulation », PHI Learning Pvt. Ltd., 2008.

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UED 3.1**

**Matière 1: Procédés pharmaceutiques**

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

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Introduire de manière descriptive les notions de base sur le Génie des Procédés Pharmaceutiques, à savoir : Les procédés et les technologies liés à la formulation et à la production industrielle des médicaments ; Bonnes pratiques de fabrication.

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases de Chimie ; Notions de génie chimique.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : (4 semaines)**

Pharmacie Industrielle : Connaissance du médicament et des formes galéniques ; Bonnes pratiques de fabrication.

**Chapitre 2 : (5 semaines)**

Génie des Procédés Pharmaceutiques : Formulation, Fabrication industrielle des médicaments, Assurance qualité.

**Chapitre 3 : (6 semaines)**

Opérations unitaires pharmaceutiques : Acquérir des notions sur la conduite des procédés de séparation dans les opérations pharmaceutiques, sur les installations pharmaceutiques et la conception et la conduite des procédés de formulation des médicaments sous forme sèche, liquide et pâteuse; Broyage; Séchage et mélange.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, « Traité de chimie organique », 5ème édition, De boeck, 2009.
2. Graham L. Patrick, « Chimie pharmaceutique », De Boeck, 2002.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UED 3.1**  
**Matière 2: Procédés agro-alimentaires**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

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

Faire découvrir une importante spécialité du Génie des procédés en présentant les notions de génie des procédés spécifiques à cette branche de l'activité économique. ; Enumérer succinctement les procédés appliqués à l'agro-alimentaire.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions sur les techniques de séparation et les phénomènes de transfert.

### **Contenu de la matière:**

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

Procédés de transformation et de conservation: Optimisation des procédés thermiques: Pasteurisation; Appertisation; Cuisson; Procédés aseptiques; Optimisation des procédés frigorifiques, Réfrigération; Surgélation; Transport frigorifique; Déshydratation et procédés combinés : Séchage ; Fumage ; Déshydratation-imprégnation par immersion (DII).

#### **Chapitre 2 : (3 semaines)**

Généralités sur les procédés de séparation : Séparation de phase : Pressage ; Décantation, Filtration ; Centrifugation ; Séparation à l'échelle moléculaire : Extraction ; Distillation, Evaporation, Entraînement... ; Procédés membranaires.

#### **Chapitre 3 : (4 semaines)**

Génie de la réaction : Génie de la réaction physico-chimique : Coagulation, Gélification, Formation de réseaux mixtes, Réactions thermo-induites, ; Génie de la réaction biologique : Production de biomasse, Production de métabolites, Fermentation, Bioconversion.

#### **Chapitre 4 : (3semaines)**

Opération de structuration ; Emulsification ; Cuisson-extrusion ; Foisonnement.

#### **Chapitre 5 : (3 semaines)**

Opérations mécaniques et manufacturières : Broyage ; Tamisage ; Ecoulement (en particulier des poudres) ; Transfert ; Découpage ; Assemblage et mise en forme ; Emballage et conditionnement.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques:**

1. Laurent Bazinet, François Castaigne, « Concepts de génie alimentaire : Procédés associés et applications à la conservation des aliments », Tec & Doc, 2011.
2. Jean-Jacques Bimbenet, Albert Duquenoy, Gilles Trystram, « Génie des procédés alimentaires : Des bases aux applications », Dunod, 2007.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement : UET 3.1**  
**Matière1 : Pollutions Air, Eau, Sol**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

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

Faire découvrir les problèmes de pollution et de gestion de notre environnement (causes, conséquences, remèdes, influences de la gestion de notre environnement) ; La partie «pollution des sols" est construite de manière à être accessible sans connaissances préalables en sciences du sol.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances de base en chimie.

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** **(5 semaines)**  
 Pollution des Eaux : Cycle de l'eau ; Mesure de la qualité des eaux ; Sources, Mécanismes et symptômes de la pollution des eaux courantes et des lacs ; Influence de la pollution sur les êtres vivants ; Oxygénation et désoxygénation ; Eutrophisation ; Notions sur le traitement et l'épuration des eaux usées ; Prévention de la pollution des eaux.

**Chapitre 2 :** **(5 semaines)**  
 Pollution des Sols : Bases en sciences du sol ; Causes et conséquences de la dégradation/pollution des sols ; Comportement des éléments traces dans le sol ; Comportement des polluants organiques dans le sol ; Analyse de risques et législations ; Techniques de décontamination et études de cas.

**Chapitre 3 :** **(5 semaines)**  
 Pollution de l'Air : Mise en situation : Environnement-Pollution-Développement durable-Énergie-Consommation d'énergie primaire et émission de CO<sub>2</sub> ; Constat ; Notions fondamentales de l'atmosphère et des paramètres météorologiques ; Evolution de la qualité de l'air et effet sur les organismes ; Composants chimiques de l'air atmosphérique ; Polluants chimiques ; Pollution par NO<sub>2</sub> ; Formation des polluants ; Quelques conséquences de la pollution de l'air : Effet de serre ; Smog photochimique ; Trou d'ozone.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques:**

1. Olivier Atteia, « Chimie et pollutions des eaux souterraines », Ed. Lavoisier & Doc, 2015.
2. Emilian Koller, « Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols, boues ».Ed. Dunod, 2009.
3. Françoise Nési,« La pollution des sols : Soil Pollution », 2010.
4. Louise Schriver-Mazzuoli,« La Pollution de l'air intérieur : Sources, Effets sanitaires, Ventilation », Ed. Dunod, 2009.

**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.2.1**  
**Matière 1: Opérations unitaires**  
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Crédits : 6**  
**Coefficient : 3**

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

Connaître les principales opérations unitaires et comprendre les schémas des procédés des différentes industries du génie des procédés (chimiques, électrochimiques, agroalimentaires, pharmaceutiques, ... etc.) ; Ecrire et contrôler les bilans matières de ces processus.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique ; Equations différentielles ; Phénomènes de transfert.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : (1 semaine)**

Généralités sur les opérations unitaires : Absorption ; Extraction ; Adsorption ; Distillation, etc...

#### **Chapitre 2 : (3 semaines)**

Absorption et strippage : Equilibre liquide-gaz ; Bilans de matière et enthalpique ; Concept d'étage théorique ; Méthode de Mac Cabe et Thièle.

#### **Chapitre 3 : (4 semaines)**

Extraction Liquide – Liquide : Introduction ; Diagramme d'équilibre ; Détermination de la masse de solvant pour une composition donnée de l'extrait ; Nombre de plateaux théoriques (Méthode graphique de Mac Cabe et Thièle).

#### **Chapitre 4 : (2 semaines)**

Extraction liquide-solide (Lixiviation) : Equilibre solide-liquide ; Diagramme de Janeck ; Détermination du nombre d'étages théoriques, cas de l'extraction à contre-courant et à courants croisés.

#### **Chapitre 5 : (4 semaines)**

Distillation : Distillation d'un mélange binaire ; Distillation en mode continu ; Calcul de l'efficacité d'une colonne de rectification (Méthodes graphiques de Mac Cabe et Thièle et de Ponchon et Savarit).

#### **Chapitre 6 : (1 semaine)**

Sédimentation : Sédimentation des particules isolées ; Sédimentation des particules floculantes.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. Robert E. Treybal, «Mass transfer operations», MC Graw Hill.
2. MC Cabe et Smith, « Chemical engineering operations », MC Graw Hill.

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : UEF 3.2.1**

**Matière 2: Thermodynamique des équilibres**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Maîtriser l'application des trois principes de la thermodynamique ; Distinguer les différents états d'un gaz ; Prévoir le sens de l'évolution d'une réaction chimique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases de la thermodynamique ; Equations différentielles.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : (2 semaines)**

Introduction (Rappels): Systèmes thermodynamiques et transformations – Variables d'état; Fonctions thermodynamiques: 1er, 2ème et 3ème principes; Critères d'évolution d'un système; Potentiel chimique.

**Chapitre 2 : (5 semaines)**

Thermodynamique des substances pures : Changement de phase ; Gaz réels : fugacité et coefficient de fugacité ; Equations d'état et détente des gaz (Joule – Gay Lussac et Joule – Thomson) ; Propriétés thermodynamiques des phases condensées.

**Chapitre 3 : (5 semaines)**

Equilibres physiques : Equilibres de phases ; Relations générales d'équilibre : Clapeyron et Clausius-Clapeyron ; Equilibres liquide-vapeur, solide-vapeur et solide-liquide ; Equilibres d'un mélange binaire et applications.

**Chapitre 4 : (3 semaines)**

Equilibres chimiques : Réactions chimiques ; Affinité chimique - Systèmes monotherme- monobare et monotherme- monochore ; Thermochimie : Chaleur de réaction et lois de Hess et de Kirchhoff ; Loi d'action de masse ; Déplacement de l'équilibre.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Boucif Belhachemi, « Cours, exercices et problèmes résolus de thermodynamique chimique », OPU, 2003.
2. A. Gruger, « Thermodynamique & équilibres chimiques: cours et exercices résolus, licence 1re, 2e et 3e années », IUT, CPGE, Dunod, 2004.
3. J. N. Froussard, « Thermodynamique: bases et applications: cours et exercices corrigés », Paris, Dunod, 2005.
4. H. Lumbroso, « Thermodynamique », Ed sciences, 1998.
5. M. Bailly, « Thermodynamique technique, chaleur, principes, gaz et vapeurs »; Bordas, 71.
6. R. Kling, « Thermodynamique générale et application », Technip.



**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : UEF 3.2.2**

**Matière 1: Réacteurs homogènes**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Mettre en évidence l'influence du choix des réacteurs chimiques et de leurs conditions de fonctionnement sur les produits de réaction obtenus. Dimensionnement des réacteurs idéaux.

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique, bases de mathématiques ; phénomènes de transfert.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (1 semaine)

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

**Chapitre 2 :** (1 semaine)

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 :** (4 semaines)

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 :** (2 semaines)

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

**Chapitre 5 :** (2 semaines)

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 :** (2 semaines)

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

**Chapitre 7 :** (3 semaines)

Notions de Bilans thermiques dans les réacteurs idéaux

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. O. Levespiel, « Chemical reaction engineering », Wiley, 1972.
2. G. Antonini, Benaim, « Génie des réacteurs et des réactions ». Nancy 1991.
3. Trambouze, « Les réacteurs chimiques, Conception ».
4. J. Villermaux, « Génie de la réaction chimique, Conception et fonctionnement des réacteurs », Edition Technique et Documentation. 1982.

**Semestre : 6****Unité d'enseignement : UEF 3.2.2****Matière 2: Phénomènes de surface et Catalyse hétérogène****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits : 4****Coefficient : 2****Objectifs de l'enseignement:**

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

Donner les bases de la catalyse hétérogène et les différentes techniques d'élaboration des catalyseurs. Montrer succinctement la complexité de l'acte catalytique et l'importance de la modélisation de la cinétique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques ; Cinétique chimique ; bases de la thermodynamique.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : (3 semaines)**

Tension superficielle : Notion de tension superficielle ; Fonctions thermodynamiques ; Effet de la température ; Effet de la concentration ; Relation de Gibbs ; Mesure de l'aire moléculaire ; Etude Physico-chimique de la tensioactivité : Adhésion et cohésion ; Mouillage et angle de contact.

**Chapitre 2 : (4 semaines)**

Adsorption des gaz : Types d'adsorption ; Etude thermodynamique ; Chaleur d'adsorption ; Equilibres de physisorption : adsorption en monocouche (modélisation), en multicouches (modélisation) ; Application à la détermination de la surface d'un solide.

**Chapitre 3 : (1 semaine)**

Phénomènes d'hystérésis : Porosité ; Loi de Kelvin ; Volume poreux.

**Chapitre 4 : (2 semaines)**

Equilibres de chimisorption des gaz : Modèles de Langmuir, Temkin, et Freundlich.

**Chapitre 5 : (2 semaines)**

Introduction et généralités sur les catalyseurs : Méthodes de préparation ; Caractérisation ; Classification.

**Chapitre 5 : (3 semaines)**

Cinétique des réactions en catalyse hétérogène : Mécanismes et modèles

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. C. E. Chitour, « Physico-chimie des surfaces », OPU.
2. J.M. Coulson, J.F. Richardson, Backhurst, Harker, « Chemical engineering », Pergamon Press.
3. J. Fripiat, J. Chaussidon, A. Jelli, « Chimie-physique des phénomènes de surface », Masson.
4. M. Boudart, « Cinétique des réactions en catalyse hétérogène », Masson.

**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UEM 3.2**  
**Matière 1: Projet de Fin de Cycle**  
**VHS: 45h00 (TP: 3h00)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

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

Assimiler de manière globale et complémentaire les connaissances des différentes matières. Mettre en pratique de manière concrète les concepts inculqués pendant la formation. Encourager le sens de l'autonomie et l'esprit de l'initiative chez l'étudiant. Lui apprendre à travailler dans un cadre collaboratif en suscitant chez lui la curiosité intellectuelle.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Tout le programme de la Licence.

### **Contenu de la matière:**

Le thème du Projet de Fin de Cycle doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants : binôme voire trinôme). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant (niveau Licence). Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

### **Remarque :**

Durant les semaines pendant lesquelles les étudiants sont en train de s'imprégner de la finalité de leur projet et de sa faisabilité (recherche bibliographique, recherche de logiciels ou de matériels nécessaires à la conduite du projet, révision et consolidation d'un enseignement ayant un lien direct avec le sujet, ...), le responsable de la matière doit mettre à profit ce temps présentiel pour rappeler aux étudiants l'essentiel du contenu des deux matières "Méthodologie de la rédaction" et "Méthodologie de la présentation" abordées durant les deux premiers semestres du socle commun.

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- Présentation détaillée du thème d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- Analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- Critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant ou le groupe d'étudiants présentent enfin leur travail (sous la forme d'un exposé oral succinct ou sur un poster) devant leur enseignant tuteur et un enseignant examinateur qui peuvent poser des questions et évaluer ainsi le travail accompli sur le plan technique et sur celui de l'exposé.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : UEM 3.2**

**Matière 2 : Bilans macroscopiques**

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

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Les différentes opérations du Génie des Procédés nécessitent l'écriture de bilans de matière et d'énergie pour maîtriser le fonctionnement et le dimensionnement des équipements. Les objectifs de cette matière sont de fournir tous les concepts fondamentaux pour effectuer les bilans de matière et d'énergie d'un procédé afin de modéliser les processus.

**Connaissances préalables recommandées:**

Chimie physique, phénomènes de transfert, bases en maths et informatique.

**Contenu de la matière:**

- Concepts fondamentaux – analyse boîte noire
- Procédés avec ou sans réaction chimique
- Détermination des degrés de liberté
- Schéma avec recyclage
- Schéma avec recyclage et purge
- Exemples d'illustration (Réacteur continu ; Colonne de séparation ; Echangeur de chaleur ; Tour de réfrigération ; Chaudière, ..., etc.)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. P. C. Wankat, « Separation Process Engineering Includes Mass Transfer Analysis », Third edition, Prentice Hall publisher, 2011.
2. R. K. Sinnott, Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Vol 6, Fourth edition, Elsevier publisher, 2005.
3. D. Ronze, « Introduction au génie des procédés », Editions Tec & Doc Lavoisier, 2008.
4. Joseph Lieto, « Le génie chimique à l'usage des chimistes », Tec & Doc (Editions), 2004.

**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UEM 3.2**  
**Matière 3: TP Chimie Physique 2 et Génie chimique 2**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

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

Observation des phénomènes physiques étudiés lors des cours magistraux ; Valider et présenter correctement les résultats obtenus ; Formuler et communiquer des conclusions.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions de cinétique, bases de la thermodynamique, Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.

**NB :** Liste à titre indicatif, s'adapter selon moyen.

Nombre de TP à réaliser = huit (8) : 2 en Thermodynamique ; 2 en chimie de surface ; 4 en Génie chimique.

### **Contenu de la matière:**

#### **TP1. Thermodynamique**

- Détermination de la chaleur de dissolution.
- Fonctions thermodynamiques d'un équilibre acide - base.
- Chaleur de vaporisation d'un liquide pur (Détermination de la chaleur latente de vaporisation de l'acétone.)
- Diagrammes de phases thermodynamiques : Equilibres liquide-vapeur. Equilibres liquide-liquide.
- Chaleur de réaction ionique.
- Détermination des volumes molaires partiels d'une solution binaire.
- Diagramme d'un mélange ternaire.

#### **TP2. Phénomènes de surfaces**

- Adsorption d'un colorant (bleu de méthylène) sur un matériau adsorbant (CA).
- Adsorption d'un composé organique (acide acétique/phénol) sur le charbon actif
- Mesure de la tension superficielle.

#### **TP3. Génie chimique**

- Distillation discontinue.
- Distillation continue du mélange Ethanol/ Eau.
- Distillation simple
- Extraction par solvant
- Coefficient de partage

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : UED 3.2**

**Matière1 : Procédés cryogéniques**

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

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Présenter les différents procédés dans le domaine du froid et de la cryogénie ; Quelques applications dans le domaine des basses températures.

**Connaissances préalables recommandées:**

Phénomènes de transfert de chaleur ; Thermodynamique et les outils mathématiques (équations différentielles et calcul intégral).

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (2 semaines)  
Technologie du vide : Importance du vide en cryogénie ; Systèmes de production du vide.

**Chapitre 2 :** (5 semaines)  
Procédés de séparation et de purification des fluides cryogéniques : Procédé de séparation : système idéal ; Procédés de séparation – Rectification ; Rôle et description de la vanne de Joule Thomson ; Procédés de séparation de l'air.

**Chapitre 3 :** (5 semaines)  
Procédés de liquéfaction des gaz permanents : Procédé de liquéfaction Linde-Hampson ; Procédé de liquéfaction Linde-Hampson à double compression ; Procédé de liquéfaction de Claude.

**Chapitre 4 :** (3 semaines)  
Applications cryogéniques : Découverte de la supraconductivité ; Application dans l'agroalimentaire.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. R.F. BARRON, « Cryogenic Systems », 2nd Edition, Oxford University Press, NY, 1985.
2. PETIT, « Oxygène, Azote, Gaz Rares De l'Air », Techniques De l'Ingénieur, Traité Génie Et Procédés Chimiques, J 6020,1973.
3. F.Ayela, P. Decool, J.L. Duchateau, P.Gandit, F.Kircher, A.Sulpice,L.Zani, « Températures Cryogéniques Et Fluides », Techniques De l'Ingénieur, R2811, 2004.
4. A. Rojey, B. Durand, C. Jaffret, S. Jullian et M. Valais, « Le gaz naturel », Ed. Technip, 1994.
5. P. Wuittier, Tome II, « Raffinage et génie chimique », Edition Technique, France 1972.
6. Engineering Data Book, « Physical properties », Section 23, Edition1994.
7. R.C. Reid, J. M. Prausnitz, T. K. Sherwood, « The Properties of gases and liquids », Third Edition Mc. Graw Hill 1977.

**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UED 3.2**  
**Matière2 : Corrosion**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire connaître le phénomène de corrosion : Donner les bases théoriques, et présenter les différentes techniques de protection contre la corrosion.

**Connaissances préalables recommandées:**

Les bases de l'électrochimie, phénomènes de surface.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (6 semaines)  
 Différents types de corrosion : Corrosion électrochimique : Corrosion généralisée (uniforme et galvanique) ; Corrosion localisée ; Corrosion sous contrainte ; Corrosion intergranulaire, ..., etc. ; Corrosion chimique ; Corrosion bactérienne.

**Chapitre 2 :** (3 semaines)  
 Diagrammes de phase : Diagramme potentiel-pH, Applications

**Chapitre 3 :** (6 semaines)  
 Différents moyens de protection : Revêtements ; Inhibiteurs ; Protection cathodique.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. Dieter Landolt, « Corrosion et chimie de surfaces des métaux », traité des Matériaux, processus polytechnique et universitaires, Romandes, 1997.
2. C. Rochaix, « Electrochimie thermodynamique- cinétique », Edition Nathan, 1996.
3. B. Baroux, « La corrosion des métaux; passivité et corrosion localisée », Dunod, 2014.
4. G. Béranger, H. Mazille, « Corrosion des métaux et alliages: mécanismes et phénomènes », Traité MIM, série Alliage métalliques, Lavoisier, 2002.
5. F. Ropital, « Corrosion et dégradation des matériaux métalliques », Ed. Technip, 2009.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UET 3.2****Matière 1: Projet professionnel et gestion d'entreprise****VHS: 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Se préparer à l'insertion professionnelle en fin d'études par un processus de maturation à la fois individuel et collectif. Mettre en œuvre un projet post licence (poursuite d'études ou recherche d'emploi). Maîtriser les outils méthodologiques nécessaires à la définition d'un projet post licence. Se préparer à la recherche d'emploi. Etre sensibilisé à l'entrepreneuriat par la présentation d'un aperçu des connaissances de gestion utiles à la création d'activités.

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances de base + Langues.

**Compétences visées:**

Capacités d'analyser, de synthétiser, de travailler en équipe, de bien communiquer oralement et par écrit, d'être autonome, de planifier et de respecter les délais, d'être réactif et proactif.

**Contenu de la matière:**

<b>Chapitre 1. Rédaction de lettre de motivation, Rédaction de CV</b>	<b>(3 Semaines)</b>
<b>Chapitre 2. Recherche documentaire sur les métiers de la filière</b>	<b>(3 Semaines)</b>
<b>Chapitre 3. Conduite d'interview avec les professionnels du métier</b>	<b>(3 Semaines)</b>
<b>Chapitre 4. Simulation d'entretiens d'embauches</b>	<b>(2 Semaines)</b>
<b>Chapitre 5. Exposé et discussion individuels et/ou en groupe</b>	<b>(2 Semaines)</b>
<b>Chapitre 6. Mettre en projet une idée, une recherche collective pour donner du sens au parcours individuel</b>	<b>(2 Semaines)</b>

**Séquence 1. Séance plénière**

Présentation des objectifs du module, Inventaire des sources d'informations disponibles sur les métiers et les études, Remise d'une fiche individuelle à compléter sur le secteur et le métier choisi.

**Séquence 2. Préparation du travail en groupe**

Constitution des groupes de travail (4 étudiants/groupe), Remise des consignes pour la recherche documentaire, Etablissement d'un plan d'actions pour réaliser les interviews auprès de professionnels, Présentation d'un questionnaire-type.

**Séquence 3. Recherche documentaire et interviews sur le terrain**

Horaire libre. Chaque étudiant devra fournir une attestation signée par un professionnel qu'il intégrera dans son rapport final.

**Séquence 4. Mise en commun en groupe**

Présentation individuelle et échange des résultats en groupe, Préparation d'une synthèse de groupe qui sera annexée au rapport final de chaque étudiant.



**Séquence 5. Préparation à la recherche d'emploi**

Rédaction d'un CV et des lettres de motivation, Exemples d'épreuves de recrutement (interviews, tests).

**Séquence 6. Focus sur la création d'activités**

Présentation des éléments de gestion liés à l'entrepreneuriat.

Alternative - prévoir deux séances sur le sujet :

Créer son activité : depuis la conception jusqu'à la mise en œuvre (Contenu : le métier d'entrepreneur, la définition du projet, l'analyse du marché et de la concurrence, les outils pour élaborer un projet de business plan, les démarches administratives à l'installation, un aperçu des grands principes de management, etc.).

**Séquence 7. Elaboration du projet individuel post licence**

Présentation du canevas du rapport final individuel, Préparation supervisée par les encadrants.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. Patrick Koenblit, Carole Nicolas, Hélène Lehongre, « Construire son projet professionnel », ESF Editeur, 2011.
2. Lucie Beauchesne, Anne Riberolles, « Bâtir son projet professionnel », L'Etudiant, 2002.

## **IV- Accords / Conventions**

## LETTRE D'INTENTION TYPE

**(En cas de licence coparrainée par un autre établissement universitaire)**

**(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)**

Objet : Approbation du coparrainage de la licence intitulée :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer la licence ci-dessus mentionnée durant toute la période d'habilitation de la licence.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

## LETTRE D'INTENTION TYPE

**(En cas de licence en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)**

**(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)**

**OBJET** : Approbation du projet de lancement d'une formation de Licence intitulée :

Dispensée à :

Par la présente, l'entreprise \_\_\_\_\_ déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame)\*.....est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

**SIGNATURE** de la personne légalement autorisée :

**FONCTION** :

**Date** :

**CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE**

**V – Curriculum Vitae succinct**  
**De l'équipe pédagogique mobilisée pour la spécialité**  
**(Interne et externe)**

## Curriculum vitae succinct

1	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées ...etc.)				
2	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
3	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
4	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				

5	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
6	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
7	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
8	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				

9	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
10	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
11	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées ...etc.)				
12	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				



13	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
14	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
15	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
16	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				

17	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
18	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
19	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				
20	Nom	Prénom	Téléphone	Mail
	Grade	Etablissement de rattachement	Diplôme Graduation	Diplôme Post-Graduation
Compétences professionnelles pédagogiques (matières enseignées etc.)				

## VI - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs

**Intitulé de la Licence : Génie des procédés**

### **Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine**

Date et visa:

Date et visa:

### **Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)**

Date et visa :

### **Chef d'établissement universitaire**

Date et visa:

## **VII – Avis et Visa de la Conférence Régionale**

## **VIII – Avis et Visa du Comité pédagogique National de Domaine**