



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



# OFFRE DE FORMATION INGENIEUR D'ETAT

## Parcours -TM -

Année universitaire : 2024-2025

Etablissement	Faculté / Institut	Département
USTO-MB	Chimie	Génie Chimique

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



Intitulé : Ingénierie des procédés chimiques

Année : 2024-2025

Etablissement : USTO



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



عرض تكوين مهندس دولة  
لفائدة الطلبة المتحصلين على بكالوريا  
تقني رياضي - هندسة الطرائق

القسم	الكلية/المعهد	المؤسسة
هندسة كيميائية	الكيمياء	جامعة العلوم والتكنولوجيا-مجد بوضياف - وهران

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة الطرائق الكيميائية	هندسة الطرائق	علوم وتكنولوجيا



<b>Sommaire</b>	<b>Page</b>
<b>I - Fiche d'identité de l'Ingéniorat</b>	
1 - Localisation de la formation	
2. Partenaires extérieurs	
3 - Contexte et objectifs de la formation	
A - Organisation générale de la formation : position du projet	
B - Objectifs de la formation	
C - Profils et compétences visés	
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	
E - Passerelles vers les autres spécialités	
E - Indicateurs de performance attendus de la formation	
F- Évaluation de l'étudiant par le biais du Contrôle continu et du Travail personnel	
4 - Moyens humains disponibles	
A - Capacité d'encadrement	
B - Équipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité	
C - Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité	
D. Personnel permanent de soutien	
E - Synthèse globale des ressources humaines mobilisée pour la spécialité	
5 - Moyens matériels disponibles et spécifiques à la spécialité	
A - Laboratoires Pédagogiques et Équipements	
B - Terrains de stage et formations en entreprise	
C - Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation Proposée	
D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département, de l'institut et de la faculté	
<b>II-1 Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité</b>	
<b>Semestre 1, Semestre 2, semestre 3, semestre 4, semestre 5, semestre 6, Semestre 7, semestre 8, semestre 9, semestre 10</b>	
<b>II-2 Récapitulatif global de la formation</b>	
<b>III - Programme détaillé par matière</b>	
<b>IV- Accords / conventions</b>	
<b>V-Curriculum Vitae des coordonateurs</b>	
<b>VI- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs</b>	
<b>VII- Avis et Visa de la Conférence Régionale</b>	
<b>VIII- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND)</b>	

## **II - Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

## Semestre 1 :

Unités d'Enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 1.1.1</b> <b>Crédits : 12</b> <b>Coefficients : 7</b>	Analyse 1	IST 1.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 1	IST 1.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 1.1.2</b> <b>Crédits : 14</b> <b>Coefficients : 8</b>	Eléments de Chimie (structure de la matière)	IST 1.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Eléments de Mécanique (Physique 1)	IST 1.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM 1.1</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Probabilités et statistiques	IST 1.5	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Structure des ordinateurs et applications	IST 1.6	2	2			3h00	45h00	100%	
<b>UE Transversale</b> <b>Code : UET 1.1</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Dimension éthique et déontologique (Les fondements)	IST 1.7	1	1	1h30			22h30		100%
	Langue étrangère 1 (Français ou Anglais)	IST 1.8	1	1		1h30		22h30	100%	
<b>Volume Horaire Total du semestre 1</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>9h00</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		



## Semestre 2 :

Unités d'Enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	IST 2.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 2	IST 2.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Electricité et Magnétisme (Physique 2)	IST 2.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Thermodynamique	IST 2.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Dessin technique	IST 2.5	2	2			3h00	45h00	100%	
	Programmation (Informatique 2)	IST 2.6	2	2			3h00	45h00	100%	
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Langue étrangère 2 (Anglais)	IST 2.7	1	1		1h30		22h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les métiers de l'ingénieur	IST 2.8	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 2</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>7h30</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>427h30</b>		



**Semestre 3 :**

Unités d'Enseignement	Intitulés des modules	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 2.1.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Mathématiques appliquées	IST 3.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	IST 3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 2.1.2 Crédits : 15 Coefficients : 9	Mécanique des fluides	IST 3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Chimie organique industrielle	IST 3.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Chimie des solutions	IST 3.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Informatique 3 (Matlab)	IST 3.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
<b>UE Découverte</b> Code : UED 2.2 Crédits : 1 Coefficient : 1	Hygiène Sécurité Environnement - Installations Industrielles	IST 3.7	1	1	1h30			22h30	100%	100%
<b>UE Transversale</b> Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique	IST 3.8	1	1		1h30		22h30	40%	60%
<b>Volume Horaire Total du semestre 3</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>10h30</b>	<b>10h30</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		



**Semestre 4 :**

Unités d'Enseignement	Intitulés des modules	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 2.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Transfert de chaleur	IST 4.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Transfert de matière	IST 4.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Transfert de quantité de mouvement	IST 4.3	2	1	1h30			22h30		100%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 2.2.2 Crédits : 15 Coefficients : 9	Cinétique chimique et catalyse homogène	IST 4.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Thermodynamique chimique	IST 4.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Chimie minérale industrielle	IST 4.6	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 2.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Informatique 3	IST 4.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Dessin assisté par ordinateur	IST 4.8	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
<b>UE Découverte</b> Code : UED 2.2 Crédits : 1 Coefficient : 1	Introduction au raffinage et à la pétrochimie	IST 4.9	1	1	1h30			22h30		100%
<b>UE Transversale</b> Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques d'information d'expression et de communication	IST 4.10	1	1		1h30		22h30	40 %	60%
<b>Volume Horaire Total du semestre 4</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13h30</b>	<b>9h00</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		

**Semestre 5 :**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 12 Coefficients : 6	Génie des réacteurs I (réacteurs homogènes)	IPC 5.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Physico-chimie des interfaces	IPC 5.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Bilans macroscopiques	IPC 5.3	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 7 Coefficients : 4	électrochimie	IPC 5.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Chimie des polymères	IPC 5.5	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 10 Coefficients : 8	Analyse numérique	IPC 5.6	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Méthodes physiques d'analyses 1	IPC 5.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	TP chimie physique et génie des réacteurs	IPC 5.8	2	1			1h30	45h00	100%	
	Appareils de mesure- Instrumentation	IPC 5.9	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique en relation avec la spécialité	IPC 5.10	1	1	-	1h30	-	22h30	100%	
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		



**Semestre 6 :**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 3.2.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Opérations unitaires I (extraction, absorption)	<b>IPC 6.1</b>	4	2	3h00	1h30		45h00	60%	40%
	Milieus poreux et dispersés	<b>IPC 6.2</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Fours et chaudières	<b>IPC 6.3</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Thermodynamiques des équilibres	<b>IPC 6.4</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 31 Crédits : 12 Coefficients : 9	Elaboration des schémas des procédés industriels	<b>IPC 6.5</b>	2	1	1h30			22h30		100%
	Base de la Simulation des procédés	<b>IPC 6.6</b>	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	TP génie chimique 2 (O.U, réacteurs, MPD, thermo, )	<b>IPC 6.7</b>	2	2			3h00	45h00	100%	
	Statistiques et notions des plans d'expériences	<b>IPC 6.8</b>	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD+20% TP)	60%
	Stage pratique 1 en milieu Professionnel	<b>IPC 6.9</b>	1	1	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire			22h30	100%	
<b>UE Transversale</b> Code : UET 32 Crédits : 2 Coefficients : 2	Entrepreneuriat et management d'entreprise	<b>IPC 6.10</b>	1	1	1h30			22h30		100%
	Responsabilité environnementale 1 : environnement et développement durable	<b>IPC 6.11</b>	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>15h00</b>	<b>7h30</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		

**Semestre 7:**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 4.1.1</b> <b>Crédits : 8</b> <b>Coefficients : 4</b>	Opérations unitaires II (Distillation-Rectification, mélange et agitation)	<b>IPC 7.1</b>	4	2	3h00	1h30		67h30	40%	60%
	Génie des réacteurs II (Réacteurs non idéaux et bioréacteurs)	<b>IPC 7.2</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF4.1.2</b> <b>Crédits : 11</b> <b>Coefficients : 7</b>	Échangeurs de chaleur	<b>IPC 7.3</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Thermodynamique appliquée	<b>IPC 7.4</b>	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Corrosion et protection des installations	<b>IPC 7.5</b>	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM 4.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 7</b>	Simulateurs statique et dynamique des procédés	<b>IPC 7.6</b>	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Méthodes physiques d'analyse II	<b>IPC 7.7</b>	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	TP-génie chimique (OU, CR, TC)	<b>IPC 7.8</b>	2	2			3h00	45h00	100%	
	Projet Personnel Professionnel	<b>IPC 7.9</b>	2	1	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire			22h30	100%	
<b>UE Transversale</b> <b>Code : UET4.1</b> <b>Crédits : 1</b> <b>Coeff : 1</b>	Responsabilité environnementale 2 : écologie industrielle et transition énergétique	<b>IPC 7.10</b>	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>9h00</b>	<b>427h30</b>		



**Semestre 8 :**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF4.2.1</b> <b>Crédits : 13</b> <b>Coefficients : 7</b>	Opérations unitaires III ( <i>Séchage-Evaporation-Cristallisation</i> )	<b>IPC 8.1</b>	4	2	3h00	1h30		67h30	40%	60%
	Procédés d'adsorption et de séparation membranaire	<b>IPC 8.2</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Technologies des poudres et du solide	<b>IPC 8.3</b>	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 4.2.2</b> <b>Crédits : 11</b> <b>Coefficients : 6</b>	Génie des réacteurs III (Les réacteurs polyphasiques)	<b>IPC 8.4</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Procédés de raffinage et de pétrochimie	<b>IPC 8.5</b>	3	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Traitements des effluents et des déchets Industriels (gazeux, liquides et solides)	<b>IPC 8.6</b>	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM4.2</b> <b>Crédits : 4</b> <b>Coefficients : 4</b>	Bases de la biotechnologie et des bioprocédés	<b>IPC 8.7</b>	1	1	1h30			22h30		100%
	TP-génie chimique (OU, Sep. Membranaire)	<b>IPC 8.8</b>	2	2			3h00	45h00	100%	
	Stage pratique 2 en milieu professionnel	<b>IPC 8.9</b>	1	1	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire			22h30	100%	
<b>UE Transversale</b> <b>Code : UET 4.2</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Management de la qualité et normes dans les industries chimiques	<b>IPC 8.10</b>	1	1	1h30			22h30		100%
	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	<b>IPC 8.11</b>	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>15h00</b>	<b>9h00</b>	<b>4h30</b>	<b>427h30</b>		



**Semestre 9:**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 5.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	La formulation dans les industries chimiques	<b>IPC 9.1</b>	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40%	60%
	Procédés pharmaceutiques et parapharmaceutiques	<b>IPC 9.2</b>	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 5.1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Génie de la polymérisation : quelques grands procédés industriels	<b>IPC 9.3</b>	4	2	1h30	1h30		67h30	40%	60%
	Intensification des procédés	<b>IPC 9.4</b>	2	1	1h30			22h30		100%
	Introduction à la digitalisation des procédés	<b>IPC 9.5</b>	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 5.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	Contrôle & commande & régulation des procédés	<b>IPC 9.6</b>	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Sécurité des procédés Industrielle et maîtrise des risques	<b>IPC 9.7</b>	3	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Projet industriel	<b>IPC 9.8</b>	2	1			1h30	22h30	100%	
	Evaluation technico-économique des procédés industriels	<b>IPC 9.9</b>	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Transversale</b> Code : UET 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	<b>IPC 9.10</b>	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13h30</b>	<b>7h30</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		



**Semestre 10 : Ingénieur en « Ingénierie des Procédés Chimiques »**

Le PFE doit se faire obligatoirement en relation avec le secteur industriel ou dans une entreprise ou bien dans le cadre de l'arrêté 1275 (start up), est sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
<b>Travail Personnel</b>	550	11	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 10</b>	750	19	30

**Évaluation du Projet de Fin de Cycle d'Ingénieur (donnée à titre indicatif)**

- 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



## **Programmes détaillés des matières du 1<sup>er</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Analyse 1		3	6	IST1.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h00	-		

**Pré requis :**

Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, ...).

**Objectifs de l'enseignement**

Cette première matière d'Analyse I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble R**

1. Partie majorée, minorée et bornée.
2. Élément maximum, élément minimum.
3. Borne supérieure, borne inférieure.
4. Valeur absolue, partie entière.

**Chapitre 2 : Suites numériques réelles**

1. Suites convergentes.
2. Théorèmes de comparaison.
3. Théorème de convergence monotone.
4. Suites extraites.
5. Suites adjacentes.
6. Suites particulières (arithmétiques, géométriques, récurrentes)

**Chapitre 3 : Les fonctions réelles à une seule variable**

1. Limites et continuité des fonctions
2. Dérivée et différentielle d'une fonction
3. Applications aux fonctions élémentaires (puissance, exponentielle, hyperbolique, trigonométrie et logarithmique)

**Chapitre 4 : Développement limité**

1. Développement limité
2. Formule de Taylor

### 3. Développement limité des fonctions **Chapitre 5:**

#### **Intégrales simples**

1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

#### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

#### **Références bibliographiques:**

- 1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1<sup>re</sup>& 2<sup>e</sup> années d'université, Office des Publications universitaires.
- 2- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
- 3- N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Algèbre 1		2	4	IST1.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Pré requis :**

Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, ...).

**Objectifs de l'enseignement**

Cette première matière d'Algèbre I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Les ensembles, les relations et les applications (5 semaines)**

1. Théorie des ensembles.
2. Relation d'ordre, Relations d'équivalence.
3. Application injective, surjective, bijective et fonction réciproque: définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

**Chapitre 2 : Les nombres complexes**

1. Définition d'un nombre complexe.
2. Représentation d'un nombre complexe : Représentation algébrique, représentation trigonométrique, représentation géométrique, représentation exponentielle.
3. Racines d'un nombre complexe : racines carrées, résolution de l'équation  $az^2 + bz + c = 0$ , racines nième d'un nombre complexe.

**Chapitre 3 : Espace vectoriel**

1. Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires).
2. Application linéaire, noyau, image, rang.

**Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

**Références bibliographiques:**

1. J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
2. N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou
3. M. Balabne, M. Duflo, M. Frish, D. Guegan, Géométrie – 2<sup>e</sup> année du 1<sup>er</sup> cycle classes préparatoires, Vuibert Université.
4. B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boshet, Exercices d'algèbre, 1<sup>er</sup> cycle scientifique préparation aux grandes écoles 2<sup>e</sup> année, Armand Colin – Collection U.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S1	Eléments de mécanique (Physique 1)	4	7	IST.1.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
90h00	1h30	3h00	1h30	

**Prérequis :**

Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

**Objectifs :**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :

- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

**Contenu de la matière : Physique 1 (Mécanique)****Chapitre I : Rappel**

- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

**Chapitre II : Cinématique**

- Notion de Référentiel
- Etude de mouvements dans l'espace (cas général, circulaire, rectiligne, coordonnées intrinsèques)
- Systèmes de coordonnées (cartésien, polaire, cylindrique, sphérique)
- Mouvement relatif (lois de compositions des vitesses et accélérations)

**Chapitre III : Dynamique**

- Principe d'inertie, Masse d'inertie et référentiel Galiléen
- Quantité de mouvement – Principe de conservation de la quantité de mouvement
- Notion de Force,
- Lois de Newton
- Equation différentielle du mouvement
- Différents types de force (gravitation, élastique, visqueuse,...)

**Chapitre IV : Mouvement de rotation**

- Moment cinétique, Moment d'une Force
- Théorème du moment cinétique et Moment d'inertie
- Applications : torsion, pendule,...

**Chapitre V : Travail, puissance, énergie**

- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,...) et états d'équilibres.

- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

### **Travaux Pratiques de physique 1 :**

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

### **Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

### **Références bibliographiques :**

- Physique, 1. Mécanique, Harris Benson, éditions de Boeck. —
- Physique, 1. Mécanique, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Mécanique et thermodynamique, Douglas Giancoli, éditions de Boeck.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Eléments de chimie (Structure de la matière)		4	7	IST.1.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	3h00	1h30		

**Pré requis :** Néant

**Objectifs :**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1 : Notions fondamentales**

Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière.

**Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière**

Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité, Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et, quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

**Chapitre 3 : Structure électronique de l'atome**

Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire.

**Chapitre 4 : Classification périodique des éléments**

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et

ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

### **Chapitre 5 : Liaisons chimiques**

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique.

### **Chapitre 6: Radioactivité – Réactions nucléaires**

Radioactivité naturelle (rayonnements  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

### **Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

### **Références bibliographiques**

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3<sup>e</sup> édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2<sup>ème</sup> cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.

### **Travaux Pratiques « Structure de la matière »**

**TP N° 1 :** TP préliminaire : Sécurité au laboratoire de chimie et description du matériel et de la verrerie.

**TP N° 2 :** Changement d'état de l'eau : Passage de l'état liquide à l'état solide et de l'état liquide à l'état vapeur.

**TP N° 3 :** Détermination de la quantité de matière.

**TP N° 4 :** Détermination de la masse moléculaire.

**TP N° 5 :** Calcul d'incertitudes - Détermination du rayon ionique

**TP N° 6 :** Détermination des volumes molaires partiels dans une solution binaire.

**TP N° 7 :** Analyse qualitative des Cations (1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> groupe).

**TP N° 8 :** Analyse qualitative des Anions.

**TP N° 9 :** Identification des ions métalliques par la méthode de la flamme

**TP N°10 :** Séparation et recristallisation de l'acide benzoïque.

**TP N°11 :** Construction et étude de quelques structures compactes.

**TP N°12 :** Étude des structures ioniques

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Probabilités et statistiques		2	2	IST1.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Pré requis :**

Aucun

**Objectifs:**

- Elaborer l'étude complète d'un caractère aléatoire.
  - Mettre en évidence un lien éventuel entre deux caractères aléatoires —
- Initiation au calcul élémentaire de probabilités.

**Contenu de la matière :****I- Probabilités**

1. Rappels (analyse combinatoire, permutation ....)
2. Variables aléatoires
3. Lois de probabilités discrètes et continues usuelles

**II- Statistiques***1. Statistique descriptive*

- 1.1 Statistique descriptive à une dimension
- 1.2 Statistique descriptive à deux dimensions

**2. Estimation**

- 2.1 Echantillonnage, théorèmes fondamentaux et principe
- 2.2 Estimation ponctuelle
- 2.3 Estimation par intervalle
- 2.4 Estimation ponctuelle et par intervalle d'une moyenne
- 2.5 Estimation ponctuelle et par intervalle d'une variance
- 2.6 Estimation ponctuelle et par intervalle d'une proportion
- 2.7 Marge d'erreur et taille d'échantillon requise

**3. Tests statistiques (un seul échantillon) 3.1**

- Principe des tests d'hypothèses 3.2 Comparaison d'une moyenne à une valeur donnée
- 3.3 Comparaison d'une variance à une valeur donnée
  - 3.4 Comparaison d'une proportion à une valeur donnée
  - 3.5 Seuil descriptif du test
  - 3.6 Risques et courbe d'efficacité
  - 3.7 Test d'ajustement – Test du Khi-Deux

**4. Tests statistiques (plusieurs échantillons)**

- 4.1 Principe des tests

- 4.2 Comparaison de deux variances
- 4.3 Comparaison de deux moyennes
- 4.4 Autres tests sur les moyennes
- 4.5 Comparaison de deux proportions
- 4.6 Test d'indépendance – Test du Khi-Deux
- 4.7 Tests d'homogénéité de plusieurs populations – Test du Khi-Deux

**Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final,

**Références bibliographiques:**

- A.HAMON, Statistique descriptive : exercices corrigés, P U R, 2008
  - A REBBOUH, Statistique descriptive et calculs de probabilités, HOUMA, 2009
- A OUKACHA, Statistique descriptive et calcul de probabilités, 2010
- D J MERCIER, Cahiers de mathématiques du supérieur, vol 1, 2010
- SERIE S CHAUM, Théorie et applications de la statistique, 1991

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S1	Structure des ordinateurs et applications		2	2	IST1.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Pré requis** :Aucun

**Objectifs:**

- Avoir un aperçu sur l'architecture d'un ordinateur.
- Maîtriser la pratique des quatre opérations en base 2, 8 et 16.
- Connaître les propriétés des principaux codages des entiers, entiers relatifs et des nombres à virgules.
- Connaître les aspects théoriques et pratiques de l'analyse, de la synthèse et de la matérialisation de circuits logiques qu'on trouve dans les ordinateurs.
- Élaborer une analyse adéquate, de spécifier ce qui est en donnée, ce qui est en résultat.
- Définir un algorithme permettant de résoudre le problème

**Contenu de la matière :**

**Représentation et codification des nombres**

- Systèmes numérations : décimale, binaire, octal et hexadécimal.
- Conversions décimal-binaire et binaire-décimale.
- Arithmétique binaire.

**Algèbre de Boole**

- Expression booléenne.
- Tables de vérité.
- Les portes logiques.
- Circuit logique versus expression booléenne.
- Évaluation de la sortie d'un circuit logique.
- Simplification des expressions booléennes.

**Introduction à l'algorithmique**

- Algorithme et action primitive.
- Structure d'un algorithme.
- Les types standards et opérations appropriées.
- Opérations de base en algorithmique : affectation, lecture, écriture.
- Les structures de contrôle et les différents types de boucles.
- Modularité d'un algorithme : procédures et fonctions.
- Les structures de données (tableaux et enregistrements).
- Les fichiers

**Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final,

**Références bibliographiques:**

- ZANELLA, P. and Ligier, Y. (1989). Architecture et technologie des ordinateurs. DUNOD informatique. DUNOD.
- BAJARD, J. (2004). Calcul et arithmétique des ordinateurs. Traité IC2 Information - Commande - Communication : Informatique et systèmes d'information. Hermes Science Publications.
- TOCCI, R. (1992). Circuits numériques : théorie et applications. DUNOD.
- BELAID, M. (2004). Architecture des ordinateurs : cours et exercices corrigés. Les Manuels de l'étudiant. Les Pages Bleues Internationales.
- WACK, B. (2013). Informatique pour tous en classes préparatoires aux grandes écoles. Eyrolles.
- GAUDEL, M., Soria, M., and Froidevaux, C. (1987). Types de données et algorithmes. Number vol. 1 in Collection didactique. Institut national de recherche en informatique et en automatique.
- CORMEN, T., LEISERSON, C., RIVEST, R., and CAZIN, X. (1994). Introduction à l'algorithmique. Science informatique. Dunod.
- CORMEN, T. (2013). Algorithmes : Notions de base. Informatique. Editions DUNOD.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
01	Dimension éthique et déontologique (les fondements)	01	01	IST 1.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

**Pré requis :** Néant

### **Objectifs :**

Ce cours a pour objectif principal de faciliter l'immersion d'un individu dans la vie étudiante et sa transition en adulte responsable. Il permet de développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail, de sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle et leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

### **Contenu de la matière :**

#### **I. Notions Fondamentales – ةيساساً مهافم (2 semaines)**

Définitions :

1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir »:
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
  - A. Distinction entre éthique et Morale
  - B. Distinction entre éthique et déontologie

#### **II. Les Référentiels – تايعر ملا Les**

références philosophiques La

référence religieuse

L'évolution des civilisations La

référence institutionnelle

#### **III. La Franchise Universitaire – يعماجلا مرحلا Le**

Concept des franchises universitaires

Textes réglementaires

Redevances des franchises universitaires Acteurs

du campus universitaire

#### **IV. Les Valeurs Universitaires –**

ةيعماجلا ميقلاب Les Valeurs Sociales

Les Valeurs Communautaires

Valeurs Professionnelles

#### **V. Droits et Devoirs**

Les Droits de l'étudiant  
 Les devoirs de l'étudiant  
 Droits des enseignants  
 Obligations du professeur-chercheur  
 Obligations du personnel administratif et technique

#### **VI. Les Relations Universitaires**

Définition du concept de relations universitaires  
 Relations étudiants-enseignants  
 Relation étudiants – étudiants  
 Relation étudiants - Personnel  
 Relation Etudiants – Membres associatifs

#### **VII. Les Pratiques**

Les bonnes pratiques Pour l'enseignant Les  
 bonnes pratiques Pour l'étudiant

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu, examen final.

#### **Références bibliographiques :**

1. Recueil des cours d'éthique et déontologie des universités algériennes.
2. BARBERI (J.-F.), 'Morale et droit des sociétés', *Les Petites Affiches*, n° 68, 7 juin 1995.
3. J. Russ, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, puf, *Que sais-je ?*, 1995.
4. LEGAULT, G. A., *Professionalisme et délibération éthique*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003.
5. SIROUX, D., 'Déontologie', dans M. Canto-Sperber (dir.), *Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale*, Paris, Quadrige, 2004.
6. Prairat, E. (2009). Les métiers de l'enseignement à l'heure de la déontologie. *Education et Sociétés*, 23.

<https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/modresource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf>

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Langue étrangère 1 (Français ou anglais)		1	1	IST 1.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	1h30	-		

**Pré requis :**

Anglais enseigné en secondaire, Français de base

**Objectifs :**

In addition to general language teaching, the teachers in charge of this subject will apply themselves to developing, in the learner, skills in technical language.

This technical English course focuses on the assimilation of the elements of speech, which are essential components of sentence formation. Their mastery will allow the learner to be able to use these components to communicate both in writing and orally.

The main objectives are:

- Be able to communicate in writing and orally in a professional setting, regardless of the learner's entry level
- Guide learners towards a good mastery of different characteristics of the language
- Deepening of grammar, learning of translation techniques, enrichment of written and oral expression, discovery of the culture of Anglo-Saxon countries.
- allow the student to have access to technical documentation, which will allow him to stay informed of the latest technological advances, as generally published in English.

Apporter les savoirs, les savoirs- faire et les savoirs- être tant au niveau de la communication écrite qu'orale.

Amener les étudiants à utiliser une langue précise en la systématisant (grammaire, orthographe, lexique) dans l'ensemble de la vie universitaire, non seulement dans l'enseignement du français, mais aussi dans celui des autres disciplines : sciences humaines, mathématiques, physique etc.

<b>CONTENU DE LA MATIERE d'ANGLAIS Unit</b>	
<b>one : Diagrams and description of objects and devices</b>	
1. Topic one: Diagrams and description of objects 2. Topic two: Diagrams and description of devices	
<b>Discovering language</b> (language outcomes) <b>a) Grammar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Present simple</li> <li>■ Pronouns (Personal and possessive)</li> <li>■ Punctuation (full stop – comma)</li> <li>■ Adjectives</li> <li>■ Prepositions of place</li> <li>■ ‘To’ of purpose</li> </ul> <b>Pronunciation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Final –s</li> <li>■ Weak and strong forms of ‘and’</li> </ul> <b>b) Vocabulary</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Strategies for using a monolingual dictionary</li> <li>■ Strategies for using a bilingual dictionary</li> <li>■ Study of a dictionary entry</li> <li>■ Vocabulary used to express relationship between a whole and its parts or between a set and its members.</li> </ul>	<b>Developing skills</b> (skills and strategies outcomes) <b>a) Functions:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Describing component shapes and features</li> <li>■ Describing the function of a device</li> <li>■ Making statements about diagrams</li> <li>■ Illustrating a text with diagrams</li> <li>■ Expressing measurement</li> <li>■ Expressing purpose</li> </ul> <b>b) Listening &amp; speaking</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Listening to a presentation of a device</li> <li>■ Listening for specific information, general ideas</li> <li>■ Making inferences</li> </ul>
<input type="checkbox"/> (including, making up) ≠ (excluding, not being part of)  <b>Language of measurements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Basic metric units</li> <li>■ Derived metric units</li> <li>■ Compound metric units</li> </ul> <b>Describing shapes and dimensions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Talking about a given device</li> <li>■ Making a presentation of a device</li> </ul> <b>c) Reading &amp; writing</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reading</li> <li>■ Reading for specific information, general ideas</li> <li>■ Identifying referents of reference words</li> <li>■ Guessing the meaning of words through context</li> <li>■ Recognizing types of discourse</li> <li>■ Discussing the organizational pattern of the text</li> <li>■ Making logical links between sentences and paragraphs</li> <li>■ Summarizing</li> <li>■ Writing the description of a device</li> </ul>

<b>Unit two :Diagrams and description of processes</b>	
1. Topic one: How technology works 2. Topic two: How energy is produced	
Discovering language (language outcomes)	Developing skills (skills and strategies outcomes)
<b>a) Grammar– pronunciation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Present simple vs. continuous</li> <li>■ Past simple</li> <li>■ Passive voice</li> <li>■ Sequencers (first, next...)</li> <li>■ Relative pronouns</li> <li>■ Short-form relative clauses</li> <li>■ Pronunciation</li> <li>■ Final –ed</li> <li>■ Strong and weak forms of ‘was’ and ‘were’</li> </ul>	<b>a) Functions:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drawing and labeling a diagram of a process, using drawings and terms provided.</li> <li>■ Providing descriptions for processes illustrated by diagrams</li> <li>■ Transformation of directions etc. into descriptions.</li> <li>■ Changing descriptions into sets of directions and statements of results.</li> <li>■ Describing a process (using sequencers) .</li> </ul>
<b>b) Vocabulary</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vocabulary related to processes</li> <li>■ Definitions</li> <li>■ Generalizations</li> </ul>	<b>b) Listening &amp; speaking</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Listening to a presentation of a process</li> <li>■ Listening for specific information</li> <li>■ Listening for general ideas</li> <li>■ Recognizing and showing a sequence of events</li> <li>■ Predicting the sequencing of ideas</li> <li>■ Talking about a given process</li> <li>■ Managing through a long conversation by asking for clarifications, giving examples...</li> <li>■ Making an oral summary of a process</li> </ul>
	<b>c) Reading &amp; writing</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reading</li> <li>■ Skimming</li> <li>■ Scanning</li> <li>■ Contextual reference</li> <li>■ Rephrasing</li> <li>■ Guessing the meaning of words through context</li> <li>■ Analysis of paragraph organization</li> <li>■ Making logical links between sentences and paragraphs</li> <li>■ Summarizing</li> <li>■ Writing a descriptive paragraph (process)</li> </ul>
<b>Teaching Activities and Tasks:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Text-based activities</li> <li>■ Small and large group discussions</li> <li>■ Exploration of theme</li> </ul>	

- Pre-review of vocabulary
- Reading Project (Assessment Information Attached)
- Writing Portfolio (Including product and process: assessment information attached)
- Oral presentation
- Quizzes
- Debates
- Other activities as assigned by instructor

**Contenus de la matière en Français** :Les compétences visées sont résumées en termes d'objectifs dans le tableau ci-dessous:

Objectifs pragmatiques	Objectifs linguistiques
<p><b>1 . Se présenter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Se présenter et présenter quelqu'un,</li> <li>— Demander et donner des renseignements,</li> <li>— Parler de soi (choix, loisirs, goûts, préférences),</li> <li>— Evoquer des perspectives,</li> <li>— Apprendre à utiliser les caractères phonétiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Le lexique relatif à la présentation,</li> <li>— Le présentatif « c'est »,</li> <li>— Les adjectifs qualificatifs,</li> <li>— Les verbes être / s'appeler au présent de l'indicatif,</li> <li>— L'interrogation simple,</li> <li>— Les auxiliaires être et avoir au présent,</li> <li>— Le futur simple,</li> <li>— Tutoyer et vouvoyer,</li> <li>— la discrimination /i/ /y/ /u/ etc.</li> </ul>
<p><b>2 . Comprendre un cours à l'oral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Prendre des notes,</li> <li>— Hiérarchiser les idées,</li> <li>— Dégager l'essentiel du secondaire,</li> <li>— Dégager ce qui relève du possible ou de l'hypothèse,</li> <li>— S'approprier le langage mathématique.</li> <li>— Comprendre un document audio-visuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Les abréviations,</li> <li>— La condition,</li> <li>— Les homonymes: quel que, quelque,</li> <li>— Les signes de ponctuation,</li> <li>— L'égalité, la supériorité, l'infériorité et l'équivalence,</li> <li>— La désignation (soit, on donne, on pose...)</li> <li>— Les chiffres, les symboles et les formules mathématiques,</li> <li>— Identifier les informations d'un enregistrement</li> <li>— Comprendre les points abordés,</li> <li>— Comprendre le raisonnement de l'orateur,</li> <li>— Repérer le thème et les informations principales,</li> <li>— Repérer le lexique spécifique.</li> </ul>

<p><b>3 . Demander et donner des informations / Se documenter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Demander des orientations,</li> <li>— Exprimer le besoin de comprendre,</li> <li>— Demander des informations à propos d'un objet, d'une action,</li> <li>— Effectuer une recherche nécessitant le recours à plusieurs outils documentaires, (livres, internet, etc.) et repérer les éléments pertinents,</li> <li>— Chercher et sélectionner des éléments en vue d'informer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— C'est, il/elle est,</li> <li>— Verbe être avoir au présent</li> <li>— Les adjectifs possessifs,</li> <li>— La phrase interrogative,</li> <li>— Les pronoms interrogatifs.</li> </ul>
<p><b>4 . Comprendre des instructions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Comprendre des consignes variées,</li> <li>— Déterminer le sens des principales consignes,</li> <li>— Respecter l'ordre d'une série de consignes,</li> <li>— Nuancer entre consigne, conseil et Ordre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Les verbes de consignes,</li> <li>— Le mode infinitif,</li> <li>— Le mode impératif,</li> <li>— La forme négative d'une instruction: interdiction.</li> </ul>

**Mode d'évaluation:**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

**Références bibliographiques:**

- Vassivière, Jacques, **Bien écrire pour réussir ses études : orthographe, lexique, syntaxe, 150 règles et rappels, 150 exercices corrigés**, Armand Colin, Paris
  - Grevisse, Maurice, **L'accord du participe passé : règles, exercices et corrigés**, édition revue par Henri Brie,
  - La prononciation du français, cahiers de pédagogie pratique du langage, — Techniques d'expression écrite et orale TEEO
  - Simone EurinBalmet, Martine Henao de Legge, **Pratiques du français scientifique : l'enseignement du français à des fins de communication scientifique**, Hachette
  - Mangiante J-M., Parpette C., 2004, **Le Français sur Objectif Spécifique**, Hachette
  - Jacqueline Tolas, Océane Gewirtz et Catherine Carras, **Réussir ses études d'ingénieur en français**, PUG (Presses Universitaires de Grenoble)
- Supports très variés, allant d'articles et exercices créés pour le cours aux œuvres littéraires et aux manuels d'anglais et de français en fonction du cours choisi.

## **Programmes détaillés des matières du 2<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Analyse 2		3	6	IST 2.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h00	-		

**Prérequis :**

Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives et des mathématiques enseignées en S1

**Objectifs :**

De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- les méthodes de résolution d'équations différentielles nécessaires pour les problèmes rencontrés en ingénierie et en physique
- les méthodes de calcul de dérivabilité et d'intégrales des fonctions à plusieurs variables ( surfaces volumes), les différentes formes de développement limité

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Equations différentielles ordinaires****1. Equations différentielles ordinaires du premier ordre**

1.1 Note Historique.

1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.

1.3 Définitions générales

1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.

Solution générale. Solution particulière.

1.5 Equations à variables séparées et séparables.

1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.

Résolution de l'équation homogène.

1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.

Résolution de l'équation linéaire.

1.8 Equation de Bernoulli.

Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.

**2. Equations différentielles du second ordre**

2.1 Note Historique.

2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.

2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants

Les racines de l'équation caractéristique sont réelles et distinctes.

Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.

L'équation caractéristique admet une racine réelle double.

2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.

Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.

2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre

Méthode de la variation des constantes arbitraires.

## 2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants

Cas où le second membre est de la forme

- Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :
- est une racine simple de l'équation caractéristique :
- est une racine double de l'équation caractéristique

: Cas où le second membre est de la forme

- si n'est pas racine de l'équation caractéristique :
- si est racine de l'équation caractéristique :

## Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables. Notions de limite, continuité, dérivées partielles, différentiabilité

### 2.1 Note historique

### 2.2 Domaine de définition.

### 2.3 Notion de limite.

Introduction. Notion de voisinage. Définition de la limite d'une fonction de deux variables. Ne pas confondre limite suivant une direction et limite.

### 2.4 Continuité des fonctions de deux variables.

### 2.5 Dérivées partielles d'ordre un.

Définition des dérivées partielles d'ordre un d'une fonction de 2 variables en un point  $(x_0, y_0)$

La fonction dérivée partielle. Dérivées partielles d'ordre deux. Continuité et existence des dérivées partielles  $((\partial f)/(\partial x))$  et  $((\partial f)/(\partial y))$

### 2.6 Fonctions différentiables.

Introduction. Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions d'une variable réelle  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ .

Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$

Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles  $((\partial f)/(\partial x))$  et  $((\partial f)/(\partial y))$ . Relation entre différentiabilité et continuité.

### 2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.

### 2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.

Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.

### 2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.

Dérivées partielles d'ordre n,  $n > 2$ .

### 2.10 Optimisation différentiable dans $\mathbb{R}^2$ .

Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

## Chapitre 3

### 1. Intégrales doubles

#### 1.1 Définition de l'intégrale double

#### 1.2 Exemples

#### 1.3 Propriétés de l'intégrale double

Linéarité,

Conservation de l'ordre,

Additivité.

#### 1.4 Théorème de Fubini dans le cas d'un domaine borné $\mathbb{R}$ .

#### 1.5 Calcul des intégrales doubles

Calcul direct,

Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

1.6 Applications : Centre de gravité, Moment d'inertie.

## 2. Intégrales Triples

2.1 Généralisation de la notion d'intégrales doubles aux intégrales triples.

2.2 Calcul d'une intégrale triple

Calcul direct

Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).

Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.

Calcul de volume de certains corps solides.

2.3 Applications : Centre de gravité, Moment d'inertie.

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

### **Références bibliographiques:**

[1] **KadaAllab**, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoun. Alger 1984

[2] **N. Piskounov**, Calcul différentiel et intégral. Editions Mir. Moscou 1978

[3] **J. Dixmier**, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976

[4] **R. Murray Spiegel**. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973

[5] **G. Flory**, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S2	Algèbre 2	2	4	IST 2.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

**Prérequis :**

- Algèbre 1

**Objectifs :**

- Consolider les acquis du 1<sup>er</sup> semestre.
- Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.
- Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.

**Contenu de l'enseignement :****Chapitre 1 : Espaces vectoriels**

- Définition (sur  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$ ).
- Sous-espaces vectoriels.
- Somme de sous-espaces.
- Sous-espaces supplémentaires.
- Famille libre. Famille liée. Base (finie).

**Chapitre 2 : Applications linéaires**

- Définition (opérations).
- Noyau et image.
- Rang d'une application linéaire.
- Théorème du rang.
- Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.

**Chapitre 3 : Matrices, matrices associées et déterminants**

- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.
- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

**Chapitre 4 : Systèmes d'équations linéaires —  
Définitions et interprétations.**

— Systèmes de Cramer (cas général).

**Chapitre 5 : Réduction des matrices.**

- Valeurs propres.
- Vecteurs propres.
- Polynômes caractéristiques. Théorème de Cayley-Hamilton.
- Caractérisation des matrices diagonalisables.
- Caractérisation des matrices trigonalisables.
- Applications de la réduction.

**Références bibliographiques :**

- A.KUROSH : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- D.FADEEV et I.SOMINSKY : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- LEBSIR HABIB : Travaux dirigés d'algèbre générale. Dar el-houda Ain M'LILA.
- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.
- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3<sup>e</sup> édition. Classes préparatoires 1<sup>er</sup> cycle universitaire. Dunod.
- A.DONEDDU : ALGEBRE ET GEOMETRIE 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. ellipses

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Électricité et magnétisme		4	7	IST 2.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	1h30	1h30		

**Pré-requis :**

- Notions de champ vectoriel et champ scalaire. —
- Notions de calcul vectoriel.
- Charges électriques.

**Objectifs:**

- Identifier les sources des champs électrique et magnétique.
- Calculer et différencier les champs vectoriel et scalaire.
- Calculer le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
- Calculer le champ magnétique produit par un courant électrique.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Champ et potentiel électrostatique**

- La charge ponctuelle.
- La force électrique et loi de Coulomb.
- Champ et potentiel électrique (distribution discontinue de charge).
- Dipôle électrique : champ et potentiel électrique.
- Action du champ électrique sur un dipôle (orientation et état d'équilibre).
- Champ et potentiel électrique (distribution continue de charge).
- Théorème de Gauss.

**Chapitre 2 : Les Conducteurs**

- Propriétés de base.
- Charge induite et phénomènes d'influences
- Pression électrostatique. — Condensateurs, capacité (différents types), énergie emmagasinée.

**Chapitre 3 : Courant électrique**

- Notions d'intensité et de densité de courant.
- Résistance et loi d'Ohm, loi de Joule.

**Chapitre 4 : Magnétostatique**

- Introduction.
- Force magnétique et loi de Lorentz.
- Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
- Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
- Circulation du champ magnétique.

- Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
- Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction. — Equations de Maxwell.

### **Travaux Pratiques de physique 2 :**

- Montage d'un circuit électrique et appareils de mesure.
- Utilisation de l'oscilloscope.
- Pont de Wheatstone.
- Charge et décharge d'un condensateur.
- Champ magnétique à l'extérieur d'un conducteur.
- Champ magnétique de bobine simple : loi de Biot et Savart

### **Références bibliographiques :**

- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck. —
- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
02	Thermodynamique	4	7	IST 2.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
90h00	1h30	3h00	1h30	

**Pré requis :**

Néant

**Objectifs :**

Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

**Contenu de la matière****Chapitre I : Notions de base en thermodynamique**

- I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
- I.2 Propriétés et états d'un système
- I.3 Processus, équilibre et cycle thermodynamique
- I.4 Densité, volume spécifique,
- I.5 Pression, température et énergie

**Chapitre II: Propriétés thermodynamiques des substances pures**

- II.1 Le gaz parfait
- II.2 Comportement réel des gaz
- II.3 Etats correspondants et écarts résiduels
- II.4 Propriétés des liquides et solides

**Chapitre III: Concepts fondamentaux de la thermodynamique**

- II.1 Premier principe et applications
- II.2 Entropie et deuxième principe
- II.3 Bilan entropique et irréversibilité
- II.4 Propriétés de l'énergie libre et équilibre thermodynamique
- II.5 Potentiel chimique et fugacité

**Chapitre IV: Equilibres des processus physiques**

- IV.1 Equilibres de phase d'une substance pure
- IV.2 Propriétés thermodynamiques des transitions de phase
- IV.3 Comportement idéal des mélanges gazeux, liquides et solides
- IV.4 Equilibres de phases d'un composé en mélange idéal
- IV.5 Solubilité idéale et coefficient de partage

**References bibliographiques:**

Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.  
Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,  
Stanley I.Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.  
Elliot, J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)  
Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill  
Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons

**Travaux Pratiques de Thermodynamique :**

- TP N° 1 :** Etude de l'équation d'état d'un gaz parfait.  
**TP N° 2 :** Valeur en eau du calorimètre.  
**TP N° 3 :** Chaleur massique : chaleur massique des corps liquides et solides.  
**TP N° 4 :** Etude de la solidification de l'eau pure.  
**TP N° 5 :** Chaleur latente : Chaleur latente de fusion de la glace.  
**TP N° 6 :** Détermination de la chaleur latente de vaporisation.  
**TP N° 7 :** Chaleur de réaction: Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl/NaOH).  
**TP N° 8 :** Les fonctions thermodynamiques d'un équilibre Acide –Base.  
**TP N° 9 :** Etude de la variation de la pression en fonction de la température à l'équilibre (l-g) pour un système pur : eau.  
**TP N° 10 :** Tension de vapeur d'une solution.  
**TP N° 11 :** Diagramme d'équilibre pour un système binaire.  
**TP N° 12 :** Diagramme d'équilibre pour un système ternaire.

**Modalités d'évaluation:**

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S2	Dessin technique		2	2	IST 2.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Pré-requis :**

— Formes géométriques de base

**Objectifs:**

— Acquisition des notions de base du dessin —

Connaître la terminologie technique — Lire un plan

A l'issue de ce contenu, il est attendu que l'étudiant soit capable de :

— Reconnaître les différents formats de présentation des dessins et leurs différents éléments

— Lecture d'un plan

— Acquisition des notions de base du dessin

— Connaître la terminologie technique

— Apporter des corrections à un dessin

**Contenu de la matière :****Chapitre 01 : Dessin technique (03h00)**

1.1 Introduction générale

1.2 Écritures

1.3 Présentation des dessins

1.4 Traits

1.5 Échelles

**Chapitre 02 : Tracés géométriques**

(03h00) 2.1 Intersections 2.2

Raccordements

**Chapitre 03 : Géométrie descriptive (03h00)**

3.1 Projection du point

3.2 Projection d'une droite sur un plan

3.2.1 Droite parallèle au plan

3.2.2 Droite perpendiculaire au plan

3.3 Projection d'une surface sur un plan

3.3.1 Surface parallèle au plan

3.3.2 Surface inclinée par rapport au plan

### 3.3.3 Surface perpendiculaire au plan

## Chapitre 04 : Projections orthogonales (06h00)

4.1 Projection des pièces prismatiques 4.2 Projection des pièces cylindriques 4.3 Projection des pièces coniques

4.4 Projection des pièces mixtes

## Chapitre 05 : Dessin en perspectives (1h30)

5.1 Perspectives cavalières

5.2 Perspectives isométriques

## Chapitre 06 : Cotation (1h30)

6.1 Règles générales de cotation 6.2 Applications

## Chapitre 07 : Sections et coupes (1h30)

7.1 Coupes simples 7.2 Sections sorties

7.3 Sections rabattues

## Chapitre 08 : Dessins d'ensembles (1h30)

8.1 Définition

8.2 Application

8.3 Dessins de définitions des pièces composantes

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

### **Références bibliographiques :**

- A. Chevalier ; « Guide du dessinateur industriel »; hachette technique; Paris, 2011.
- A. Ricordeau, C. Corbet ; « Dossier de technologie de construction »;Casteilla; Paris, 2001.
- A. Ricordeau; « Géométrie descriptive appliquée au dessin »; Casteilla; Paris, 2009.
- C. Corbet, B. Duron ; « Lire le dessin technique »;Casteilla; Paris, 2005.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S2	Programmation (informatique 2)		2	2	IST 2.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Pré requis :** Informatique 1

**Objectifs:**

- Planifier et concevoir un programme utilisant des techniques structurées de développement.
- Prévoir, concevoir, créer et employer les fonctions en décomposant un problème en sous-tâches.
- Passer des arguments par référence ou par valeur entre fonctions. Différentes dimensions.
- Écrire des instructions de programmation valides pour déclarer, initialiser, manipuler et passer les pointeurs comme arguments aux fonctions.
- Utiliser et expliquer la relation entre les pointeurs et les valeurs qu'ils indiquent.
- Utiliser et manipuler les structures de données.
- Utiliser les outils du langage C pour l'implantation des solutions algorithmiques.

**Contenu de la matière:**

Introduction au langage C.  
 Les variables et les constantes : déclaration et manipulation  
 Les structures de testes IF THEN ELSE  
 Les boucles : boucle FOR et boucle WHILE.  
 Les procédures et les fonctions.  
 Structure d'une procédure / fonction  
 Appel d'une procédure / fonction  
 Les fonctions récursives (Concept d'algorithme récursif)  
 Passage d'algorithme récursif en algorithme itératif.  
 Exemples d'algorithmes récursifs et itératifs.  
 Les pointeurs et l'allocation dynamique de la mémoire.  
 Les structures de données complexes et les fichiers.  
 Les listes chaînées : concepts et implémentations.  
 Les piles et les files : concepts et implémentations.  
 Les fichiers : concepts et implémentations.  
 Notion de bibliothèque / module  
 Structures composées, tableaux, ensembles

**Travaux Pratiques :**

- TP 1 :** Montage et démontage d'un ordinateur.  
**TP 2 :** Familiarisation avec l'environnement de développement C.  
**TP 3 :** Manipulation des tableaux et des enregistrements.

**TP 4 :** Modularité : réalisation d'un TP utilisant des fonctions avec les différents types de passages de paramètres.

**TP 5 :** Récursivité : réalisation d'un TP utilisant la notion de récursivité.

**TP 6 :** Les pointeurs et l'allocation dynamique de la mémoire.

**TP 7 :** Manipulation des listes, des piles, des files et des fichiers : création des outils de manipulation des listes, des piles et des files tels que la création, l'insertion, la suppression.

### **Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP

### **Références bibliographiques:**

— ZANELLA, P. and Ligier, Y. (1989). Architecture et technologie des ordinateurs. DUNOD informatique. DUNOD.

— BAJARD, J. (2004). Calcul et arithmétique des ordinateurs. Traité IC2 Information - Commande - Communication : Informatique et systèmes d'information. Hermes Science Publications.

— TOCCI, R. (1992). Circuits numériques : théorie et applications. DUNOD.

— BELAID, M. (2004). Architecture des ordinateurs : cours et exercices corrigés. Les Manuels de l'étudiant. Les Pages Bleues Internationales.

— WACK, B. (2013). Informatique pour tous en classes préparatoires aux grandes écoles. Eyrolles.

— GAUDEL, M., Soria, M., and Froidevaux, C. (1987). Types de données et algorithmes. Number vol. 1 in Collection didactique. Institut national de recherche en informatique et en automatique.

— CORMEN, T., LEISERSON, C., RIVEST, R., and CAZIN, X. (1994). Introduction à l'algorithmique. Science informatique. Dunod.

— CORMEN, T. (2013). Algorithmes : Notions de base. Informatique. Editions DUNOD.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Les métiers de l'ingénieur		1	1	IST 2.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

**Pré requis :** Néant

**Objectifs :**

Faire découvrir à l'étudiant, dans une première étape, l'ensemble des filières qui sont couverts par le Domaine des Sciences et Technologies et dans une seconde étape une panoplie des métiers sur lesquels débouchent ces filières. Dans le même contexte, cette matière introduit les nouveaux enjeux du développement durable ainsi que les nouveaux métiers qui peuvent en découler.

**Contenu de la matière :**

**1. Les sciences de l'ingénieur, c'est quoi ?**

Le métier d'ingénieur, historique et défis du 21<sup>ème</sup> siècle, Rechercher un métier/une annonce de recrutement par mot-clé, élaborer une fiche de poste simple (intitulé du poste, entreprise, activités principales, compétences requises (savoirs, savoir-faire, relationnel

**2. Filières de l'Electronique, Télécommunications, Génie Biomédical, Electrotechnique, Electromécanique, Optique & Mécanique de précision :**

- Définitions, domaines d'application (Domotique, applications embarquées pour l'automobile, Vidéosurveillance, Téléphonie mobile, Fibre optique, Instrumentation scientifique de pointe, Imagerie et Instrumentation médicale, Miroirs géants, Verres de contact, Transport et Distributions de l'énergie électrique, Centrales de production d'électricité, Efficacité énergétique, Maintenance des équipements industriels, Ascenseurs, Eoliennes, ...
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**3. Filières de l'Automatique et du Génie industriel :**

- Définitions, domaines d'application (Chaînes automatisées industrielles, Machines outils à Commande Numérique, Robotique, Gestion des stocks, Gestion du trafic des marchandises, la Qualité, - Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**4. Filières du Génie des Procédés, Hydrocarbures et Industries pétrochimiques :**

- Définitions, Industrie pharmaceutique, Industrie agroalimentaire, Industrie du cuir et des textiles, Biotechnologies, Industrie chimique et pétrochimique, Plasturgie, Secteur de l'énergie (pétrole, gaz), ...
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**1. Filières de l'Hygiène et Sécurité Industrielle (HSI) et du Génie minier :**

- Définitions et domaines d'application (Sécurité des biens et des personnes, Problèmes environnementaux, Exploration et Exploitation des ressources minières, ...)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**2. Filières Génie Climatique et Ingénierie des Transports** - Définitions, domaines d'application (Climatisation, Immeubles intelligents, Sécurité dans les transports, Gestion du trafic et transports routiers, aériens, navals, ...)

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**3. Filières du Génie Civil, Hydraulique et Travaux publics : (2 semaines)**

- Définitions et domaines d'application (Matériaux de construction, Grandes Infrastructures routières et ferroviaires, Ponts, Aéroports, Barrages, Alimentation en eau potable et Assainissement, Ecoulements hydrauliques, Gestion des ressources en eau, Travaux Publics et Aménagement du territoire, Villes intelligentes, ...)

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**4. Filière de l'Aéronautique, du Génie Mécanique, Génie Maritime et Métallurgie :**

- Définitions et domaines d'application (Aéronautique, Avionique, Industrie automobile, Ports, Digue, Production des équipements industriels, Sidérurgie, Transformation des métaux, ...)

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**Travail en groupe** : Élaboration de fiches de postes pour des métiers de chaque filière à partir des annonces de recrutement retrouvées sur les sites de demande d'emploi (ex. [http : //www.onisep.fr/Decouvrir-les-metiers](http://www.onisep.fr/Decouvrir-les-metiers), [www.indeed.fr](http://www.indeed.fr), [www.pole-emploi.fr](http://www.pole-emploi.fr)) (1 filière / groupe).

Selon les capacités des établissements, préconiser de faire appel aux doctorants et anciens diplômés de l'établissement dans un dispositif de tutorat/mentoring où chaque groupe pourra faire appel à son tuteur/mentor pour élaborer la fiche de poste/ découvrir les différents métiers du ST.

**Travail personnel de l'étudiant pour cette matière :**

L'enseignant chargé de cette matière peut faire savoir à ses étudiants qu'il peut toujours les évaluer en leur proposant de préparer des fiches de métiers. Demander aux étudiants de visionner chez eux un film de vulgarisation scientifique en relation avec le métier choisi (après leur avoir remis soit le film sur support électronique ou leur avoir indiqué le lien internet vers ce film) et leur demander de remettre ensuite un rapport écrit ou de faire une présentation orale du résumé de ce film, ... etc. La bonification de ces activités est laissée à l'appréciation de l'enseignant et de l'équipe de formation qui sont seuls aptes à définir la meilleure manière de tenir compte de ces travaux personnels dans la note globale de l'examen final.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu, Examen final,

**Références bibliographiques :**

- 1- Quels métiers pour demain ? Éditeur : ONISEP, 2016, Collection : Les Dossiers.
- 2- J. Douënel et I. Sédès, Choisir un métier selon son profil, Editions d'Organisation, Collection : Emploi & carrière, 2010.
- 3- V. Bertereau et E. Ratière, Pour quel métier êtes-vous fait ? Editeur : L'Étudiant, 6e édition, Collection : Métiers, 2015.
- 4- Le grand livre des métiers, Éditeur : L'Étudiant, Collection : Métiers, 2017.

- 5- Les métiers de l'industrie aéronautique et spatiale, Collection: Parcours, Edition: ONISEP, 2017.
- 6- Les métiers de l'électronique et de la robotique, Collection: Parcours, Edition: ONISEP, 2015.
- 7- Les métiers du bâtiment et des travaux publics, Collection: Parcours, Edition : ONISEP, 2016. 9- Les métiers du transport et de la logistique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 8- Les métiers de l'énergie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 9- Les métiers de la mécanique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2014.
- 10- Les métiers de la chimie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 11- Les métiers du Web, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Langue étrangère 2 (Anglais)		1	1	ISGC 2.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	1h30	-		

**Pré requis :**  
Anglais Technique 1

**Objectifs :**

- To help students understand basic vocabulary of science and technology.
- To help students use essential vocabulary of science and technology.
- To consolidate/ reinforce grammar rules.
- To write meaningful sentences.
- To write coherent paragraphs.
- To answer written examination questions correctly.
- To read to grasp the general idea of a text.
- To read in order to find the main ideas within a text.
- To listen and comprehend basic functional scientific English.
- To communicate using concepts and terminology taught in classroom

**Contenu de la matière :**

<b>Unit one : Classifications and generalizations(11H15 mn)</b>	
I. Topic one: Materials in Engineering 2. Topic two: Sources of energy 3. Topic three: Periodic table	
Discovering language (language outcomes) <b>a) Grammar— pronunciation</b>  Present simple vs. Continuous vs. perfect Active & passive voice Pronunciation of must, can, should in the passive Weak forms of was and were Pronunciation of final —ed and —ch  Compound nouns Adjectives ending in '-ly' Adverbs Affixes (-ic, -ily, -ness)  <b>b) Vocabulary</b> Structures used to express classification	Developing skills (skills and strategies outcomes) <b>a) Functions:</b>  Classifying items in the form of diagrams Diagrams, levels of generalization Classifying items according to their properties and characteristics  <b>b) Listening &amp; speaking</b> ■ Listening to a lecture/talk (Classification) ■ Listening for specific information ■ Listening for general ideas Note taking ■ Speaking from notes ■ Making an oral summary

	<p><b>c) Reading &amp; writing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reading</li> <li>■ Reading for specific information</li> <li>■ Reading for general ideas</li> <li>■ Contextual reference</li> <li>■ Rephrasing</li> <li>■ Guessing the meaning of words through context</li> <li>■ Making logical links between sentences and paragraphs</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Summarizing</li> <li>■ Analyzing and making as synthesis</li> </ul>

### Unit two : Describing discoveries, inventions and experiments (11H15 mn)

<p>Discovering language (language outcomes)</p> <p><b>a) Grammar— pronunciation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Past simple vs. continuous</li> <li>■ Active &amp; passive voice</li> <li>■ Pronunciation of must, can, should in the passive</li> <li>■ Weak forms of was and were</li> <li>■ Pronunciation of final ed and ch</li> <li>■ Sequencers (first, next... )</li> <li>■ Noun modification</li> </ul> <p><b>b) Vocabulary</b> Vocabulary related to discoveries and inventions Expressing cause/effect</p>	<p>Developing skills (skills and strategies outcomes)</p> <p><b>a) Functions:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Making observations</li> </ul> <p>The use of the passive in the description of an experiment</p> <p><b>b) Listening &amp; speaking</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Listening to a presentation of (an invention, a discovery, an experiment)</li> <li>■ Listening for specific information</li> <li>■ Listening for general ideas Recognizing and showing a sequence of events Note taking</li> <li>■ Speaking from notes <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Talking about a given experiment</li> </ul> </li> <li>■ Making an oral presentation of (a discovery)</li> </ul> <p><b>c) Reading &amp; writing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reading</li> <li>■ Reading for specific information</li> <li>■ Reading for general ideas</li> <li>■ Contextual reference</li> <li>■ Rephrasing</li> <li>■ Guessing the meaning of words through context</li> <li>■ Making logical links between sentences</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Teaching Activities and Tasks:

- Text-based activities
- Small and large group discussions
- Exploration of theme
- Lecture and exposition
- Pre-review of vocabulary
- Reading Project (Assessment Information Attached)
- Writing Portfolio (Including product and process: assessment information attached)

- Oral presentation
- Quizzes, Debates, ... Other activities as assigned by instructor

**Mode d'évaluation:**

Évaluation continue + final exam

**Références bibliographiques:**

Supports très variés, allant d'articles et exercices créés pour le cours aux œuvres littéraires et aux manuels d'anglais en fonction du cours choisi.

## **Programmes détaillés des matières du 3<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Mathématiques appliquées		3	6	IST 3.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h00	-		

**Objectifs de l'enseignement :**

À la fin de ce cours, l'étudiant(e) devrait être en mesure de connaître les différents types de séries et ses conditions de convergence ainsi que les différents types de convergence.

**Connaissances préalables recommandées**

Analyse 1 & 2 et Algèbre 1 & 2

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Intégrales simples et multiples****3 semaines**

- 1.1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives. 1.2 Intégrales doubles et triples.  
1.3 Application au calcul d'aires, de volumes, ...

**Chapitre 2 : Intégrales impropres****2 semaines**

- 2.1 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle non borné.  
2.2 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle borné, infinies à l'une des extrémités.

**Chapitre 3 : Equations différentielles****2 semaines**

- 3.1 Rappel sur les équations différentielles ordinaires.  
3.2 Equations aux dérivées partielles.  
3.3 Fonctions spéciales.

**Chapitre 4 : Séries****3 semaines**

- 4.1 Séries numériques.  
4.2 Suites et séries de fonctions.  
4.3 Séries entières, séries de Fourier.

**Chapitre 5 : Transformation de Fourier****3 semaines**

- 5.1 Définition et propriétés. 5.2 Application à la résolution d'équations différentielles.

**Chapitre 6 : Transformation de Laplace****2 semaines**

- 6.1 Définition et propriétés. 6.2 Application à la résolution d'équations différentielles.

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

**Références bibliographiques :**

Intitulé : Ingénierie des procédés chimiques  
USTO

Année : 2024-2025

Etablissement :

- 1- F. Ayres Jr, Théorie et Applications du Calcul Différentiel et Intégral - 1175 exercices corrigés, McGraw-Hill.
- 2- F. Ayres Jr, Théorie et Applications des équations différentielles - 560 exercices corrigés, McGraw-Hill.
- 3- J. Lelong-Ferrand, J.M. Arnaudiès, Cours de Mathématiques - Equations différentielles, Intégrales multiples, Tome 4, Dunod Université.
- 4- M. Krasnov, Recueil de problèmes sur les équations différentielles ordinaires, Edition de Moscou
- 5- N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, Tome 1, Edition de Moscou
- 6- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 3- Calcul intégral et séries, Dunod.
- 7- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 4- Equations différentielles, Dunod.
- 8- M. R. Spiegel, Transformées de Laplace, Cours et problèmes, 450 Exercices corrigés, McGraw-Hill.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Ondes et Vibrations		3	5	IST 3.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectifs de l'Enseignement

Initier l'étudiant aux phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour 1 ou 2 degrés de liberté ainsi qu'à l'étude de la propagation des ondes mécaniques.

### Connaissances préalables recommandées

Mathématique, Physique

### Contenu de la matière :

#### Partie A : Ondes

#### Chapitre 1 : Phénomènes de propagation à une dimension (2 Semaines)

- Généralités et définitions de base
- Solution des équations de propagation
- Onde progressive sinusoïdale
- Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales

#### Chapitre 2 : Cordes vibrantes (3 Semaines)

- Equation des ondes
- Ondes progressives harmoniques
- Oscillations libres
- Réflexion et transmission

#### Partie B : Vibrations

#### Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange (4 Semaines)

- Equations de Lagrange pour une particule
- Cas des systèmes conservatifs
- Cas des forces de frottement dépendant de la vitesse
- Cas d'une force extérieure dépendant du temps
- Système à plusieurs degrés de liberté.

#### Chapitre 2 : Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté (3 Semaines)

- Oscillations non amorties

- Oscillations libres des systèmes amortis

### **Chapitre 3 : Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté (3 Semaines)**

- Équation différentielle
- Système masse-ressort-amortisseur
- Solution de l'équation différentielle
- Excitation harmonique et périodique
- Impédance mécanique

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

#### **Références bibliographiques :**

- 1.H. Djelouah ; Vibrations et Ondes Mécaniques – Cours & Exercices (site de l'université de l'USTHB : [perso.usthb.dz/~hdjelouah/Coursvom.html](http://perso.usthb.dz/~hdjelouah/Coursvom.html)).
- 2.T. Becherrawy ; Vibrations, ondes et optique ; Hermes science Lavoisier, 2010.
- 3.J. Brac ; Propagation d'ondes acoustiques et élastiques ; Hermès science Publ. Lavoisier, 2003.
- 4.R. Lefort ; Ondes et Vibrations ; Dunod, 2017.
- 5.J. Bruneaux ; Vibrations, ondes ; Ellipses, 2008.
- 6.J.-P. Perez, R. Carles, R. Fleckinger ; Electromagnétisme Fondements et Applications, Ed. Dunod, 2011.
7. Djelouah ; Electromagnétisme ; Office des Publications Universitaires, 2011.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Mécanique des fluides		3	5	IST 3.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

**Objectif de l'enseignement:**

Introduire l'étudiant dans le domaine de la mécanique des fluides.

**Connaissance préalable recommandées** : mathématiques, calcul intégral,

**Chapitre 1: Généralités sur la Mécanique des fluides. (02 semaines)**

I.1 Qu'est-ce que la Mécanique des fluides ?; I.2 Description du mouvement.; I.3 Lignes de courant et trajectoires.; I.4 Configurations d'écoulement : profils de vitesse.; I.5 Rappels d'analyse vectorielle et éléments de calcul indiciel.  
I.6 Masse volumique I.7 Compressibilité isotherme ; I.8 Tension superficielle ; **I.9** Viscosité ; I.10 Problème mathématique de la Mécanique des fluides ; I.11 Dérivée partielle ; I.12 Conditions aux limites ; I.13 Dimensions, équations aux dimensions et unités.

**Chapitre 2: Hydrostatique. (03 semaines)**

II.1 Loi fondamentale de l'hydrostatique ; **II.2** Pression hydrostatique dans un fluide incompressible.  
II.3 Fluide compressible : gaz parfait, II.4 Résultante des forces de pression hydrostatique; II.5 Force exercée sur une paroi par un fluide.; II.6 Poussée d'Archimède.

**Chapitre 3: Cinématique des Fluides. (02 semaines)**

III.1 lignes de courant et trajectoire, accélération ; III.2 Equation de Continuité ; III.3 Conservation du débit.

**Chapitre 4: Dynamique des Fluides parfaits. (04 semaines)**

V.1 Rappels de Mécanique ; V.2 Théorème de la quantité de mouvement. V.3 Equations d'Euler.; V.4 Théorème de Bernoulli., V.5. Exemples d'application du Théorème de Bernoulli : Sonde de Pitot ; Tuyère de Venturi ; Vidange instationnaire d'une cuve ; V.6 Echappement d'air d'un réservoir sous pression : limite de compressibilité.

**Chapitre 5 : Dynamique des fluides réels (04 semaines)**

1. Régime d'écoulement.  
2. Etude des écoulements laminaires (écoulement de poiseuille, écoulement de couette, écoulement à surface libre).  
4- Pertes de charges dans les conduites cylindriques

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

**Références bibliographiques:**

R. Comolet, 'Mécanique des fluides expérimentale', Tome 1, 2 et 3, Ed. Masson et Cie.  
R. Ouziaux, 'Mécanique des fluides appliquée', Ed. Dunod, 1978  
N. Midoux, Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique, Ed. Lavoisier, 1993.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Chimie organique industrielle		3	5	IST 3.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectifs de l'enseignement

Donner les notions de base de la chimie organique industrielle

### Connaissances préalables recommandées

Notions élémentaires de chimie générale

#### **Chapitre I : Bases de chimie organique (3 semaines)**

1. Introduction à la chimie organique
2. Classification des fonctions organiques et nomenclatures
3. Introduction à la chimie structurale
4. Introduction aux mécanismes réactionnels
5. Classification des réactions organiques

#### **Chapitre II : Les hydrocarbures et les principales dérivées (3 semaines)**

1. Les hydrocarbures aliphatiques (alcane, alcène)
2. Les hydrocarbures aromatiques
3. Les dérivés halogénés
4. Les organo-métalliques

#### **Chapitre III : la fonction alcool, les fonctions carboxylées et les fonctions amines (2 semaines)**

1. Alcools ; Phénols ; Éthéroxydes
2. Acides ; Aldéhydes ; Cétones
3. Les fonctions amines

#### **Chapitre IV : Les polymères (2 semaines)**

1. Différents types de polymérisation et co-polymérisation
2. Propriétés physiques des polymères
3. Etude des polyéthylènes, du polystyrène, des résines, des caoutchoucs, des polymères naturels

#### **Chapitre V : Les savons et détergents (2 semaines)**

1. Les triglycérides, la réaction de saponification
2. Propriétés physiques et chimiques, les solutions de savon
3. Procédés de fabrication discontinus et discontinus
4. Les tensio-actifs : classification et préparation
5. Formulation des détergents
6. Biodégradabilité, pollution, tendances modernes de l'industrie des détergents

#### **Chapitre VI : Les colorants et les pigments (2 semaines)**

1. Structure chimique et couleur
2. Classification suivant le mode d'action et suivant la formule chimique
3. Méthodes de synthèse

#### **Chapitre VII : Les produits pharmaceutiques (2 semaines)**

Etude d'exemples : la pénicilline et l'aspirine

### **TP Chimie organique :**

#### Objectifs

Préparation et analyse des produits organiques présentant les principales fonctions rencontrées en chimie organique (alcools, acides, Aldéhydes, cétones.....)

Intitulé : Ingénierie des procédés chimiques

Année : 2024-2025

Etablissement :

USTO

**Connaissances préalables recommandées** : chimie organique

**Contenu de la matière** :

- TPN°1. Estérification (Synthèse de l'aspirine).
- TPN°2. Purification par récrystallisation de l'acide Benzoïque.
- TPN°3. Extraction d'un produit organique.
- TPN°4. Détermination de la composition d'un mélange par réfractométrie.
- TPN°5. Sublimation du Naphtalène.
- TPN°6. Etude des propriétés du phénol ou une substance organique.
- TPN°7. Préparation d'un savon.
- TPN°8. Transformation d'un alcool en dérivé halogéné (synthèse du 2-chloro-2-méthylpropane à partir 2-méthylpropan-2-ol).
- TP n°09 : Purification par distillation à pression atmosphérique et entraînement à la vapeur
- TP n°10 : Purification par distillation fractionnée sur colonne

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

**Références bibliographiques**:

Ouahès, R, Devallez, B. Chimie Générale. Exercices et Problèmes enseignement supérieur 1<sup>er</sup> cycle. Edition Publisud.

Winnacker Karl 1903. Technologie minérale. Edition Eyrolles 1962, cop 1958. Traité de chimie appliquée : Chimie inorganique, Chimie industrielle, Industries chimiques, Génie Chimique.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Chimie des solutions		3	5	IST 3.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectif de l'enseignement:

Il s'agit de donner à l'étudiant les notions de base relatives à la chimie des solutions.

C'est un enseignement qui a essentiellement pour but de familiariser l'étudiant avec les raisonnements de la chimie en solution afin de pouvoir par la suite prévoir les réactions chimiques dans un but analytique. Il s'agit surtout de :

- Comprendre la notion d'électrolyte et de conductivité d'une solution,
- Savoir calculer le pH d'une solution aqueuse,
- Comprendre la notion d'oxydant et de réducteur et prévoir les réactions d'oxydoréduction.

### Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de chimie générale.

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1 : Les solutions**

**3 semaines**

Définitions : Les concentrations : molarité, normalité, molalité, titre, fraction molaire et massique, activité etc...

. Conductimétrie : mobilité des ions, électrolytes (forts, faibles), conductivité (spécifiques et molaires), cellule conductimétrique, loi de Kohlrausch, dosage conductimétrique

#### **Chapitre 2 : Acides-Bases**

**3 semaines**

-Equilibres acido-basiques en solution aqueuse : échelle d'acidité, constante d'acidité ( $K_a$ ,  $pK_a$ ), loi de dilution (Oswald), calcul de pH (solutions simples, mélanges, salines, solutions tampons, solutions ampholytes), prévisions de réaction, dosages acido-basiques (polyacides et polybases).

- Les indicateurs colorés

#### **Chapitre 3 : Oxydo-réduction**

**3 semaines**

Définition, Oxydant, réducteur, Réactions Redox, Etat et nombre d'oxydation, Equilibrage des réactions rédox, Piles électrochimiques, Aspect thermodynamique, Les électrodes

#### **Chapitre 4 : Solubilité**

**3 semaines**

Définition, Représentation graphique, Effet d'ions commun, Influence du pH sur la solubilité (cas des hydroxydes), Influence du potentiel sur la solubilité, Influence de la complexation sur la solubilité

#### **Chapitre 5 : Les complexes**

**3 semaines**

*Intitulé : Ingénierie des procédés chimiques*  
*USTO*

*Année : 2024-2025*

*Etablissement :*

Définition, Nomenclature des complexes, Formation des complexes, Stabilité des complexes, Effet du pH sur les complexes, Effet du potentiel sur les complexes, Quelques domaines d'application des complexes

**TP chimie des solutions :**

**TPN°1.** Détermination de la dureté de l'eau par complexométrie.

**TPN°2.** Vérification expérimentale de la loi de Nernst.

**TPN°3.** Dosage conductimétrique du vinaigre.

**TPN°4.** Dosage, suivi par pH-métrie, de l'alcalinité d'une solution aqueuse par une solution d'acide chlorhydrique. Méthode de Gran.

**TPN°5.** Dosage, suivi par pH-métrie et conductimétrie d'une solution d'Hydroxyde de sodium.

**TPN°6.** Recherche des cations du premier groupe.

**TPN°7.** Détermination du produit de solubilité d'un sel peu soluble.

**TPN°8.** Mesure de la constante de formation d'un complexe.

**TPN°9.** Diagramme potentiel- pH du Fer.

**Mode d'évaluation :**

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

**Références:**

1. John Hill, Ralph Petrucci, Terry McCreary , Scott Perry, Chimie des Solutions, 2ème Ed, , Edition ERPI ; 2014.

John C. Kotz, Chimie des Solutions, Edition de Boeck 2006.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Informatique 3 (Matlab)		2	2	IST 3.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

### Contenu de la matière :

#### Objectifs de la matière :

Apprendre à l'étudiant la programmation en utilisant des logiciels faciles d'accès (essentiellement : Matlab, Scilab, Maple, ...). Cette matière sera un outil pour la réalisation des TP de méthodes numériques en S4.

#### Connaissances préalables recommandées :

Les bases de la programmation acquises en informatique 1 et 2.

### Contenu de la matière :

**TP 1: Présentation d'un environnement de programmation scientifique(1 Semaine)**

**(Matlab , Scilab, ... etc.)**

**TP 2: Fichiers script et Types de données et de variables (2 Semaines)**

**TP 3 : Lecture, affichage et sauvegarde des données (2 Semaines)**

**TP 4 : Vecteurs et matrices (2 Semaines)**

**TP 5 : Instructions de contrôle (Boucles for et While, Instructions if et switch)(2 Semaines)**

**TP 6: Fichiers de fonction (2 Semaines)**

**TP 7 : Graphisme (Gestion des fenêtres graphiques, plot) (2 Semaines)**

**TP 8 : Utilisation de toolbox (2 Semaines)**

#### Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

#### Références bibliographiques :

1. Jean-Pierre Grenier, Débuter en algorithmique avec MATLAB et SCILAB, Ellipses, 2007.
2. Laurent Berger, Scilab de la théorie à la pratique, 2014.
3. Bégyn Arnaud, Gras Hervé, Grenier Jean-Pierre, Programmation et simulation en Scilab, 2014.
4. Thierry Audibert, Amar Oussalah, Maurice Nivat, Informatique : Programmation et calcul scientifique en Python et Scilab classes préparatoires scientifiques 1er et 2e années, Ellipses, 2010.

### Manipulation 1 :

**Création d'une carte mentale : structuration organisationnelle d'un Projet**

Il s'agit du développement d'une carte mentale (MindMapping) par logiciel VUE ou bien XMind au tout début d'un développement de projet. Le but de cette manipulation est la structuration de la genèse d'un projet à travers une carte mentale par l'identification des tâches, des acteurs et la durée. La carte mentale permet le développement du work Flow inhérent du projet

**Manipulation 2 :****Développement d'un Gantt chart : Planification des tâches de projet**

Après la structuration d'une carte mentale, la gestion du projet se fait à travers un Gantt Chart, Ce qui fait l'intérêt de ces diagrammes est qu'il est possible d'y représenter les Links de dépendance entre les tâches, le degré d'accomplissement de chaque tâche à tout moment, les ressources impliquées et ainsi de suite. Le but de cette de manipulation est développer un Gantt Chart sur Excel ou bien sur MSProject d'un projet model.

**Manipulation 3 :****Le Tableau de bord (Dashboard) et outil collaboratif : suivi du projet à distance**

Il s'agit d'un outil collaboratif interactif permettant le suivi du projet sur carte numériser sur la base du Principe Kanban. Le but de ce projet est la prise en main du logiciel TRELLO qui permet le suivi des tâches en cours d'exécution d'un projet ainsi que les interactions avec les participants (collaborateur du projet)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

**Références bibliographiques:**

5. Jean-Pierre Grenier, Débuter en algorithmique avec MATLAB et SCILAB, Ellipses, 2007.
6. Laurent Berger, Scilab de la théorie à la pratique, 2014.
7. Bégyn Arnaud, Gras Hervé, Grenier Jean-Pierre, Programmation et simulation en Scilab, 2014.

Thierry Audibert, Amar Oussalah, Maurice Nivat, Informatique : Programmation et calcul scientifique en Python et Scilab classes préparatoires scientifiques 1er et 2e années, Ellipses, 2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Hygiène Sécurité Environnement– Installations Industrielles		1	1	IST 3.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

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

- Identifier et évaluer le risque ;
- Mettre en œuvre les méthodes de prévention appropriées ;
- Contrôler la réalité et l'efficacité des dispositifs mis en place.

**Mode d'évaluation** : Examen final: 100 %.

### **Références bibliographiques:**

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S3	Anglais Technique		1	1	IST 3.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	1h30	-		

**Objective:**

Develop the reading, writing, listening and speaking abilities of the students.

**Recommended prior Knowledge:**

Basic English.

**Contents:**

The English syllabus consists of a set of texts containing scientific and technical parts. The chosen texts must be used to study scientific and technical English and Grammar acquisition.

The texts must be selected according to the vocabulary built up, familiarization with both scientific and technical matters in English for further understanding. Therefore, each text will be defined by a set of vocabulary concepts, a set of special sentences (idioms) and comprehension questions.

The texts must contain also a terminology which means the translation of some words from English to French one. Besides, the activity at the end of each session must include a translation of long statements which are selected from the texts.

Examples for some lectures:	Examples of Word Study: Patterns
Radioactivity.	Explanation of Cause
Chain Reaction.	Result
Reactor Cooling System.	Conditions (if), Conditions (Restrictive)
Conductor and Conductivity.	Eventuality
Induction Motors.	Manner
Electrolysis.	When, Once, If, etc. + Past Participle
Liquid Flow and Metering.	It is + Adjective + to
Liquid Pumps.	As
Petroleum.	It is + Adjective or Verb + that...
Road Foundations.	Similarity, Difference
Rigid Pavements.	In Spite of, Although
Piles for Foundations.	Formation of Adjectives
Suspension Bridges.	Phrasal Verbs

**Evaluation mode:**

Contrôle continu : 100%.

**References:**

1. J. Upjohn, S. Blattes, V. Jans, Minimum Competence in Scientific English, Office des Publications Universitaires, 1994.
  2. A.J. Herbert, The Structure of Technical English, Longman, 1972.
  3. S. Berland-Delepine, Grammaire méthodique de l'anglais moderne avec exercices, Ophrys, 1982.
  4. Test of English as a Foreign Language – Preparation Guide, Cliffs, 1991.
  5. R. Fowler, The Little, Brown Handbook, Little, Brown Company, 1980.
  6. Cambridge – First Certificate in English, Cambridge books, 2008.
- K. Wilson, Th. Healy, First Choice, Oxford, 2007.

## **Programmes détaillés des matières du 4<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Transfert de chaleur		2	4	IST 4.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

Le Transfert thermique, faisant partie des phénomènes de transfert. Ce phénomène est présent dans diverses applications industrielles dans le domaine du Génie des Procédés ainsi que dans d'autres branches. Il a pour objectif de compléter les connaissances des étudiants et de leur apprendre de nouvelles notions telles que le transfert thermique en régime transitoire, la conduction au travers des ailettes et en présence d'une source de chaleur.

**Connaissances préalables recommandées:**

*Mécanique des fluides, notions de mathématique (équations différentielles du premier et second ordre, calcul des intégrales, etc.).*

**Contenu de la matière:****Contenu de la matière:****Chapitre 1 :**

Introduction générale aux différents modes de transfert de chaleur, **(1 semaine)**

**Chapitre 2 :****(6 semaines)**

**Conduction :** Loi de Fourier Cas : mur simple, murs composites, couche cylindrique, couches cylindriques composites (analogie électrique, résistance globale) ; Calorifugeage des couches cylindriques (épaisseur critique d'isolant) ; Calorifugeage des couches sphériques. équation générale de la conduction, problèmes des ailettes,

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

**Convection :** Définitions ; Expression du flux de chaleur (loi de Newton) ; coefficient de transfert de chaleur par convection, analyse dimensionnelle, corrélations empiriques (convection naturelle et forcée), Calcul du flux de chaleur en convection naturelle ; Calcul du flux de chaleur en convection forcée.

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

Rayonnement : Lois du rayonnement ; Loi de Lambert ; Loi de Kirchhoff ; Rayonnement des corps noirs ; Rayonnement des corps non noirs ; Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces (échange de chaleur par rayonnement entre surfaces noires et grises).

**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 ».
5. Y. Jannot, cours de transfert thermique, 2<sup>ème</sup> édition, école des mines Nancy.

Incorpera, Dewwitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer », 6th edition Ed. Wiley (2010).

Intitulé : *Ingénierie des procédés chimiques*  
USTO

Année : 2024-2025

Etablissement :

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Transfert de matière		2	4	IST 4.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**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 : Mécanisme de transfert de la matière (3 semaines)**

Introduction ; Définition de la diffusion moléculaire ; Nomenclature : concentrations massique et molaire, totale et individuelle, densité de flux de diffusion et de transport (convection + diffusion) ; Définition des vitesses moyennes massique et molaire ; Loi de Fick et loi de Stefan Maxwell (systèmes gazeux multicomposants) ;

Coefficients de diffusion (phase gazeuse, phase liquide, 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 2 : Diffusion unidimensionnelle stationnaire et quasi-stationnaire (3 semaines)**

Bilan matière-Equation de continuité (globale et partielle) ; Rappels sur les opérateurs gradients et divergence d'un vecteur ; Bilans de la masse totale et pour un constituant  $i$  sur un élément de volume fixe ; Conditions aux limites et condition initiale ; Exemples de problèmes de diffusion à une seule variable (cas d'un gaz à travers un film gazeux stagnant, problème d'évaporation, diffusion équimolaire, applications pour différentes géométries (plan, cylindre, sphère)); ; Transfert diffusif avec réaction chimique homogène et hétérogène.

**Chapitre 3 : Transfert diffusif transitoire : (5 semaines)**

Transfert diffusif transitoire : 2<sup>ème</sup> loi de Fick; Problèmes à source instantanée (quantité de matière diffusante limitée); Problèmes à source continue (condition aux limites fixe (Apprendre à poser un problème avec son équation de adaptée et ses conditions initiales et aux limites).

**Chapitre 4 : Transfert de matière à une interface (entre phases) (4 semaines)**

Rappels des équilibres entre deux phases; Théorie des 2 films, de pénétration, de renouvellement de surface ; Coefficients de transfert de matière individuels et global; 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.
3. Incorpera, Dewitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer » , 6th edition Ed. Wiley (2010).

Welty, Wicks, Wilson, Rorer, "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer" 5<sup>th</sup> edition, Ed; Wiley (2007).

Intitulé : Ingénierie des procédés chimiques  
USTO

Année : 2024-2025

Etablissement :

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Transfert de Quantité de Mouvement		1	2	IST 4.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

### **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 : Rappels (02 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 2: Notions de rhéologie (03 semaines)**

Fluides newtoniens-Fluides non-newtoniens-Ecoulement à cisaillement simple des fluides non Newtoniens, cas du fluide de BINGHAM, cas du fluide d'OSTWALD.

#### **Chapitre 3 : Etude des fluides réels (06 semaines)**

Contraintes et déformations dans les milieux continus ; 2. Equation de mouvement des fluides réels ; 3. Régime d'écoulement  
Applications des équations de Navier et Stokes, (écoulement de poiseuille, écoulement de Couette, écoulement à surface libre).

#### **Chapitre 4 : Applications en génie des procédés (03 semaines)**

Pompes et pompage, agitation et mélange, sédimentation  
Applications (mélangeage et dispersion). Différents types d'agitateurs. Calcul du Reynolds, nombre de puissance, nombre de Froude, dimensionnement d'un système d'agitation (diamètre de l'agitateur, nombre de chicane, puissance, positionnement de l'agitateur).

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle : 40% Examen: 60%.

### **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.
  4. Midoux Noel, Mécanique des fluides en génie chimique, Coll. Génie des procédés de l'école de Nancy.
  5. 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.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Cinétique chimique et catalyse homogène		3	5	IST 4.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectifs de la matière:

Fournir à l'étudiant les bases indispensables à toute étude cinétique d'un processus chimique et touche aussi bien les notions élémentaires de la cinétique formelle et les bases mathématiques concernant la notion de vitesse d'une réaction chimique et son évolution au cours du temps, les paramètres influençant sur la vitesse d'une réaction, la détermination de l'ordre d'une réaction par les méthodes physico-chimiques, la constante de vitesse et l'énergie d'activation.

### Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques (dérivée, intégrale), savoir exprimer la concentration d'une solution, maîtriser les systèmes d'unité, savoir tracer et exploiter les graphiques.

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre I. Réactions chimiques homogènes**

(1 semaine)

I. Vitesse de réaction (Vitesse absolue, vitesse spécifique)

II. Etude cinétique expérimentale d'une réaction (Méthodes chimiques et physiques)

III. Facteurs expérimentaux influençant la vitesse

#### **Chapitre II. Influence des concentrations et de la température sur la vitesse (2 semaine)**

I. Influence de la concentration (Ordre d'une réaction, Molécularité et Stœchiométrie d'une réaction, Règle de VANT'HOFF)

II. Influence de la température

#### **Chapitre III. Cinétique formelle, réaction simple**

(6 semaines)

I. Détermination de la constante de vitesse d'une réaction d'ordre donné (Ordre 0,1,2,3 et n)

II. Détermination des ordres de réactions

-Méthodes de détermination de l'ordre par Intégration (variation des concentrations

en fonction du temps, méthodes des temps de réaction partiels), exemple de calcul

- Méthode différentielle, exemple de calcul

- Méthodes basées sur la dégénérescence de l'ordre, exemple de calcul

- Méthode utilisant les paramètres sans dimension, exemple de calcul

#### **Chapitre IV. Réactions composées**

(6 semaines)

##### **1. Réactions opposées ou équilibrées**

-Généralités

- Exemples de réactions opposées (les deux réactions opposées sont d'ordre 1, d'ordre 2, réactions d'ordre 2 opposée à réaction d'ordre 1, réactions d'ordre 1 opposée à réaction d'ordre 2)

-Equilibre et vitesse de réactions

-Principe de microréversibilité

**2. Réactions parallèles** : généralités, réactions jumelles, réactions concurrentes, exemple,

**3. Réactions successives** : détermination des constantes de vitesse, équilibre radioactif, exemple de calcul.

## **Chapitre V : Catalyse homogène**

-Généralités sur la catalyse homogène

- Catalyse acido-basique

-Catalyse en oxydo-reduction

-Catalyse enzymatique

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

### **Référence**:

1. Claude Moreau, Jean-Paul Payen, Cinétique chimique, Edition Belin 1999.
2. Michel Destriau, Gérard Dorthe, Roger Ben-Aïm, Cinétique et dynamique chimique. Edition Technip 1981.
3. P. Morlaes, J.C. Morlaes, « Cinétique chimique », Vuibert 1981.

Michelle Soustelle ; cinétique chimique, éléments fondamentaux, Lavoisier, 2011

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Thermodynamique chimique		2	4	IST 4.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

- la maîtrise des 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> principes de la thermodynamique.
- L'application des principes thermodynamiques
- L'étude des équilibres chimiques, le potentiel chimique, ainsi que les gaz réels.

**Connaissances préalables recommandées:**

Equations différentielles, Thermodynamique de base.

**Contenu de la matière:****Chapitre I : Rappels en thermodynamique****(2 semaines)**

- I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
- I.2 Variables et Fonctions d'état
- I.3 Grandeurs et systèmes thermodynamiques
- I.4 Les différents principes de la thermodynamique
- I.5 Critère d'évolution d'un système et potentiel chimique

**Chapitre II : Propriétés thermodynamiques des substances pures****(4 semaines)**

- II.1 Le gaz parfait
- II.2 Forces intermoléculaires et comportement réel des gaz
- II.3 Equations d'état des gaz réels
- II.4 Etats correspondants, écarts résiduels et fugacité
- II.5 Propriétés thermodynamiques des états condensés

**Chapitre III : Equilibres de phase d'une substance pure****(4 semaines)**

- II.1 Relations générales d'équilibre (Clapeyron et Clapeyron-Clausius)
- II.2 Equilibres liquide-vapeur, liquide- solide -vapeur
- II.3 Equilibres stables et instables et transition de phase
- II.4 Diagrammes généralisés

**Chapitre IV : Equilibres Chimiques****(5 semaines)**

- IV.1 L'affinité d'une réaction chimique
- IV.2 Systèmes monotherme-monobare et monochore
- IV.3 Chaleur d'une réaction chimique et lois de Hess et de Kirchoff
- IV.4 Loi d'action de masse et déplacement de l'équilibre chimique

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

**References**

Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, second ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.  
 Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,  
 Stanley I. Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.  
 Elliot, J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice -Hall (1999)  
 Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill  
 Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Chimie minérale industrielle		3	5	IST 4.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectifs de l'enseignement :

Connaître les principaux procédés industriels d'élaboration en chimie minérale, notamment la fabrication des ciments, du verre et céramiques, de l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, synthèse de l'ammoniac et les grandes métallurgies. Ce module permettra aux étudiants de calculer des bilans de matière et d'énergie, de dresser des schémas de procédés.

### Contenu de la matière

#### **Introduction**

(1 semaine)

Les matières premières : Quelques matières premières - Critères de base de choix des matières premières : Aspect économique, technique, disponibilité, hygiène et sécurité, coûts de reviens.

#### **Chapitre I : CIMENTS**

(2 semaines)

- Introduction - La chaux et sa fabrication - Plâtre de gypse - Ciment - Types de ciment - Composition chimique - Fabrication du ciment Portland - Composition chimique du ciment Portland - Prise et durcissement du ciment Portland - Chaleur d'Hydratation du Ciment - Ciment Spécial.

#### **Chapitre II : VERRE ET CÉRAMIQUE**

(2semaines)

- Introduction - Fabrication du Verre - Variétés de Verres. 2.2 Plasticité de l'Argile - Pâte blanche - Emailage - Applications - Faïences et Grès - Fibres Optiques.

#### **Chapitre III : FABRICATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE SULFURIQUE**

(3semaines)

- Production de l'anhydride sulfureux - Conversion du  $SO_2$  en  $SO_3$  (thermodynamique, cinétique et calculs des convertisseurs) - Absorption du  $SO_3$  - Fabrication et aspects environnemental - flow-sheets.

#### **Chapitre IV : FABRICATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE**

(3semaines)

Voie sèche - Voie humide - Matériaux de construction - Phosphates.

#### **Chapitre V : PRODUCTION DE L'AMMONIAC**

(3semaines)

- Préparation de gaz de synthèse - Equilibre - Cinétique - Catalyseurs - Technologie des réacteurs - Schémas d'unités.

#### **Chapitre VI : Les grandes métallurgies (Fe, Al, Cu, Ti, Mg,...)**

(1semaine)

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

### Références bibliographiques

- H. FAUDUET : Principes fondamentaux du génie des procédés et de la technologie chimique : aspects théoriques et pratiques (Lavoisier, Paris, 1997)
- B. LEFRANCOIS : Chimie industrielle, tome 1. Cours et problèmes résolus (Lavoisier, Paris, 1995)
- B. LEFRANCOIS : Chimie industrielle, tome 2. Problèmes résolus (Lavoisier, Paris, 1996)
- R. PERRIN et J.P. SCHARFF : Chimie industrielle, 2e édition (Masson, Paris, 1999)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Dessin assisté par ordinateur		2	2	IST 4.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

Cet enseignement permettra aux étudiants d'acquérir les principes de représentation des pièces en dessin industriel. Plus encore, cette matière permettra à l'étudiant à représenter et à lire les plans.

### Connaissances préalables recommandées

Dessin Technique

### Contenu de la matière :

#### Chapitre 0 : Rappels sur le dessin technique (3 semaines)

- 1- Vues en coupe
- 2- Développements et intersections
- 3- Dessin assemblé
- 4- Tracés géométriques et raccordements
- 5- Coupes

#### Chapitre 1 : PRESENTATION DU LOGICIEL CHOISIS (2 semaines) (SolidWorks, Autocad, Catia, Inventor, etc.)

- 1.1 Introduction et historique du DAO
- 1.2 Configuration du logiciel choisis
- 1.3 Éléments de référence du logiciel (aides du logiciel, tutoriels, etc.)
- 1.4 Sauvegarde des fichiers (fichier de pièce, fichier d'assemblage, fichier de mise en plan, procédure de sauvegarde pour une remise à l'enseignant)
- 1.5 Communication et interdépendance entre les fichiers.

#### Chapitre 2 : NOTION D'ESQUISSES (3 semaines)

- 2.1 Les outils d'esquisses (point, segment de droite, arc, cercle, ellipse, polygone, etc.) ;
- 2.2 Relations d'esquisses (horizontale, verticale, égale, parallèle, collinaire, fixe, etc.) ;
- 2.3 Cotation des esquisses et contraintes géométrique.
- 2.4 Modélisation 3d (1<sup>ère</sup> partie)

#### Chapitre 3. MODELISATION 3D (3 semaines)

- 3.1 Notions de plans (plan de face, plan de droite et plan de dessus)
- 3.2 Fonctions de bases (extrusion, enlèvement de matière, révolution)
- 3.4 Fonctions d'affichage (zoom, vues multiples, fenêtres multiples etc.)
- 3.5 Les outils de modifications (Effacer, Décaler, Copier, Miroir, Ajuster, Prolonger, Déplacer)
- 3.6 Réalisation d'une vue en coupe du modèle.

#### Chapitre 4 : MISE EN PLAN DU MODEL 3D (2 semaines)

#### 4.1 Édition du plan et du cartouche

##### 4.2 Choix des vues et mise en plan

##### 4.3 Habillages et Propriétés objets (Les hachures, la cotation, le texte, les tableaux, etc...)

### **Chapitre5 : ASSEMBLAGES (2 semaines)**

#### 5.1 Contraintes d'assemblage (parallèle, coïncidence, coaxiale, fixe, etc.):

#### 5.2 Réalisation de dessins d'assemblage

#### 5.3 Mise en plan d'assemblage et nomenclature des pièces

##### 1. Vue éclatée.

### **Mode d'évaluation :**

Interrogations, devoirs à la maison, examen final

### **Références bibliographiques :**

- 1- Solidworks bible 2013 Matt Lombard, Edition Wiley.
- 2- Dessin technique, Saint-Laurent, GIESECKE, Frederick E. Éditions du renouveau pédagogique Inc., 1982.
- 3- Exercices de dessins de pièces et d'assemblages mécaniques avec le logiciel SolidWorks, Jean Louis Berthéol, François Mendes.
- 4- La CAO accessible à tous avec SolidWorks : de la création à la réalisation tome1 Pascal Rétif.
- 5- Guide du dessinateur industriel, Chevalier A, Edition Hachette Technique.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Introduction au raffinage et à la pétrochimie		1	1	IST 4.9
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

Expliquer la genèse des énergies fossiles. Maîtriser la nomenclature et les spécifications des produits pétroliers. Connaître les principaux procédés de raffinage et pétrochimie et leurs produits.

**Connaissances préalables recommandées**

Chimie organique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1: Formation et Exploitation du Pétrole et Gaz naturel 4 semaines**

Définition et origine du pétrole, Gisements et caractéristiques des pétroles, Techniques d'exploitation

**Chapitre 2 : Schémas de raffinage du pétrole**

**6 semaines**

Nomenclature et caractéristiques des produits pétroliers, Principaux schémas de procédés de fabrication, Contraintes environnementales et évolution du raffinage

**Chapitre 3 : Schémas de fabrication pétrochimique 5 semaines**

Diversité des produits de l'industrie pétrochimique, Principales voies de fabrication en pétrochimie, Exemples de procédés (PVC, Ammoniac)

**Mode d'évaluation :**

Examen final : 100%.

**Référence:**

- 1- Le raffinage du pétrole en 5 tomes, Technip, 1998.
- 2- P. Wuithier, le pétrole, raffinage et génie chimique. TOME1, technip, 1972.
- 3- A. Fahim, Taher A. Al-Sahhaf, A Elkilani, Fundamentals of Petroleum Refining, Elsevier, 2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	Techniques d'information d'expression et de communication		1	1	IST 4.10
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	1h30	-		

### Objectifs de l'enseignement:

Cet enseignement vise à développer les compétences de l'étudiant, sur le plan personnel ou professionnel, dans le domaine de la communication et des techniques d'expression. Il permet aussi à l'étudiant de connaître les techniques, les outils et les méthodes utilisés pour faciliter les communications.

### Connaissances préalables recommandées:

Langues (Arabe ; Français ; Anglais)

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre 1: Rechercher, analyser et organiser l'information (2 semaines)**

Identifier et utiliser les lieux, outils et ressources documentaires, Comprendre et analyser des documents, Constituer et actualiser une documentation.

#### **Chapitre 2 : Améliorer la capacité d'expression (2 semaines)**

Prendre en compte la situation de Communication, Produire un message écrit, Communiquer par oral, Produire un message visuel et audiovisuel, Améliorer la capacité de communication en groupe.

#### **Chapitre 3 : Améliorer la capacité de communication dans des situations d'interaction**

- Analyser le processus de communication interpersonnelle.
- Améliorer la capacité de communication en face à face.
- Améliorer la communication en groupe.

#### **Chapitre 4 : Développer l'autonomie, la capacité d'organisation et de communication dans le cadre d'une démarche de projet (2 semaines)**

Se situer dans une démarche de projet et de communication, Anticiper l'action, Mettre en œuvre un projet : Exposé d'un compte rendu d'un travail pratique (Devoir à domicile).

### Mode d'évaluation:

Examen final : 100 %.

### Références bibliographiques:

(Livres et photocopiés, sites internet, etc.)

1. Jean-Denis Commeignes, 12 méthodes de communications écrites et orale – 4<sup>ème</sup> édition, Michelle Fayet et Dunod 2013.
2. Denis Baril, Sirey, Techniques de l'expression écrite et orale, 2008.
- 3- Matthieu Dubost, Améliorer son expression écrite et orale toutes les clés, Edition Ellipses 201

## **Programmes détaillés des matières du 5<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Génie des réacteurs I (réacteurs homogènes)		2	4	IPC5.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

### **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 I: Introduction générale**

**(2 semaines)**

- 1.1. Les relations stœchiométriques
- 1.2. Avancement de la réaction ;
- 1.3. Conversion du réactif ; Avancement généralisé ;
- 1.4. Cas des systèmes fermés ;
- 1.5. Cas des systèmes ouverts ;
- 1.6. Variation du volume de la phase réactionnelle en fonction de l'avancement généralisé ;
- 1.7. Rappel de Cinétique chimique ;
- 1.8. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

#### **Chapitre II : Les réacteurs idéaux**

**(3 semaines)**

- 2.1. Classification ;
- 2.2. Réacteur fermé uniforme (RFU) ;
- 2.3. Réacteur piston (RP);
- 2.4. Réacteur continu parfaitement agité (RCPA) ;
- 2.5. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

#### **Chapitre III : Bilans matière dans les réacteurs idéaux**

**(4 semaines)**

- 3.1. Réaction unique : Réacteur fermé uniforme
- 3.2. Réacteur continu parfaitement agité en régime permanent ;
- 3.3. Réacteur piston en régime permanent;
- 3.4. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

#### **Chapitre IV : Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à une réaction (4 semaines)**

RFU ; RCPA ; RP ; Association de réacteurs chimiques : Association de réacteurs continus stationnaires en écoulement piston (série/parallèle) ; Association de réacteurs continus stationnaires parfaitement agités (série/parallèle) ; Comparaison des performances des réacteurs idéaux; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

#### **Chapitre V: Etude des réacteurs chimiques homogènes isothermes à réactions multiples (2 semaines)**

- 5.1. Réactions irréversibles consécutives ;

- 5.2. Réactions compétitives ;
- 5.3. Sélectivité et rendement;
- 5.4. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

**Chapitre VI: Bilan thermiques et effet de la température dans les réacteurs idéaux** (4 semaines)

- 1.1. Rappel thermodynamique : Chaleur de réaction, Constantes d'équilibre, Conversion à l'équilibre,... ; Bilan énergétique du réacteur fermé uniforme (RFU) ;
- 1.2. l'équilibre,... ; Bilan énergétique du réacteur fermé uniforme (RFU) ;
- 1.3. Bilan énergétique du réacteur continu parfaitement agité (RCPA) ;
- 1.4. Bilan énergétique du réacteur piston (RP) ;
- 1.5. Stabilité de fonctionnement ;
- 1.6. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

**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. Villiermaux, « Génie de la réaction chimique, Conception et fonctionnement des réacteurs », Edition Technique et Documentation. 1982.
5. Froment GF Chemical reactor analysis and design 2<sup>nd</sup> edition (1990) J. Wiley
6. Schweich D. Génie de la réaction chimique. Tec&Doc Lavoisier, (2001) Paris

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Physico-chimie des interfaces		2	4	IPC5.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**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. Connaître le mécanisme réactionnel en cinétique hétérogène, et introduire la catalyse hétérogène. Application à la détermination de la surface et du volume poreux des solides.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques thermodynamique des équilibres.

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

Interface liquide-gaz, 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 : Tension de surface et tension d'interface (2semaines)**

Tension de surface des solutions aqueuses  
Isothermes de Gibbs-concentration superficielle

**Chapitre 3 : Etude physico-chimique (3semaines)**

Angle de contact-équation de Young  
Le mouillage et étalement  
La détersion par des agents tensioactifs  
Classification des agents détersifs  
Concentration molaire critique CMC  
Introduction à la notion de formulation (exemple de systèmes dispersés et applications)  
Mécanismes de la détersion  
Température de Krafft

**Chapitre 4 : adsorption (4 semaines)**

Interaction physique, interaction chimique, Adsorption des gaz à l'interface solide-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. Phénomènes d'hystérésis : Porosité ; Loi de Kelvin ; Volume poreux.

**Chapitre 5 : Introduction à la catalyse hétérogène (3 semaines)**

Différents types de catalyseurs, cinétiques des réactions hétérogènes

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. C. E. Chitour, «Physico-chimie des surfaces », OPU. Volume 1 et 2.
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	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Bilans macroscopiques		2	4	IPC5.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

### **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	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Electrochimie		2	4	IPC5.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

### **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 minérale, Chimie des solutions. Thermodynamique chimique et cinétique chimique.

#### **Chapitre 1 :**

**(3 semaines)**

Solutions électrolytiques : Conductivité, mobilité des ions, loi de dilution d'Oswald, relation de Kohlrausch. Applications de la conductivité

Electrolyse : cellule électrolytique, lois de Faraday et rendement faradique, consommation d'énergie, applications de l'électrolyse

#### **Chapitre 2 :**

**(6 semaines)**

Thermodynamique électrochimique : Notions de potentiel chimique ; Tension d'électrode et potentiel d'équilibre ; Relation de Nernst ; activité et coefficients d'activité, théorie de Debye-Huckel, Prédiction des réactions RedOx ; Différents types d'électrodes (électrodes de références ...); Piles électrochimiques et ses applications (accumulateurs...)

#### **Chapitre 3:**

**(6 semaines)**

Cinétique électrochimique : Vitesse d'une réaction électrochimique ; potentiostat et montages à trois électrodes, courbes de polarisation, Loi de Butler-Vollmer ; loi de Tafel, loi de Fick

Méthodes électrochimiques d'analyse : Potentiométrie, Voltampérométrie ; Chronopotentiométrie, ...

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. Génévrière ML Dumas, Roger Benaïm, l'indispensable en électrochimie, Breal, 2001.
2. G. Milazo, « Electrochimie », Dunod, 1969.
3. Brenet, « Introduction à l'électrochimie de l'équilibre et du non équilibre », Masson, 1980.
4. Allen J. Bard, « Electrochimie : principes, méthodes et applications », Masson, 1983.
5. Fabien Miomandre, SaïdSadki, PierreAudebert, « Electrochimie des concepts aux applications », Dunod, 2005.
6. F.Cœuret, A. Stock, « Eléments de génie électrochimique », Lavoisier Tech. & Doc, 1993.
7. D.Devilliers, E.Briot, D.Krulic, E.Mahé, De la chimie des solutions à l'électrochimie : thermodynamique et cinétique électrochimiques, Paris, Ellipses, 2020.
8. Aronica Christophe, Thermodynamique et cinétique électrochimique-des modèles aux pratiques expérimentales, Ellipses, France 2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Chimie des polymères		2	3	IPC5.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours a pour objet de présenter en détail l'architecture des chaînes macromoléculaires ainsi que les possibilités de développement de ces chaînes. Assimiler le degré de polymérisation des polymères (longueur des chaînes)...etc.

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases de la cinétique chimique et de la chimie organique ainsi que des notions de structure de la matière

**Contenu de la matière:****Généralités :**

1. Définition (macromolécule, polymère, polymères de synthèse, polymères naturels)
2. Polymères synthétiques

**Chapitre I : Classification des polymères :(2 semaine)**

- Polymère d'addition
- Polymère de condensation

**Chapitre II. Polymérisation d'addition ou polyaddition: (3 semaines)**

- a- Monomères de polyaddition et voies de polymérisation (effets électroniques et stériques sur la polymérisabilité)
- b- Etape d'initiation ou amorçage
- c- Etape de propagation (polymérisation)
- d- Etape de terminaison

**Chapitre III. Polyaddition radicalaire(3 semaines)**

1. Initiation et initiateurs
    - a) Peroxydes
    - b) azoïques
    - c) Disulfures
    - d) Systèmes redox
    - e) Initiation photochimique
  2. Propagation ou polymérisation
  3. Terminaison
    - a) Par dismutation
    - b) Par couplage
    - c) Par transfert de chaîne
  4. Inhibiteurs de polymérisation radicalaire
    - a) Exemples de réaction d'inhibition de polymérisation
- b) Auto-inhibition
5. Cinétique de polymérisation radicalaire
  6. Degré de polymérisation et constantes de transfert de chaîne

**Chapitre IV. Polymérisation cationique(3semaines)**

1. Initiation et initiateurs cationiques
  - a) Acides de Brønsted
  - b) Acides de Lewis
2. Propagation ou polymérisation
3. Terminaison (notion de polymérisation vivante)
  - a) Par transfert de chaîne au monomère
  - b) Par transfert au contre-ion (terminaison spontanée)
  - c) Par couplage avec contre-ion
  - d) Terminaison avec un agent de transfert de chaîne
4. Cinétique et degré de polymérisation
5. Effet de solvant
6. Applications industrielles

**Chapitre V. Polymérisation anionique(3 semaines)**

1. Initiateurs anioniques
  - a) Initiateurs nucléophiles
  - b) Initiateurs par transfert d'électrons
2. Propagation
3. Terminaison (notion de polymérisation vivante)
  - a) Par ajout d'un agent de transfert (protogènes)
  - b) Elimination d'hydrure
  - c) Terminaison intra moléculaire
  - d) Terminaison par transfert au solvant
4. Cinétique de la polymérisation anionique
5. Effet du solvant
6. Applications

**Chapitre VI. Copolymérisation radicalaire(3 semaines)**

1. Types de copolymérisation
  - a) Copolymère séquencé (bloc)
  - b) Copolymère alterné
  - c) Copolymère statistique
  - d) autres polycondensations

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

**Références bibliographiques**

- a) F. A. Bovey and F. H. Winslow, *Macromolecules: An Introduction to Polymer Science*, Academic Press, New York, 1979.
- b) G. Odian, *Principles of Polymerization*, John Wiley & Sons, Inc., 4th Ed., New Jersey, 2004.
- c) R. W. Lenz, *Organic Chemistry of Synthetic High Polymers*, Interscience Publishers, New York, 1967.
- d) D. Braun, H. Cherdron, M. Rehahn, H. Ritter, and B. Voit, *Polymer Synthesis: Theory and Practice*, Springer-Verlag, 4th Ed., Heidelberg, 2005.
- e) G. Champetier, *La Chimie Macromoléculaire*, Tomes I et II, Éditions Hermann, Paris, 1970.
- f) F. W. Billmeyer, *Textbook of Polymer Science*, Wiley-Interscience, 2nd Ed., New York, 1971.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Analyse numérique		3	4	IPC5.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant doit acquérir les méthodes nécessaires pour la résolution de problème d'une façon numérique comme les équations algébriques linéaires et non linéaire, les polynômes de degré supérieur et enfin les systèmes d'équations.

Il est souligné l'utilisation des compétences mathématiques pour résoudre les problèmes concrets dans le domaine du génie des procédés. Cette unité doit guider l'étudiant à formuler des problèmes pour se préparer à la conception et à la simulation des procédés.

### Connaissances préalables recommandées :

Analyse 1, Analyse 2, Outils informatique.

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1. Résolution des équations non linéaires $f(x)=0$ (3 Semaines)**

- 1.1 Introduction sur les erreurs de calcul et les approximations,
- 1.2. Introduction sur les méthodes de résolution des équations non linéaires,
- 1.3. Méthode de bisection,
- 1.4. Méthode des approximations successives (point fixe),
- 1.5. Méthode de Newton-Raphson.

#### **Chapitre 2. Interpolation polynomiale (3 Semaines)**

- 2.1. Introduction générale,
- 2.2. Polynôme de Lagrange,
- 2.3. Polynômes de Newton.

#### **Chapitre 3. Approximation de fonction : (3 Semaines)**

- 3.1. Méthode d'approximation et moyenne quadratique.
- 3.2. Systèmes orthogonaux ou pseudo-Orthogonaux. Approximation par des polynômes orthogonaux,
- 3.3. Approximation trigonométrique.

#### **Chapitre 4. Intégration numérique (3 Semaines)**

- 4.1. Introduction générale,
- 4.2. Méthode du trapèze,
- 4.3. Méthode de Simpson,
- 4.4. Formules de quadrature.

#### **Chapitre 5. Résolution des équations différentielles ordinaires (Problème de la condition initiale ou de Cauchy) (3 Semaines)**

- 5.1. Introduction générale,
- 5.2. Méthode d'Euler,
- 5.3. Méthode d'Euler améliorée,
- 5.4. Méthode de Runge-Kutta.

### TP méthodes numériques

**1 : Résolution d'équations non linéaires** : 1. Méthode de la bisection. 2. Méthode des points fixes, 3. Méthode de Newton-Raphson

**2 : Interpolation et approximation** : 1. Interpolation de Newton, 2. Approximation de Tchebychev

**3 : Intégrations numériques :** 1. Méthode de Rectangle, 2. Méthode de Trapezes, 3. Méthode de Simpson

**4 : Equations différentielles :** 1. Méthode d'Euler, 2. Méthodes de Runge-Kutta

**5 : Systèmes d'équations linéaires :** 1. Méthode de Gauss- Jordon, 2. Décomposition de Crout et factorisation LU, 3. Méthode de Jacobi, 4. Méthode de Gauss-Seidel

**Mode d'évaluation :**

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

**Références bibliographiques:**

1. C. Brezinski, Introduction à la pratique du calcul numérique, Dunod, Paris 1988.
2. P. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Masson, Paris, 1982.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	Méthode physico-chimiques d'analyse I		2	2	IPC 5.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

**Objectifs de l'enseignement :**

Connaître les principes et les intérêts des principales méthodes physiques d'analyse ainsi que leurs applications dans le domaine de l'ingénierie des procédés chimiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

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

**Contenu de la matière :****Chapitre I : Méthodes Chromatographiques (3 semaines)**

- Généralités sur les méthodes chromatographiques ; Principe général de la séparation chromatographique
- Différents types de chromatographie : CCM, chromatographie sur colonne, phase gazeuse (CPG), HPLC,....etc
- Grandeur de rétention et polarité chromatographique
- Introduction à la colonne capillaire
- Comparaison entre phase gazeuse et phase liquide

**Chapitre II : Spectroscopie moléculaire UV – Visible (3 semaines)**

- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Interprétation d'un spectre d'absorption UV-Visible.
- Spectres électroniques et absorption des composés moléculaires

**Chapitre III : Spectroscopie Infrarouge (IR) (3 semaines)**

- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Présentation du spectre et origine de l'absorption dans le moyen IR
- Bandes caractéristiques des composés organiques
- Interprétation d'un spectre d'absorption IR

**Chapitre IV : Spectroscopie de masse (3 semaines)**

- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Présentation du spectre et interprétation

**Chapitre V : Spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN) (3 semaines)**

- Principe
- Notions théoriques ; Appareillage
- Présentation du spectre et interprétation d'un spectre RMN

**Travaux pratiques (Applications) :**

- Identifications et quantifications par HPLC et CPG

- Vérification de la loi de Beer-Lambert
- Interprétation d'un spectre d'absorption IR : 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, M. Dalibart, L. Servant, « Spectroscopie dans l'infrarouge, Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation », P2845, 2000.
4. instrumentales », 7ème Edition Dunod, 2009.
5. 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.
6. R. Rosset, « Chromatographie en phase liquide », Masson, 1995
7. M. Dalibart, L. Servant, « Spectroscopie dans l'infrarouge, Techniques de l'Ingénieur, traité Analyse et Caractérisation », P2845, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S5	TP-Chimie physique 1 et génie chimique 1		1	2	IPC 5.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	-	1h30		

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

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

### **Connaissances préalables recommandées:**

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

### **Contenu de la matière:**

**TP de chimie physique (chimie des surfaces, électrochimie)**

**TP génie de la réaction 1 (réacteurs homogènes)**

**Définir les TP en fonction des moyens de chaque établissement**

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

### **Références bibliographiques:**

1. B. Fremaux, « Eléments de cinétique et de catalyse, technique et documentation », Lavoisier.
2. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, « Cinétique et catalyse », Lavoisier, 2011.
3. J. Krabol, « Transfert de chaleur », Masson, 1990
4. Bird, Stewart, Lightfoot, « Transport phenomena », Second Edition, J. Wiley et Sons, 2002.
5. Laszlo, « Les bases scientifiques du génie chimique », Dunod, 1972.
6. Robert E. Treybal, « Mass transfer operation », Mc Graw-Hill, 1981.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S5	Appareils de mesure- instrumentation	2	2	IPC 5.9
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	-	1h30	

### **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:**

Transfert de chaleur ; Mécanique des fluides ;

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Choix d'un instrument de mesure (4 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 ; Erreur absolue, Erreur relative, Loi de composition des erreurs.

#### **Chapitre 2 : Appareils analogiques et numériques (3 semaines)**

Constitution et types d'appareils. Spécifications des instruments. Principe et possibilités de mesure. Caractéristiques principales. Précision des appareils.

#### **Chapitre 3 : Mesures des grandeurs (4 semaines)**

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

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

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

Mesures de température : Thermomètres et thermocouples, thermistances.

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

Dynamique des systèmes linéaires

- Définition des systèmes linéaires
- Réponse à une entrée non sinusoïdale

Système de régulation en boucle fermée :

- schéma standard
- Contrôleurs à paramètres fixes (PID)
- Instrumentation de la boucle fermée

### **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	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S5	Anglais technique en relation avec la spécialité	1	1	IPC 5.10
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	-	1h30	-	

**Objective:**

Develop the reading, writing, listening and speaking abilities of the students.

**Recommended prior Knowledge:**

Basic English.

**Contents:**

The English syllabus consists of a set of texts containing scientific and technical parts. The chosen texts must be used to study scientific and technical English and Grammar acquisition.

The texts must be selected according to the vocabulary built up, familiarization with both scientific and technical matters in English for further understanding. Therefore, each text will be defined by a set of vocabulary concepts, a set of special sentences (idioms) and comprehension questions.

The texts must contain also a terminology which means the translation of some words from English to French one. Besides, the activity at the end of each session must include a translation of long statements which are selected from the texts.

Examples for some lectures:	Examples of Word Study: Patterns
Radioactivity.	Explanation of Cause
Chain Reaction.	Result
Reactor Cooling System.	Conditions (if), Conditions (Restrictive)
Conductor and Conductivity.	Eventuality
Induction Motors.	Manner
Electrolysis.	When, Once, If, etc. + Past Participle
Liquid Flow and Metering.	It is + Adjective + to
Liquid Pumps.	As
Petroleum.	It is + Adjective or Verb + that...
Road Foundations.	Similarity, Difference
Rigid Pavements.	In Spite of, Although
Piles for Foundations.	Formation of Adjectives
Suspension Bridges.	Phrasal Verbs

**Evaluation mode:**

Exam : 100%.

**References:**

1. J. Upjohn, S. Blattes, V. Jans, Minimum Competence in Scientific English, Office des Publications Universitaires, 1994.
2. A.J. Herbert, The Structure of Technical English, Longman, 1972.
3. S. Berland-Delepine, Grammaire méthodique de l'anglais moderne avec exercices, Ophrys, 1982.
4. Test of English as a Foreign Language – Preparation Guide, Cliffs, 1991.
5. R. Fowler, The Little, Brown Handbook, Little, Brown Company, 1980.
6. Cambridge – First Certificate in English, Cambridge books, 2008.
7. K. Wilson, Th. Healy, First Choice, Oxford, 2007.

## **Programmes détaillés des matières du 6<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S6	Opérations unitaires I (Extraction-Absorption)	2	4	IPC 6.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	3h00	1h30	-	

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

Connaître les principales opérations unitaires et comprendre les schémas des procédés des différentes industries du génie des procédés chimiques ; Ecrire et contrôler les bilans matières de ces processus.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique ; Equations différentielles ; Phénomènes de transfert.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Extraction liquide-liquide et liquide-solide**

**(8 semaine)**

1. Introduction : but de l'extraction Liquide – Liquide
2. Rappels de thermodynamique : Potentiels chimiques ; règle de Gibbs ; équilibre liquide-liquide ; type de coordonnées.
3. Méthodes d'extraction, système ternaire : choix du solvant (propriétés physiques pouvoir solvant, sélectivité) ;
  - méthodes de calculs dans divers systèmes de coordonnées pour : courants croisés – contre courant-avec alimentation- contre courant avec reflux.
  - Analogie avec la distillation.
4. Systèmes à plus de trois composants
  - Appareils d'extraction liquide –liquide
  - Dimensionnement (batteries de mélangeurs-décanteurs)
5. Extraction solide-liquide :

#### **Chapitre 2 : Absorption**

**(7 semaines)**

1. Introduction : but de l'absorption ; solubilité des gaz (rappel de la loi de Henry) ; rappels sur les coefficients de transfert
2. Absorption isotherme : appareils progressifs (colonnes garnies) ; appareils étagés (colonnes à plateaux)
3. Hydrodynamique des systèmes solide-liquide-gaz ; engorgement ; vitesse des courants, diamètre de la colonne
4. Dimensionnement : bilan matière calcul de la hauteur

### **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.
3. COULSON J.M., J.F RICHARDSON, J.R BACKHURST and J.H. HARKER, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	Milieux poreux et dispersés		2	4	IPC 6.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

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

Comprendre des phénomènes d'écoulement biphasique

### **Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques ; phénomènes de transfert.

### **Contenu de la matière:**

- Chapitre I : Morphologie des milieux poreux et dispersés (1 semaine)**
  - 1. Définitions
  - 2. Morphologie d'un grain unique ; texture des empilements de grains.
- Chapitre II : Mécanique des solides granulés (1 semaine)**
  - 1. Criblage, tamisage, broyage
  - 2. Analyse granulométrique.
- Chapitre III : Ecoulements des fluides à travers un milieu poreux ; Filtration (3 semaine)**
  - 1. Ecoulement d'un seul fluide
  - 2. Ecoulement d'une suspension ; filtration.
- Chapitre IV : Mouvement des grains dans les fluides (4 semaine)**
  - 1. Ecoulement des fluides autour d'un objet immergé
  - 2. Mouvement verticaux de particules ou globule dans le champ de pesanteur
  - 3. Equation de mouvement, vitesse terminale de chute libre, application pratique, mouvement de gouttes et de bulles.
  - 4. Chute collective de particules dans un fluide (fluide continu équivalent, vitesse terminale, relation de Richardson et Zaki)
  - 5. Sédimentation.
- Chapitre V : Fluidisation (4 semaine)**
  - 1. Introduction
  - 2. Fluidisation homogène et hétérogène
  - 3. Transfert thermique et fluidisation
  - 4. Transfert de matière et fluidisation
  - 5. Applications
- Chapitre VI : Transport pneumatique et hydraulique (2 semaine)**
  - 1. Transport pneumatique
  - 2. Vitesse, perte de charge, transfert hydraulique, différence entre pneumatique et hydraulique
  - 3. Applications.

### **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.
3. COULSON J.M., J.F RICHARDSON, J.R BACKHURST and J.H. HARKER, "Chemical engineering", volume two, Fifth edition, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	Fours et chaudières		2	4	IPC 6.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Objectif de l'enseignement:**

- ✓ Expliquer le fonctionnement des fours et des chaudières industriels.
- ✓ établir un bilan d'énergie d'un four ou d'une chaudière et de déterminer le rendement thermique de l'équipement.
- ✓ Indiquer les postes de perte d'énergie dans ces équipements et les méthodes d'optimiser le bilan thermique.
- ✓ Décrire les principales opérations d'exploitation des équipements de chauffe.

**Connaissances préalables recommandées:**

*Phénomènes de transfert de matière, de chaleur et de quantité de mouvement, et thermodynamique.*

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. INTRODUCTION (1 Semaines)**

**Chapitre 2. COMBUSTIBLES ET ENERGIE DE COMBUSTION (4 Semaines)**

Les combustibles ; La combustion. ; Réaction de combustion ; Qualité de la combustion. ; Les équipements de combustion ; Aspects environnementaux liés à la combustion.

**Chapitre 3. LES FOURS INDUSTRIELS (6 Semaines)**

- Classification et description des fours industriels.

Fours continus, fours discontinus, chauffage direct et chauffage indirect, Fours à haute et à basse température, dimensionnement d'un four.

- Bilan énergétique d'un four.

- Rendement d'un four.

- Exploitation des fours industriels (principales opérations) :

Séchage, Mise en service et contrôle de fonctionnement et arrêts d'un four, Décockage des tubes de four.

**Chapitre 4. LES CHAUDIERES INDUSTRIELLES (4 Semaines)**

4.1. Rôle des chaudières industrielles.

4.2. Aspect thermodynamique des chaudières.

4.3. Différents types de chaudières

Chaudières à tubes d'eau, Chaudières à tubes de fumées, Chaudières de récupération.

4.4. Circulation de l'eau dans les chaudières.

4.5. Calcul thermique d'une chaudière.

4.6. Principaux paramètres à surveiller lors de l'exploitation d'une chaudière.

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

**Références bibliographiques:**

1. R.Borghi, M.Destriau, , Gérard de Soete, *Combustion and Flames, Chemical and physical principles, Edition TECHNIP, 1998.*

2. R.Borghi, M.Destriau, Gérard de Soete, *La combustion et les flammes, Edition TECHNIP, 1995.*

3. <http://www.ultimheat.com/Museum/section3/1932%20ca%20Galopin%20chaudi%C3%A8res%2020111015.pdf>

4. Irvin Glassman, *Combustion, Second edition, ACADEMIC PRESS, INC, 1987.*

Georges Monnot, *La Combustion dans les fours et les chaudières, Technip, Publications de l'Institut français du pétrole, 1978.*

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S6	Thermodynamique des équilibres	2	4	IPC 6.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

**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:**

Thermodynamique chimique ; Equations différentielles.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Thermodynamiques des solutions (2 semaines)**

- 1.1 Comportement d'un constituant dans un mélange
- 1.2 Grandeurs molaires partielles
- 1.3 Grandeurs d'excès et activité ;
- 1.4 Modèles des solutions liquides non électrolytiques ; I.5 Mélanges gazeux réels et propriétés pseudo-critiques

**Chapitre 2 : Equilibre liquide-vapeur (5 semaines)**

- 2.1 Equilibre d'un mélange binaire idéale
- 2.2 Equilibre de solutions quelconques à constituant miscible et non miscible
- 2.3 Diagramme liquide-vapeur à pression et température constante
- 2.4 Application à la distillation fractionnée et à entrainement de vapeur
- 2.5 Extension au système ternaire

**Chapitre 3 : Thermodynamique des Equilibres liquide-liquide et liquide-solide(5 semaines)**

- 3.1 Mélange binaire liquide-liquide
- 3.2 Application à l'extraction liquide-liquide
- 3.3 Mélange liquide-solide
- 3.4 Diagramme des activités et solubilités
- 3.5 Application aux mélanges ternaires
- 3.6 Surfaces et Interfaces

**Chapitre 4 : Thermodynamique des équilibres chimiques (3 semaines)**

- 4.1 Equilibre d'un système en réaction chimique
- 4.2 Réactions chimiques homogènes et hétérogènes
- 4.3 Equilibres de phase associé à une réaction chimique

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Smith, E.B, Basic, Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
2. Stanley I.Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
3. Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
4. Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: Thermodynamics, John Wiley and sons
5. Brodyanski V., Sorin M., Le Goff P. The efficiency of industrial processes, exergy analysis and optimization, Amsterdam, Elsevier, (1994).
6. Wuithier, P, le pétrole, raffinage et génie chimique, édition technip 1972
7. Abbott M; Théorie et applications de la thermodynamique, série schum, Paris 1978
8. Kireev, V. Cours de chimie physique, Edition Mir, Moscou 1975

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	Elaboration des schémas des procédés industriels		1	2	IPC 6.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

Introduction

## SCHÉMA BLOC

### 4 - SCHÉMA PROCÉDÉ

- 4.1 - Contenu d'un schéma procédé
- 4.2 - Symbolisation
- 4.3 - Élaboration du schéma procédé
- 4.4 - Modélisation et optimisation du schéma de procédé
- 4.5 - Exemple de configuration

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S6	Bases de la simulation des procédés	2	3	IPC 6.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	-	1h30	

### **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 :**

**(5 semaines)**

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

#### **Chapitre 2 :**

**(5 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:**

**(5 semaines)**

Simulation de quelques équipements : Simulation des pompes ; Compresseurs ; Détendeurs ; Séparateur flash ; Echangeur de chaleur ; Fours et réacteurs.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40%, Examen : 60%

### **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	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S6	TP génie chimique 2 : opérations unitaires, réacteurs homogènes, Milieux poreux	2	2	IPC 6.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	-	-	3h00	

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

- Mettre en pratique les notions théoriques acquises dans la matière.
- Savoir mettre en marche, faire fonctionner et arrêter une installation en suivant les règles de sécurité.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Opérations unitaires

### **Contenu de la matière:**

1. TP de Thermodynamique (à définir en fonction des moyens de chaque établissement).
2. TP Operations unitaires : Extraction, absorption, (à définir en fonction des moyens de chaque établissement).
3. TP de MPD :

TP N° 1. Caractérisation de particules solides : masse volumique, porosité en lit, angles d'écoulement.

TP N° 2. Détermination des diamètres moyens par tamisage.

TP N° 3. Mesure de la perte de charge à travers un lit de particules ; fluidisation.

TP N° 4. Fluidisation gaz-solide ou liquide-solide : vitesse minimale de fluidisation, expansion du lit.

TP N° 5. Filtration : filtration sur filtre presse, résistance du gâteau et de la toile

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	Statistiques et notions de plans d'expériences		3	4	IPC 6.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

### Objectifs de l'enseignement

Permettre aux étudiants de pratiquer de façon autonome et avec assurance la méthodologie des plans d'expériences.

### Connaissances préalables recommandées

Statistiques, programmation informatique.

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1: Définitions de base**

(1 semaine)

Notions de population, d'échantillon, variables, modalités

Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

#### **Chapitre 2: Séries statistiques à une variable**

(3 semaines)

Effectif, Fréquence, Pourcentage.

Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.

Caractéristiques de position, de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.

Caractéristiques de forme.

#### **Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables**

(3 semaines)

Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.

Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.

Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.

Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.

Ajustement fonctionnel.

**Chapitre 4 : Analyse des plans d'expériences****(3 semaines)**

Définitions sur les modèles linéaires à effets fixes de Gauss-Markov.

Analyse dans le cas où la matrice du plan est de plein rang colonne.

Estimation et propriétés des paramètres, par la méthode des moindres carrées : équations normales, intervalles des confiances.

Analyse de la variance et tests d'hypothèse.

Notion des paramètres de nuisance, et méthode d'élimination de ces paramètres par orthogonalisation.

Analyse dans le cas où la matrice du plan (n) est pas de plein rang colonne.

Contraintes (d'identifiabilité du modèle) sur les paramètres.

Estimabilité d'une fonction linéaire des paramètres.

**Chapitre 5 : Quelques dispositifs expérimentaux de base - cas où les facteurs sont qualitatifs. (3 semaines)**

Plan à un facteur : Analyse simple de la variance.

Plans à deux facteurs : Analyse double de la variance.

Plans factoriels complets à plusieurs facteurs : exemples.

Notions sur l'optimalité des plans d'expériences.

**Chapitre 6 : Méthodologie de l'exploration de la surface de réponses : facteurs quantitatifs (à une réponse). (3 semaines)**

Introduction et terminologie.

Analyse : Recherche d'un modèle adéquat (estimation des paramètres d'un modèle polynomial, analyse de la variance, tests d'hypothèses pour confirmer ou non l'adéquation du modèle).

Détermination des conditions optimales : détermination des niveaux des facteurs qu'on estime produire une réponse optimale (maximale, minimale ou proche d'une cible fixée par l'expérimentateur).

Méthode de la recherche du chemin optimal.

Quelques dispositifs optimaux utilisés dans le cas où les facteurs sont quantitatifs.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
2. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991
3. GOUPY J., Pratiquer les plans d'expériences, Dunod, 2005.
4. MONTGOMERY D., Design and analysis of experiments, Wiley, 2004.
5. CORNELL J, Experiments with mixtures, Wiley, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S6	Stage dans un milieu industriel 1		1	1	IPC 6.9
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
-	Volume horaire hors quota				

### **Objectif de l'enseignement**

Le stage dans un milieu industriel est une modalité de travail pédagogique qui consiste en une mise en situation professionnelle de l'étudiant, réalisée en mode stage, de préférence au sein d'un groupe d'étudiants, sous la responsabilité d'un enseignant tuteur.

Il recouvre les notions de pédagogie, industriel, projet collaboratif, réalisation collective, travail encadré de recherche...

Il se différencie d'un stage par les éléments suivants :

- Le stage ne fait pas nécessairement appel à un organisme extérieur à l'université ;
- Il ne suppose pas une présence à temps plein au sein de l'éventuel organisme d'accueil ;
- Il est conçu, organisé et mis en œuvre sous l'autorité d'un enseignant tuteur ;
- Il ne donne pas lieu à rémunération ou gratification au sens des dispositions relatives aux stages.

### **LE CADRE PEDAGOGIQUE**

Le stage dans un milieu industriel doit figurer dans la maquette de la formation, donner lieu à une évaluation (y compris par les étudiants) et être assorti

Le stage s'appuie sur un travail en mode projet, qui peut s'organiser de la manière suivante :

- Expliquer les enjeux du projet, identifier les compétences requises, définir les rôles des contributeurs ;
- Structurer, planifier et suivre les différentes phases du projet en anticipant les éventuels points de blocage ;
- Déterminer et négocier les moyens nécessaires au projet.

### **Le déroulement du stage :**

La validation du stage d'initiation étant obligatoire pour l'obtention du diplôme, l'étudiant doit lui accorder une attention particulière. D'autant plus qu'une bonne appréciation du stagiaire de la part de l'encadreur ou tuteur professionnel peut constituer une opportunité pour le stage de fin de parcours ou d'embauche.

L'étudiant est tenu, à ce titre, de :

- assurer une présence assidue à l'organisme d'accueil.
- se conformer aux normes de l'organisme d'accueil.
- planifier le programme du stage en collaboration avec l'encadreur professionnel (services à visiter, postes à observer, durée de l'observation,...).
- reporter sur le journal de stage les tâches effectuées.
- se procurer, avec l'accord préalable de l'entreprise, les documents jugés nécessaires pour la rédaction ou l'enrichissement du rapport de stage.

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S6	Entreprenariat et management des entreprises	1	1	IPC 6.10
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

### Objectifs de l'enseignement:

- Se préparer à l'insertion professionnelle en fin d'études ;
- Développer les compétences entrepreneuriales chez les étudiants ;
- Sensibiliser les étudiants et les familiariser avec les possibilités, les défis, les procédures, les caractéristiques, les attitudes et les compétences que requiert l'entreprenariat ;
- Préparer les étudiants pour qu'ils puissent, un jour ou l'autre, créer leur propre entreprise ou, du moins, mieux comprendre leur travail dans une PME.

### Connaissances préalables recommandées:

Aucune connaissance particulière, sauf la maîtrise de la langue d'enseignement.

### 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. Être sensibilisé à l'entreprenariat par la présentation d'un aperçu des connaissances de gestion utiles à la création d'activités.

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre 1 –Préparation opérationnelle à l'emploi : (2 Semaines)**

Rédaction de la lettre de motivation et élaboration du CV, Entretien d'embauche, ..., Recherche documentaire sur les métiers de la filière, Conduite d'interview avec les professionnels du métier et Simulation d'entretiens d'embauches.

#### **Chapitre 2 - Entreprendre et esprit entrepreneurial : (2 Semaines)**

Entreprendre, Les entreprises autour de vous, La motivation entrepreneuriale, Savoir fixer des objectifs, Savoir prendre des risques

#### **Chapitre 3 - Le profil d'un entrepreneur et le métier d'Entrepreneur :(3 Semaines)**

Les qualités d'un entrepreneur, Savoir négocier, Savoir écouter, La place des PME et des TPE en Algérie, Les principaux facteurs de réussite lors de la création d'une TPE/PME

#### **Chapitre 4 - Trouver une bonne idée d'affaires : (2 Semaines)**

La créativité et l'innovation, Reconnaître et évaluer les opportunités d'affaires

#### **Chapitre 5–Lancer et faire fonctionner une entreprise : (3 Semaines)**

Choisir un marché approprié, Choisir l'emplacement de son entreprise, Les formes juridiques de l'entreprise, Recherche d'aide et de financement pour démarrer une entreprise, Recruter le personnel, Choisir ses fournisseurs

#### **Chapitre 6 - Elaboration du projet d'entreprise : (3 Semaines)**

Le Business Model et le Business Plan, Réaliser son projet d'entreprise avec le Business Model Canvas

**Mode d'évaluation :** Examen : 100%

### Références bibliographiques:

- Fayolle Alain, 2017. Entrepreneuriat théories et pratiques, applications pour apprendre à entreprendre. Dunod, 3e éd.
- Léger Jarniou, Catherine, 2013, Le grand livre de l'entrepreneur. Dunod, 2013.
- Plane Jean-Michel, 2016, Management des organisations théories, concepts, performances. Dunod, 4ème éd.
- Léger Jarniou, Catherine, 2017, Construire son Business Plan. Le grand livre de l'entrepreneur. Dunod,.
- Sion Michel, 2016, Réussir son business Méthodes, outils et astuces plan. Dunod ,4ème éd.
- Patrick Koenblit, Carole Nicolas, Hélène Lehongre, Construire son projet professionnel, ESF, Editeur 2011.
- Lucie Beauchesne, Anne Riberolles, Bâtir son projet professionnel, L'Etudiant 2002.
- ALBAGLI Claude et HENAULT Georges (1996), La création d'entreprise en Afrique, ed EDICEF/AUPELF ,208 p.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S6	Responsabilité environnementale 1 : environnement et développement durable	1	1	IPC 6.11
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

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

Cet enseignement a pour objectif de sensibiliser les étudiants aux enjeux, contenus et actions du développement durable. Il s'agit de leur faire prendre conscience qu'il est possible d'agir pour la préservation de l'environnement, à travers leur formation, ainsi qu'à leur échelle, sur leur consommation, leurs activités quotidiennes et leur société. Lors de sa formation universitaire, quelle qu'elle soit sa spécialité et son ambition pour ses futures orientations professionnelles, l'étudiant aura l'occasion d'apprendre et d'expérimenter sa connaissance sur le développement durable. Le Développement durable est actuellement une des réponses qui émerge dans le monde entier, pour faire face à la conjonction actuelle des grands enjeux écologiques, économiques et sociétaux du monde.

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** Définitions : définition de l'environnement (définition générale, définition juridique) ; bref historique ; l'homme et l'environnement ; composantes d'un environnement ; notions de développement durable (définition du DD, bref historique, principes fondamentaux du DD, objectifs du DD, enjeux environnementaux du DD, législation sur le DD en Algérie).

**Chapitre 2 :** Signification du développement

- 2.1. Les principales dimensions de la crise environnementale : la démographie humaine, Le réchauffement climatique, Les énergies fossiles (non renouvelables), L'épuisement des ressources naturelles, L'eau potable, La biodiversité et l'agriculture
- 2.2. Objectifs du développement durable (les 17 objectifs de l'ONU)
- 2.3. Le Concept du Développement Durable
- 2.4. Les domaines du développement durable
- 2.5. Les principes de DD et leurs origines : précaution, prévention, responsabilité, solidarité, équité, pollueur-payeur
- 2.6. Quelques indicateurs du développement durable: empreinte écologique et bio capacité, impact sur l'environnement, indice de performance environnementale, indice de développement humain, PIB : produit intérieur brut (économique) et Taux de scolarisation garçons/filles (sociétal), accessibilité aux soins (sociétal).
- 2.7. Education environnementale, Sensibilisation et animation nature, communication environnement,

**Mode d'évaluation :** Examen : 100%

## **Programmes détaillés des matières du 7<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S7	Opération unitaire II (Distillation-Rectification)	2	4	IPC 7.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	3h00	1h30	-	

**Objectifs de l'enseignement:**

Connaître les principales opérations de distillation et de rectification.

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique ; Equations différentielles ; Phénomènes de transfert.

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

1. Généralités sur les opérations unitaires : Absorption ; Extraction ; Adsorption ; Distillation, etc...
2. Description d'une installation de distillation purification
3. Processus continus et discontinus

**Chapitre 2 : Equilibre liquide vapeur****(3 semaines)**

1. Liquides complètement miscibles-mélanges idéaux, mélanges non idéaux
2. Loi de Raoult Henry
3. Courbes d'équilibres (T-x,y , H-x,y)
4. Mélanges partiellement miscibles
5. Mélanges renfermant plus de deux constituants

**Chapitre 3 : Distillation simple****(3 semaines)**

1. Distillation simple en alambic
2. Distillation simple continue
3. Distillation flash
4. Distillation moléculaire
5. Distillation à la vapeur

**Chapitre 4 : Rectification des mélanges binaires****(3 semaines)**

1. Notions générales
2. Méthodes de McCabe et Thiele
3. Méthodes de calcul du nombre de plateaux théoriques
4. Méthodes de PUNCHON et SAVARIT
5. Problèmes économiques
6. Alimentations soutirages multiples
7. Rectification discontinue
8. Colonne à garnissages
9. Méthodes de ChiltonColburn
10. Dimensionnement d'une colonne de rectification

**Chapitre 5 : Distillation et rectification****(3 semaines)**

1. Distillation extractive et azeotropique
2. Mélanges complexes
3. Méthodes de Gilliland( à la base de distillation du pétrole)

**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	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S7	Génie des réacteurs II (réacteurs non idéaux et Bioréacteurs)	2	4	IPC 7.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant aura acquis des connaissances concernant l'hydrodynamique dans les réacteurs réels ou non-idéaux.

Introduction des concepts de base nécessaires à la mise en œuvre du design et de l'analyse des bioréacteurs à l'échelle industrielle.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base en cinétique chimique, en réacteurs homogènes idéaux, en phénomènes de transfert, en mathématique (Intégrales et équations différentielles).

**Contenu de la matière:****Partie 1 : Réacteurs non idéaux****Chapitre I : Ecoulements dans les réacteurs réels****(4 semaines)**

- 2.1. Introduction ;
- 2.2. Détermination expérimentale de la DTS ;
- 2.3. Réponse à une injection échelon ; Réponse à une injection impulsion ;
- 2.4. Relations mathématiques ;
- 2.5. Application dans les réacteurs idéaux ;
- 2.6. Réacteur piston ; Réacteur continu parfaitement agité ;
- 2.7. Interprétation de la DTS et diagnostique des défauts;
- 2.8. Travail personnel des étudiants (devoirs de maison, exposés,... etc) ;
- 2.9. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,... etc).

**Chapitre II: Modélisation des écoulements dans les réacteurs réels****(2 semaines)**

- 3.1. Modèle piston dispersif ;
- 3.2. Modèle de cascade de réacteurs parfaitement agités ;
- 3.3. Prédiction de la conversion dans les réacteurs réels;
- 3.4. Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,... etc).

**Partie 2 : Bioréacteurs****Chapitre I: Modélisation des vitesses de réaction dans les systèmes biologiques (2 semaines)**

- Cinétique enzymatique : Modèle Michaelis-Menten, Détermination des constantes  $K_M$  et  $v_{max}$ , Inhibition des réactions enzymatiques (Inhibition compétitive, Inhibition incompétitive et Inhibition non-compétitive (mixte) ;
- Cinétique microbienne : Cinétique de croissance microbienne (Expression mathématique de la croissance microbienne et courbe de croissance) ; Modèle de Monod ; Notions de substrat limitant et substrat non-limitant ; Inhibition par excès de substrat;
- Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,... etc).

**Chapitre II: Modélisation, design et analyse des bioréacteurs (4 semaines)**

- Classification et caractéristiques des bioréacteurs et Concepts de base ;

- Modélisation des bioréacteurs : Réacteurs enzymatiques (Batch, Parfaitement agité continu et Piston), Fermenteurs (Batch, Parfaitement agité continu et Piston) ;
- Comparaison bioréacteurs batch et bioréacteurs continus ;
- Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets...etc).

### **Chapitre III: Transfert de matière et thermique dans les bioréacteurs (2 semaines)**

- Couplage transfert- réaction ;
- Aération : transfert de matière gaz-liquide ;
- Agitation : transfert de matière par convection forcée ;
- Transfert thermique dans les bioréacteurs ;

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

VI.1. Définition et frontières de la bioraffinerie.

VI.2 . Technologies de la bioraffinerie.

VI.3. Intégration et couplage avec les activités en amont et aval de la bioraffinerie.

VI.4. Bioraffineries environnementales.

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

#### **Références bibliographiques:**

1. *Levenspiel O :chemical reaction engineering, 3<sup>ème</sup> édition, John Wiley and Sons, New York ( 1998) ISBN : 0471225424X*
2. *Villermaux J : Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs, 2<sup>ème</sup> édition, Tec & Doc Lavoisier , Paris ( 1993) ISBN : 2-85206-132-5*
3. *Schweich D : génie de la réaction chimique, Tec ! Doc lavoisier (2001) ISBN : 2-7430-0459-2*
4. *Froment G and BischoffKB : Chemical reactor, analysis and design : John Wiley and Sons, New York (1979) ISBN : 978-0471510-444*
5. *P.trambouze : les réacteurs chimiques : conception / calcul/mise en œuvre, Editions Technip( Paris) 1984*
6. *R.W.Missen : chemicalreaction engineering and kinetics, Edition John Wiley and Sons, Inc, New York, 1999*
7. *3. H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall, 4rd Edition, 2006.*
8. *William L. Hochfeld, Producing Biomolecular Substances with Fermenters, Bioreactors, and Biomolecular Synthesizers, Boca Raton, FL, Taylor & Francis, 2005.*
9. *Biotechnologies, Fabien C\_ezard, Collection : Express Sup, Dunod, 2013*
10. *J. Morchain, Modélisation des bioréacteurs, ISTE Editions, 2018.*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Echangeurs de chaleurs		2	4	IPC 7.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

### Objectifs de l'enseignement:

Compléter les connaissances des étudiants et leur apprendre de nouvelles notions telles que le transfert thermique en régime transitoire, la conduction au travers des ailettes et en présence d'une source de chaleur ainsi que les échangeurs de chaleur, et les méthodes de calcul des équipements de transfert de chaleur.

### Connaissances préalables recommandées:

Transfert de chaleur, Mécanique des fluides, notions de mathématique (équations différentielles du premier et second ordre, calcul des intégrales, etc.).

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre 1. Généralités**

**(1 Semaines)**

Rappels des Lois de Transfert de Chaleur, Intervention simultanée des différents modes de transfert de chaleur, isolation d'une conduite, conductance globale, déperdition thermique, problème des ailettes à section constante et variable Efficacité des ailettes, échange d'énergie sur une paroi d'un four.

#### **Chapitre 2. Les échangeurs de chaleur**

**(3 Semaines)**

Classification des différents types d'échangeurs, classification selon les écoulements, distribution des températures dans un échangeur, étude d'un échangeur, évaluation des performances thermiques, efficacité d'un échangeur, méthode du nombre NUT, comparaison des méthodes DTLM et NUT.

#### **Chapitre 3. Calcul des Echangeurs**

**(4 Semaines)**

Etude du transfert de chaleur (équations fondamentales, différence moyenne de température, coefficient de transfert global U), Etude des pertes de charge (Perte de charge à l'intérieur des tubes, Perte de charge à l'extérieur des tubes), Méthodes de calcul (Calcul d'un échangeur double-tube, Calcul d'un échangeur à faisceau et calandre (Méthode de Kern)), Considérations générales sur le calcul d'un appareil à faisceau et calandre et programmation du calcul.

#### **Chapitre 4 : Description des appareils d'échange de chaleur sans changement de Pha (1 Semaine)**

Echangeurs double tube, Echangeurs à faisceau et calandre (calandre, faisceau et assemblage faisceau-calandre) et Echangeurs de chaleur à plaques.

#### **Chapitre 5. Les appareils d'Echange de Chaleur avec Changement de Phase (4 Semaines)**

Description des appareils, condensation d'une vapeur pure (Coefficients de film à la condensation à l'extérieur des tubes, Calcul du condenseur, Condensation précédée d'une désurchauffe de la vapeur et suivie du refroidissement du condensat), Condensation d'une vapeur complexe (Calcul du coefficient de transfert propre (Méthode de Ward et Méthode de Kern), Perte de charge dans la calandre, Exemple de calcul), rebouilleurs noyés à circulation forcée (Rebouillage d'un corps pur dans la calandre, Rebouillage d'un mélange dans la calandre), Rebouilleurs à Niveau à Circulation Naturelle, Rebouilleurs noyés à Circulation Naturelle, exemple de Calcul d'un Rebouilleur.

#### **Chapitre 6. Tubes à ailettes**

**(2 Semaines)**

1/Ailettes basses intégrales : Description, Efficacité, Coefficient de transfert global des échangeurs, Coefficient de film à la condensation sur des tubes à ailettes horizontaux et Perte de charge.

2/Ailettes hautes : Description et Etude des réfrigérants de l'air.

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

**Références bibliographiques:**

1. *J.F. Sacadura, Transferts thermiques – Initiation et approfondissement, Ed. Lavoisier, 2015.*
2. *R.B Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport phenomena, 2<sup>ème</sup> Ed., Wiley & Sons, 2007.*  
*A. Giovannini et B. Bédard, Transfert de chaleur, Ed. Cépaduès, 2012.*
3. *James R. Welty, Charles E. Wicks, Robert E. Wilson; Gregory Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4<sup>th</sup> edition Wiley & Sons, 2001.*
4. *Leontiev, Théorie des échanges de chaleur et de masse – Édition Mir-Moscou*
5. *H.W. Mac Addams La transmission de la chaleur - Dunod - Paris*
6. *F. P. Incropera, D. P. Dewitt - Fundamentals of Heat and Mass Transfer - Wiley, N.Y. - 2002*
7. *Bontemps, A. Garrigue, C. Goubier, J. Huetz, C. Marvillet, P. Mercier Et R. Vidil – Échangeur de chaleur – Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Énergétique*
8. *P. Wuithier, Le Pétrole, Raffinage et Génie Chimique tome2, Edition technip Paris*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Thermodynamique appliqués		3	4	IPC 7.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

**Pré requis : connaissances préalables**

Thermodynamique, Mathématiques de base

**Objectifs :**

Connaitre les applications de la thermodynamique dans les sciences de l'ingénieur. L'objectif est d'arriver à analyser des systèmes énergétiques, l'étude de la vapeur d'eau et introduire l'étude des cycles des machines thermiques et frigorifiques.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Rappels sur s substances pures**

Substance pure, Propriétés d'une substance pure, Changement de phase d'une substance pure, Les diagrammes thermodynamiques, Propriétés thermodynamiques des systèmes diphasiques, Équations d'états

**Chapitre 2. Machines thermiques**

Généralités sur les cycles, Notion de rendement

**Chapitre 3 :** Cycle de Carnot des machines thermiques, rendement thermique. Moteur à combustion interne. Turbine à gaz. Machine à vapeur (cycle de Rankine, cycle de HIRN, cycle à resurchauffe, cycle à soutirage, avec représentation dans les divers diagrammes ((T,S), (P ,V) et (H,S)).

**Chapitre 4 :** Compresseurs et pompes (cycle du compresseur, travail, rendement et calcul du nombre d'étage. Installation des pompes (courbe caractéristiques, hauteur manométrique, NPSH disponible, NPSH requis, rendement).

**Chapitre 5 :** Le froid : Etude thermodynamique (cycle de Carnot inversé). Cycles frigorifiques réels. Pompes à chaleur. La liquéfaction des gaz (procédés LINDE et CLAUDE).

**Travaux pratiques: En fonction des moyens de chaque établissement****Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Corrosion et protection des installations		2	3	IPC 7.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

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

Acquérir les notions de base de la corrosion et la compréhension des phénomènes de dégradation des métaux.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Chimie minérale, électrochimie, thermodynamique chimique et cinétique chimique.

#### **Chapitre 1 :**

**(3 semaines)**

- 1.1. Notions de corrosion
- 1.2. Différents types de corrosion (Corrosion électrochimique : Corrosion chimique ; Corrosion bactérienne).
- 1.3. Différentes formes de corrosion : corrosion généralisée et corrosion localisée (corrosion galvanique, corrosion sous contrainte ; corrosion intergranulaire, etc).

#### **Chapitre 2 :**

**(6 semaines)**

- 2.1. Diagramme potentiel-pH (Pourbaix) et applications.
- 2.2. Cinétique des processus de corrosion : processus anodique et cathodique, tension mixte, courant de corrosion
- 2.3. Monitoring de la corrosion : Techniques de suivi de la corrosion des équipements (ultrason, radiographie, etc).
- 2.4. Techniques de mesure de la vitesse de corrosion (gravimétrie, courbes de Tafel, spectroscopie d'impédance électrochimique...).
- 2.5. Caractérisation de surface : MEB, FEM, DRX...

#### **Chapitre 3:**

**(6 semaines)**

- 3.1. Stratégies et méthodes de prévention et de protection : Mesures à prendre lors de la conception, choix de matériaux, protection par revêtements, injection d'inhibiteurs de corrosion,
- 3.2. Protection cathodique....

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. B.Baroux, « La corrosion des métaux; passivité et corrosion localisée », Dunod, 2014.
2. G.Béranger, H.Mazille, « Corrosion des métaux et alliages: mécanismes et phénomènes »; Traité MIM, série Alliage métalliques, Lavoisier, 2002.
3. F.Ropital, « Corrosion et dégradation des matériaux métalliques », Ed. Technip, 2009.
4. . Bensaada, Cours de corrosion, édition OPU, Alger, 2015.
5. Marcel Pourbaix, Atlas d'équilibres électrochimiques, Paris, éd. Gauthier-Villars et Cie, 1963.

<b>SEMESTRE</b>	<b>Intitulé de la matière</b>	<b>Coefficient</b>	<b>crédits</b>	<b>Code</b>
S7	Simulateurs statiques et dynamiques des procédés	2	3	<b>IPC 7.6</b>
<b>VHH</b>	<b>Cours</b>	<b>Travaux dirigés</b>	<b>Travaux Pratiques</b>	
45h00	1h30	-	1h30	

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Méthodes physiques d'analyse II		2	3	IPC 7.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

**Objectifs de l'enseignement:**

Donner les connaissances fondamentales sur les méthodes et techniques expérimentales qui permettent de **caractériser la matière et d'étudier sa structure**. En particulier les techniques et les outils pour lesquels des progrès technologiques sont apparus récemment.

**Connaissances préalables recommandées:**

Etat de la matière, thermodynamique chimique, propriétés structurales et physico-chimie de la matière, notions de physique et chimie générale.

**Contenu de la matière:**

- 1. Spectrométrie d'absorption atomique** : Généralités, instrumentation et applications ; Méthode des ajouts dosée (1 Semaine)
- 2. Spectrophotométrie d'émission atomique** : Généralités, instrumentation et applications ; Méthode de l'étalon interne (1 Semaine)
- 3. La spectrométrie de fluorescence X** : Généralités, applications et avantages (1 Semaine)
- 4. Analyse thermique** : instrumentation et techniques (2 Semaines)
- 5. Diffraction des rayons X** (3 semaines)
  - 5.1. Principe
  - 5.2. Appareillage
  - 5.3. Cristallographie
  - 5.4. Spectre DRX
- 6. Microscope électronique à balayage** (3 semaines)
  - 6.1. Principe
  - 6.2. Appareillage
  - 6.3. Traitement des images de MEB
  - 6.4. Déroulement de la mesure
- 7. Spectrométrie en photoélectronique X** (2 semaines)
  - 7.1. Principe
  - 7.2. Spectre XPS
- 8. Microscope à force électronique** (2 semaines)
  - 7.1. Principe
  - 7.2. Méthode d'interprétation des données

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

**Références bibliographiques:**

- 1- J. Tranchant, *Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse*, Masson, Paris 1995.
- 2- F. Rouessac et A. Rouessac, *Méthodes et techniques instrumentales modernes*, Dunod, Paris 2004.
- 3- P. Arnaud, *Chimie organique*, Dunod, 2009.
- 4- A.Skoog, F.Holler et A. Niemaw, *Principes d'analyse instrumentale*, Edition de Boeck, Paris 20

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	TP Génie chimique (OU, CR, TC)		2	2	IPC 7.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Contenu de la matière:**

TP Operations unitaires : distillation, rectification, mélange et agitation

**TP: Génie des réacteurs II**

TPN°1. Réacteur continu agité.

TP N° 2. Réacteur à écoulement continu piston.

TPN° 3. Réacteurs en série.

TPN°04 : détermination de la DTS,

TPN°5. Bioproduction: fabrication d'éthanol par fermentation.

TPN°6. Photosynthèse: Mise en évidence des échanges gazeux avec des plantes aquatiques

**TP-Echangeurs de chaleur**

TP N° 1. Transmission de chaleur par conduction (unité de base).

TPN° 2. Conduction de chaleur linéaire.

TPN°3. Conduction de chaleur radiale.

TPN° 4. Convection et rayonnement

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S7	Projet Personnel Professionnel		1	2	IPC 7.9
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire	-	-	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce module vise à construire un projet personnel à vocation professionnelle. Ce module est destiné à permettre aux étudiants d'établir un premier contact avec le monde professionnel dans le but de s'interroger, sinon de commencer à bâtir, progressivement, leur projet professionnel avec cette idée que les études (qu'elles soient de droit, d'éco ou d'AES) doivent mener à l'emploi.

Ce travail de réflexion et d'expérimentation est effectué en petits groupes animés par un encadrant.

Le dispositif du projet personnel professionnel doit permettre à l'étudiant un travail de fond dans l'objectif de se faire une idée précise des nombreux métiers de la spécialité et de ce qu'ils nécessitent comme connaissances et compétences. Il doit amener l'étudiant à questionner l'adéquation entre ses souhaits professionnels immédiats et futurs, ses aspirations personnelles, ses atouts et ses faiblesses dans l'objectif de concevoir un parcours de formation cohérent avec le ou les métiers envisagés.

Enfin, le PPP vise à acquérir des méthodologies d'orientation réutilisables tout au long de la vie.

L'étudiant doit être le principal acteur de la démarche. Il doit réaliser son projet à partir d'expériences construites, vécues, capitalisées et confrontées avec d'autres. Les techniques d'insertion et toute forme pédagogique visant la professionnalisation des étudiants, peuvent être mobilisées à cette occasion.

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S7	Responsabilité environnementale 2 (écologie industrielle et transition énergétique)	1	1	IPC 7.10
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

**Objectif 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:**

*Aucune.*

**Contenu de la matière :**

Chapitre 1 : L'écologie industrielle et le développement durable

1.1 Définition

1.2 Historique de l'écologie industrielle,

1.2 Caractéristiques de l'écologie industrielle : la démarche d'écologie industrielle, les principes de l'écologie industrielle, cas de l'écologie industrielle territoriale, les avantages de l'écologie industrielle,

1.2 Economie circulaire, un des principes fondamentaux de l'écologie industrielle : éco conception, analyse du cycle de vie, Indicateurs de circularité et de soutenabilité,

1.3 Critiques, contraintes et développements requis pour promouvoir et appliquer l'écologie industrielle

1.4. Applications des idées de l'écologie industrielle dans les pays en voie de développement,

1.3 Comment intégrer cette forme d'écologie au sein de son activité : les étapes à suivre, quelques mesures à adopter

Chapitre 2 : Transition énergétique et développement durable

4.1 Définition

2.2 Enjeux de la transition énergétique

2.3 Rôle des énergies renouvelables dans le développement durable

2.4. Evolution du mix énergétique dans le monde

2.5. Etat des lieux des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie, Quel modèle pour l'Algérie ?

2.6 Avantages et inconvénients de la transition énergétique.

Travail personnel de l'étudiant (à réaliser en atelier) :

- 1- Relever dans la presse (internationale et nationale) des exemples illustrant les principes du développement durable (précaution, responsabilité par exemple). Présentation et débat.
- 2- Tester les réflexes écologiques
- 3- Comparaison du cycle de vie d'un produit biodégradable et d'un produit non biodégradable
- 4- Illustrer le principe du pollueur payeur en prenant un exemple d'une entreprise polluante en Algérie en tenant compte de la législation nationale.
- 5- Donner des exemples de mise en place de préservation, conservation ou restauration des milieux

## 6. Etudes de cas

Les études de cas sont directement inspirées de problématiques industrielles actuelles ; leur résolution nécessite une approche globale incluant à la fois des aspects techniques, réglementaires et de gestion.

### **Références bibliographiques:**

[1] *Fatih Birol, World Energy Prospects and challenges, IEA, 2006.*

[2] *BP Statistical Review, 2006.*

[3] *Marie-Françoise Chabrelie, "L'industriegazière à l'horizon 2020", Panorama 2006.*

[4] *IPCC Special Report on Emissions Scenarios, 2001.*

## **Programmes détaillés des matières du 8<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Opération unitaire III (Séchage-Cristallisation)		2	4	IPC 8.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	3h00	1h30	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

A la fin de ce module, l'étudiant aura acquis des connaissances nécessaires à la compréhension des phénomènes de transfert simultanés de matière et de chaleur et de dimensionner certains équipements.

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances des phénomènes de transfert (matière, quantité de mouvement et de chaleur), thermodynamique, mathématiques et les opérations unitaires étudiées en licence.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Humidification****(6 Semaines)**

Principe. Applications. Grandeurs humides. Equipements utilisés (tour de refroidissement, aéroréfrigérant). Diagrammes de l'air humide. Thermomètre humide. Mélange d'air humide (calcul des grandeurs humide du mélange, diagramme de mollier (enthalpie, humidité absolue). Dimensionnement d'une tour de refroidissement.

**Chapitre 2. Séchage****(3 Semaines)**

Généralités. Différents types de sècheurs. Choix de sècheurs. Mode de séchage (continu, discontinu, contre-courant, co-courant, par convection, conduction etc...). Mécanismes de séchage. Bilan matière et enthalpique au niveau d'un sécheur. Calcul de la vitesse et la durée de séchage.

**Chapitre 3. Evaporation****(3Semaines)**

Introduction. Facteurs principaux influençant l'évaporation. Bilan thermique et matière au niveau de l'évaporateur (simplifié). Différents types d'évaporateurs et différentes circulations. Calcul de la surface d'échange (évaporateur simplifié ou à multiples effets). Comparaison entre évaporation à multiples effets à contre courant et à co-courant). Différents types de procédés d'évaporation (système à compression, éjecto-compression, pompe à chaleur, à absorption). Dispositifs annexes (condenseurs, séparateur gaz-liquide).

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

Quelques aspects fondamentaux. Les différentes étapes de la cristallisation. Effet des impuretés sur la formation des cristaux. Les réacteurs de cristallisation (Batch et continue). Adsorption d'un soluté en phase liquide dans une tour à lit fixe (percolation).

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

**Références bibliographiques:**

1. Daniel Morvan, *Génie Chimique : les opérations Unitaires procédés Industriels Cours et Exercices Corrigés*, Editeur : ELLIPSES, Colletion :Technosup, 2009.
2. Warren L. McCabe, Julian C. Smith,, Peter Harriott « Unit Operations of Chemical engineering », Seventh Edition MC Graw Hill, 2005.
3. Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer, Edited by John J. Mcketta, 1993.
4. Robert E. Treybal, «Mass Transfer Operations», Third Edition, McGraw –Hill ,1980.
5. Georges Arditti, *Technologie chimique industrielle, Tome 3, Production de la chaleur Transfert de matière utilisant l'énergie*, Editions EYROLLES,

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Procédés d'adsorption et de séparation membranaire		2	4	IPC 8.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

### Objectifs de l'enseignement:

L'objectif est de donner :

- Des connaissances théoriques et pratiques approfondies dans le domaine des techniques membranaires et les familiariser avec les dernières avancées technologiques des membranes.
- Connaître les principales techniques membranaires de séparation et leurs applications dans les divers domaines tels que pour la production et le traitement de l'eau, pour la séparation des acides aminés dans l'industrie agroalimentaire, pour la production de nanocristaux, le dessalement....

### Connaissances préalables recommandées:

*Phénomènes de transfert (transfert de matière, mécanique des fluides,..), Chimie des surfaces et catalyse hétérogène.*

### Contenu de la matière :

#### Partie 1 :

#### **Chapitre1: Introduction a l'adsorption industrielle**

- Définitions
- Utilisations industrielles de l'adsorption
- Principaux adsorbants industriels
- Régénération ou "stripping"
- Lois générales de l'adsorption physique

#### **Chapitre2: Equilibres d'adsorption**

- Modes de représentation
- Les isothermes
- Rappel sur la théorie de l'adsorption
- Chaleurs d'adsorption
- Concentrations réduites-Facteur de séparation

#### **Chapitre3: Dynamique de l'adsorption**

- Interprétation des phénomènes
- Diffusion externe
- Transferts à l'intérieur de la particule d'adsorbant
- Processus global

#### **Chapitre4 : Procédés d'adsorption**

- Calcul des adsorbants
- Les procédés discontinus
- Les procédés semi-continus
- Les procédés continus

#### **Partie 2 :**

**Chapitre I: Les Membranes**

Définition, structure et caractérisation  
 Classification des membranes: Matériaux Membranaires  
 Principes de mise en œuvre des modules membranaires  
 Les modules membranaires des installations industrielles.

**Chapitre II : Principes et mécanismes de transfert de matière des différents Procédés membranaires.**

Dialyse et Electrodialyse  
 Osmose inverse  
 Filtration  
 Nanofiltration  
 Ultrafiltration  
 Microfiltration  
 Notions de scaling, Colmatage (organique) et biofouling, Nettoyage des membranes et Autopsie.

**Chapitre III: Configuration des modules et mise en forme des membranes**

Module plan  
 Module spiral  
 Module tubulaire  
 Module fibres creuses

**Chapitre IV: Applications des Modules Membranaires**

Dessalement des eaux de mer et saumâtres  
 Industrie agroalimentaire  
 Industrie pharmaceutique

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

**Références bibliographiques:**

1. *Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer, Edited by John J. Mcketta, 1993.*
2. *Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott «Unit Operations of Chemical Engineering », Mc Graw- Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.*
3. *J. P. Brun, Procédés deséparation par membranes, Transport Techniques membranaires Applications, Masson, Paris, 1988.*
4. *Robert E. Treybal, «Mass Transfer Operations», Third Edition, McGraw –Hill ,1980.*

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Technologie des poudres et des solides		3	5	IPC 8.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

## **OBJECTIFS**

Présenter les phénomènes physico chimiques intervenants au niveau des solides divisés, les bases théoriques indispensables pour comprendre les opérations de mise en œuvre & mise en forme des poudres.

Expliquer les principaux mécanismes et les technologies rencontrés dans le domaine des poudres.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Séchage des poudres**

Cinétique de séchage et isotherme de sorption

Principales technologies de séchage

### **Chapitre 2 : Caractérisation & coulabilité des poudres**

Granulométrie des poudres – porosité – surface spécifique – densité – dureté & abrasivité ...

Coulabilité : importance, cause, impact et moyens de mesure, structure des lits de grains, lits de poudres relles,

Ségrégation et mottage

### **Chapitre 3 : Mise en œuvre des poudres**

Stockage & dispositifs pour aider à l'écoulement

Transfert & convoyage (mécanique et pneumatique)

Fluidisation des poudres (intérêt et principes)

Principales techniques pour doser, introduire des poudres dans un réacteur

### **Chapitre 4 : Mélange des poudres**

Points clés à prendre en compte pour sélectionner une technologie

Panorama des équipements et importance de la coulabilité dans cette opération

### **Chapitre 5 : Broyage et classification**

Principes de base, l'importance de la caractérisation du matériau

Mécanismes principaux et panorama des broyeurs.

Technologies de séparation et fonction de séparation

### **Chapitre 6 : Granulation**

Principaux mécanismes de granulation

Classification des technologies de granulation

Principales technologies (granulation humide, granulation par dispersion, par effet thermique et par pression)

Cas de l'imprégnation et de l'enrobage

### **Chapitre 7 : Principes de base pour l'HSE**

Toxicité et taille des particules

Explosion de poussières : mesures et moyens de prévention

## **Travaux pratiques:**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S8	Génie des réacteurs III (réacteurs polyphasiques)	2	4	IPC 8.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

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

Initiation des étudiants aux réacteurs polyphasiques hétérogènes notamment les absorbeurs, les réacteurs catalytiques, les réacteurs à combustion et autres réacteurs à deux phases hétérogènes.

Connaître le principe de fonctionnement des réacteurs polyphasiques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base en cinétique chimique homogène et hétérogène, réacteurs homogènes, transfert de matière entre phases (Fluide-Fluide et Fluide-Solide), transfert de chaleur, transfert de quantité de mouvement et génie de la réaction chimique.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre I : Réacteurs à deux phases fluide- fluide**

Introduction ; Théorie des deux films ; Effet de la réaction chimique sur le transfert de matière ; Réaction de pseudo premier ordre et Nombre de Hatta (Ha) ; Régime de réaction rapide ; Facteur d'accélération E ; Régime de réaction instantanée ; Diagramme E en fonction de Ha) ; Calculs des réacteurs diphasiques (réacteurs batch, réacteurs piston, réacteurs continus parfaitement agités; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

#### **Chapitre II : Réacteurs fluide-solide catalytique**

Diffusion intra particulaire (Nombre de Thièlè, Efficacité) ; Efficacité et transfert de matière externe (Effet du diamètre du grain de catalyseur, Transfert de matière externe) ; Influence de la diffusion interne sur la réaction (Critère de Weisz-Prater) ; Influence du transfert de matière externe sur la réaction (Critère de Mears) ; Réacteurs à lit fixe ; Réacteurs à lit fluidisé; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc)

#### **Chapitre III : Réacteurs fluide-solide non catalytique**

Modèle de la sphère à cœur rétrécissant (shrinking core model) ; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

#### **Chapitre IV : Les réacteurs à trois phases gaz, liquide et solide catalytique.**

Introduction ; Réaction au niveau d'un grain isolé de catalyseur ; Caractéristiques des divers types de réacteurs triphasiques ; Le travail personnel de l'étudiant (devoirs de maison, exposés, mini projets,...etc).

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%

### **Références bibliographiques:**

1. J. Villermaux, Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs, Ed. Lavoisier Tech.&.Doc. 1995.

2. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition, Wiley (1972). 3rd Edition (1999).
3. H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall, 4rd Edition, 2006.
4. P. Trambouze et J.P. Euzen, Les réacteurs chimiques : de la conception à la mise en œuvre, Ed. Technip 2002.
5. J. Liéto, Le génie chimique à l'usage des chimistes, ed. Lavoisier Tech.&Doc, 1998.
6. J.M. Smith, Chemical Engineering Kinetics, McGraw-Hill (1981), 3rd Edition.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Procédés de raffinage et de pétrochimie		2	3	IPC 8.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

Le but de cet enseignement est de faire acquérir aux étudiants les principaux procédés pétrochimiques. Ces derniers sont en général, basés sur des réactions chimiques appropriées en présence ou non d'un catalyseur. Dans matière, sont traités les procédés majeurs de la pétrochimie tels que le reformage catalytique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances acquises dans les semestres 2, 3 et 4 telles que les phénomènes de transfert (chaleur, matière et quantité de mouvement) et Raffinage et pétrochimie (S4).

**Contenu de la matière:**

- 1) Principes de base régissant la transformation chimique,
- 2) Catalyseurs industriels
- 2) Procédés d'amélioration des propriétés: reformage catalytique, isomérisation,...
- 3) Procédés de conversion: vapocraquage, craquage catalytique,...
- 4) Procédés de finition: hydrogénation, adoucissements,...
- 4) Procédés de protection de l'environnement: traitement des fumées, traitement des eaux de rejet,...
- 5) Production d'hydrogène (hydrogène dans la raffinerie, production par reformage {la vapeur, par oxydation partielle, coproduction hydrogène-énergie, ...)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle Continu: 40%, Examen:60%.

**Références bibliographiques:**

1. J.P. Wuithier, Le pétrole: Raffinage et génie chimique. Edition Technip.
2. J.P.Leprince, Le Raffinage du pétrole–Tome3 Procédés de transformation. Edition Technip.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S8	Traitements des effluents et des déchets industriels (gazeux, liquides et solides)	2	4	IPC 8.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

### Objectifs de l'enseignement

Le but de ce cours est de donner aux étudiants les outils qui leur seront nécessaires à la gestion des procédés physico-chimiques de traitement des eaux et à la compréhension du fonctionnement d'une station d'épuration.

### Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir un pré requis dans le domaine de l'électrochimie, le transfert de masse, mécanique des fluides, la chimie des solutions.

### Contenu de la matière:

#### Première partie : Effluents liquides industriels

Chapitre I: Généralités sur les eaux résiduaires industrielles,

Chapitre II: Prétraitement des eaux usées (Dégrillage, Dessablage, Dégraissage-déshuilage)

Chapitre III: Traitements physico-chimiques des eaux usées (Décantation, Coagulation/Floculation, Flottation, Précipitation chimique)

Chapitre IV : Traitements tertiaires (Filtration, adsorption, Oxydation et Désinfection, Echanges d'ions, Séparation membranaire)

#### Deuxième partie: Effluents gazeux industriels

Chapitre I: Généralités sur la pollution atmosphérique et les effluents gazeux industriels,

Chapitre II: Généralités sur les traitements des gaz polluants (traitement de destruction, traitement de récupération, traitement de transformation) étude de cas: élimination du CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, COV et odeur

Chapitre III: Traitements des poussières (les Dépoussiéreurs mécaniques, les dépoussiéreurs par voie humide, les dépoussiéreurs à couche filtrante, les dépoussiéreurs électriques) avantages et inconvénients

#### Troisième partie: Déchets solides

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

#### Références bibliographiques:

J.B. BEAUDRY «Traitement des eaux » Edition le Griffon d'argile, Sainte-Foy, (Canada) DEGREMONT «Mémento technique de l'eau» Edition Technique et Documentation, Paris

W.W. ECKENFELDER « Gestion des eaux usées urbaines et industrielles » Edition Technique et Documentation; Paris

M.J. HAMMER «Water and waste-water technology» Edition John Wiley & sons, New York

R. TOMAZEAU « Station d'épuration, Eaux potables – Eaux usées » Edition Technique et Documentation, Paris

Bruno Sportisse « Pollution atmosphérique, des processus à la modélisation » 2008 Springer, Paris, NewYork, Technique del'ingénieur.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S8	Bases de la biotechnologie et des bioprocédés	1	1	IPC 8.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

### Objectif de l'enseignement:

A l'issue de cette option, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Identifier, représenter et caractériser les cellules vivantes et les biomolécules qui en découlent et qui interviennent dans les procédés biotechnologiques (ADN, ARN, Protéines, Lipides, Glucides, Enzymes, Anticorps...), ainsi que les méthodes analytiques qui leur sont corrélées.
- Représenter des réactions enzymatiques et microbiennes par les lois cinétiques appropriées,
- Ecrire des bilans de matière sur différents types de réacteurs biologiques, enzymatiques et microbiens

### La partie Biomolécules traite de :

- Cellules vivantes, membranes cellulaires, noyaux, lipides, sucres, protéines, protéines membranaires
- Energie de la cellule/métabolisme.
- En dehors de la cellule : Anticorps (notions sur l'immunité ; anticorps monoclonaux) La partie bioprocédés traite de :
- Cinétiques enzymatiques (Loi de Michaelis - Menten) avec un simple substrat, à deux substrats, avec des inhibiteurs, cinétiques microbiennes (Loi de Monod).
- Bioréacteurs enzymatiques, microbiens : écoulements, réacteurs fermés, continus et semicontinuos, bilans de matière.

### La partie des Méthodes analytiques traite de :

- Biochimie : Elisa ; PCR ; Westernblot et autres techniques de détection.
- Purification des biomolécules : précipitation, centrifugation, différentes chromatographies (exclusion stérique, interaction hydrophobes, échangeuse d'ions), électrophorèses (capillaire, SDS page...)

### Mode d'évaluation:

Examen: 100%.TrvauX à la maison

### Références bibliographiques:

[1] <http://learn-energy.net/education/>

[2] [http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/doc/com\\_2011\\_8852\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/doc/com_2011_8852_fr.pdf).

INGÉNIEURENGENIEDES PROCÉDES ; Spécialité:Ingénierie des Procédés Chimiques

Année:2023-2024Page | 67

INGÉNIEURENGENIEDES PROCÉDES ; Spécialité:Ingénierie des Procédés Chimiques

Année:2023-2024

[3] <http://www.mouhandess.org/fldr/renouvables.pdf>.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S8	TP-génie chimique (OU, Sep. Membranaire)	2	2	IPC 8.8
VHH	Cours		Travaux Pratiques	
45h00	-	-	3h00	

**Objectifs de l'enseignement:**

- Mettre en application des notions relatives aux opérations unitaires du Génie des Procédés, au niveau des équilibres entre phases, des bilans et des transferts de matière.
- Apprendre à faire des mesures fiables en adsorption et séparations membranaires, développer l'esprit critique, apprendre à interpréter et à présenter ses résultats.

**Connaissances préalables recommandées:**

*Thermodynamique, Phénomènes de transfert, Chimie des surfaces et catalyse hétérogène et extraction liquide-liquide.*

**Contenu de la matière:**

- TPN°1. Evaluation de l'efficacité de la tour de refroidissement.  
 TP N° 2. Procédure de calcul de la masse d'eau perdue par le solide.  
 TPN°3. Séchage d'une phase organique.  
 TP N° 4. Séchage par atomisation (sulfate de sodium) : bilans matière et bilans enthalpiques, température humide  
 TP N° 5. Evaporation d'un solvant organique.  
 TPN° 6. Purification par recristallisation.  
 TPN° 7. Séchage des solides.  
 TP N° 8. Séparation d'un colorant en phase aqueuse par adsorption.  
 TPN°9.Séparation d'un pesticide en phase aqueuse par adsorption.  
 TPN°10.Equilibre dans le système hétérogène: détermination expérimentale de l'isotherme d'adsorption du CH<sub>3</sub>COOH, dissous dans l'eau, par une substance solide (charbon actif).  
 TP N° 11.Extraction par membrane liquide émulsionnée.  
 TPN°12. Préparation et stabilisation d'une émulsion.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Stage dans un milieu industriel 2		1	1	IPC 8.9
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire	-	-	1h30		

### **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:**

Aucun

### **Contenu de la matière:**

Le stage dans un milieu industriel doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant. 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.

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 stage 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%

<b>SEMESTRE</b>	<b>Intitulé de la matière</b>	<b>Coefficient</b>	<b>crédits</b>	<b>Code</b>
S8	Management de la qualité et normes dans les industries chimiques	1	1	<b>IPC 8.10</b>
<b>VHH</b>	<b>Cours</b>		<b>Travaux Pratiques</b>	
22h30	1h30	-	-	

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S8	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité		1	1	IPC 8.11
VHH	Cours		Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

### **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,

## **Programmes détaillés des matières du 9<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S9	<b>La formulation dans les industries chimiques</b>	3	5	<b>IPC 9.1</b>
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

**Objectifs :**

L'objectif de ce cours est de donner une vue d'ensemble des différentes formulations possibles, des Principaux ingrédients de la formulation, des propriétés physico-chimique ainsi que l'élaboration des formulations sous forme d'émulsion, de systèmes dispersé et de mousse.

**Chapitre I : Principe de la formulation (4 semaines)**

- I.1- Présentation générale
- I.2- Planification d'expérience en formulation : le criblage
- I.3- Planification d'expérience en formulation : Optimisation
- I.4- Mouillage et Imprégnation
- I.5- Polymorphisme et de transition de phase en solution
- I.6- Rhéologie des fluides complexe

**Chapitre II : Élaboration des formulations d'émulsions (4 semaines)**

- II.1- Nature et type des surfactants
- II.2. Propriétés physico-chimique des surfactants
- II.3. Micelles, Emulsions et micro émulsion W/O, O/W
- II.4. Formulation des dispersions

**Chapitre III : Systèmes colloïdaux (4 semaines)**

- III.1- État colloïdale
- III.2- Classification des colloïdes
- III.3- Préparation des Colloïdes
- III.4- Propriétés des colloïdes en solution

**Chapitre IV : Les Mousses (3 semaines)**

- IV.1- Formation et Propriétés des mousses
- IV.2- Stabilisation des mousses
- IV.3- Agent moussant
- IV.4-Agent stabilisant des moussant
- IV.5- Agent anti-moussant

**Travaux pratiques:**

T.P N°1 : Formulation d'un détergent sous forme liquide

T.P N°2 : Formulation d'un détergent sous forme gel

T.P N°3 : Contrôle de qualité du détergent sous forme liquide formulé

T.P N°4 : Contrôle de qualité du détergent sous forme gel formulé.

T.P N°5 : Formulation et étude de la stabilité d'un détergent liquide

T.P N°6 : Propriétés physico –chimiques des émulsions.

T.PN°7 : détermination du potentiel électrocinétique par Electrophorèse

T.P N°8 : Préparation des émulsions à HLB différentes et étude de stabilité (Tracé du diagramme ternaire)

faire une simulation avec le logiciel prosim.

T.P N°0 08 : Détermination de la viscosité de différentes formulations ( lubrifiants, carburants, détergents liquides) à l'aide d'un viscosimètre rotatif à différentes température.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

- 1- Grubenmann, A., & Mollet, H. (2008). *Formulation technology: emulsions, suspensions, solid forms*. John Wiley & Sons.
- 2- Agarwal, S. (2019). *Engineering chemistry: Fundamentals and applications*. Cambridge University Press.
- 3- Tadros, T. F. (2014). *Formulation of disperse systems: Science and Technology*. John Wiley & Sons

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Procédés pharmaceutiques et parapharmaceutiques		3	5	IPC 9.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

**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: 60% + Contrôle continu 40%.

**Références bibliographiques:**

1. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, «Traité de chimie organique », 5<sup>ème</sup> édition, Deboeck, 2009.  
Graham L. Patrick, «Chimie pharmaceutique», DeBoeck, 2002

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S9	Génie de la polymérisation : quelques grands procédés industriels	2	4	IPC 9.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

### Contenu de la matière :

#### Partie 1: Techniques de Polymérisation

##### 1. Polyaddition radicalaire

- a) Polymérisation homogène
  - polymérisation en masse
  - polymérisation en solution
- b) Polymérisation hétérogène
  - polymérisation en suspension
  - polymérisation en émulsion
  - polymérisation par précipitation

##### 2. Polycondensation

- a) Polycondensation par fusion
- b) Polycondensation en solution
- c) Polycondensation interfaciale

#### Partie 2: Réactivité et Réactions des Polymères

Fonctionnarisation et modification chimique des polymères (Rôle des additifs dans la formulation des produits polymères)

#### Partie 3: Propriétés et classements Classement des polymères

- I. Solubilité des polymères
- II. Morphologie et propriétés thermiques des polymères
- III. Polymères à l'état fondu et en solution (**4 semaines**)

#### Partie 4 : Place des polymères en industrie

- Application des polymères en cosmétique
- Application des polymères en pharmaceutique
- Application des polymères en industrie alimentaire
- Application des polymères en construction et bâtiments
- Application des polymères en industries automobile et aéronautique

#### Bibliographie/

*Mark & Herman, Les Matières plastiques, Time Inc., USA, 1973*

*-Ehrenstein, Gottfried W., Matériaux polymères : structure, propriétés et applications  
Nouv. éd. Hermès science publications, Paris, 2000.*

*-Polymères : de la polymérisation aux propriétés premier colloque franco-mexicain,  
Grenoble, 1995, Polytechnica, Paris, 1996*

[www.techniquedelingenieur.com](http://www.techniquedelingenieur.com)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Intensification des procédés		1	2	IPC 9.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

**Objectifs de l'enseignement:**

- 1- Comprendre le principe de l'intensification des procédés
- 2- Appliquer les techniques d'intensification pour des procédés divers

**Connaissances préalables recommandées:**

*Transfert de matière et de chaleur, catalyse, Réacteurs, opérations unitaires.*

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Bases de l'intensification des procédés**

Définitions. Principes et applications de l'IP. Mise en œuvre de l'intensification des procédés : approche basée sur les équipements ou les méthodes.

**Chapitre 2. Les équipements pour l'Intensification des procédés**

- Microréacteurs : Réacteurs à baffles oscillantes, Réacteurs à disque tournant
- Absorbeur centrifuge
- Colonnes garnies rotatives
- Exemples d'application de ces équipements dans différents procédés

**Chapitre 3. Les méthodes de l'Intensification des procédés**

Réacteurs multifonctionnels (Distillation réactive, Réacteurs à membrane). Séparations hybrides (Membrane-absorption, Membrane-distillation). Exemples d'applications de ces différentes méthodes.

**Chapitre 4. Sources d'énergies alternatives**

Energie solaire. Ultrasons. Microondes.

**Chapitre 5. Autres méthodes d'intensification des procédés:**

Nouveaux solvants (Fluides supercritiques, Liquides ioniques). Exemples d'application de ces solvants.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen:60%.

**Références bibliographiques:**

1. Stanckiewicz, A., and Moulijn. Marcel Dekker, Re-engineering the Chemical Processing Plant-Process Intensification. Inc. N.Y2003

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S9	<b>Introduction à la digitalisation des procédés</b>	2	3	<b>IPC 9.5</b>
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	-	1h30	

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

Introduction au concept d'Industrie 4.0. Composantes technologiques de la 4<sup>ème</sup> révolution industrielle et lien avec la stratégie d'affaires, l'organisation et la gestion des procédés des secteurs chimiques industriels. Cas concrets de transformation et enjeux spécifiques du secteur des procédés chimiques, de la pétrochimie, de la pharmaceutique, des usines de traitement, etc. Centralité de la capture des données en temps réel. Introduction à l'intelligence artificielle en génie des procédés. Prise de décisions. Exemples d'outils applicables en milieu des procédés chimiques industriels pour mettre en marche la transformation numérique.

### **Contenu de la matière:**

#### **Outils de la chaîne digitale**

2.1 – Instrumentation : pour piloter le procédé, contrôler la réaction/cristallisation/extrusion

Retour ou introduction à :

- Types de capteurs : débit / comptage masse – volume, température, pression, niveau, pH, vitesse, agitation ;
- Type d'analyseurs : techniques séparatives, techniques spectrales, traitements de données associés ;
- Architecture : analogique/numérique, différents bus de terrain, protocoles de communication (OPC UA...) ;
- Description des paramètres physico-chimique mesurés pour suivre les propriétés du produit et les paramètres du procédé en temps réel ; définition des types de capteurs, puis du traitement et l'analyse de la donnée.

2.2 – Acquisition de données, contrôle commande, automatisation

Introduction au logiciel OIAalytics qui permet le suivi en ligne et en temps réel des indicateurs et mesures d'un procédé.

2.3 – Usage et analyse de la donnée

Définition des outils de traitement et analyse statistique de la donnée.

#### **3– Suivi et mise en place des indicateurs de production et performance environnementale et énergétique pour l'optimisation**

Digitalisation des procédés

- Constats & intérêts ;
- Démarche de digitalisation :
  - état des lieux de l'unité : compréhension du procédé, analyse des besoins et problématiques, identification des données disponibles et leurs remontées...
  - analyse sur les données disponibles : identification des dysfonctionnements récurrents, optimisation des conditions opératoires...
  - enrichissement des données : ajout de capteurs de mesures ou virtuels,
  - utilisation des outils de modélisation : jumeau numérique et modèles prédictifs,
  - mise en place des actions d'améliorations.

Cas du TP de cristallisation

- Présentation du dispositif : schéma, équipements, données disponibles, ...

- Jumeaux numériques déployés & indicateurs de suivi (taille des cristaux, consommation énergétique...) : fonctionnement et visuels/utilisation  
Échange avec les participants sur leurs propres problématiques
- Quels sont vos problématiques ?
- Quels sont les indicateurs à mettre en place (performance, sécurité, environnement) ?
- Quels sont les informations manquantes ?
- Avez-vous réalisé des projets de digitalisation ?
- Si oui, quels sont les difficultés rencontrées et les résultats obtenus ?
- Si non, quelles ont été les éléments bloquants.

#### **4 – TP sur les pilotes sur des cas d’usage / démonstration dans la salle connectée en temps réel à distance aux pilotes**

4.1 – Observation des données acquises en temps réel sur chaque pilote.

4.2 – Exercices sur les données.

4.3 – Réalisation des changements de consigne et observation de l’évolution du système.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Contrôle & commande et régulation des procédés		2	3	IPC 9.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

### Objectifs de l'enseignement:

Cette matière vise à étudier l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre pour maintenir une grandeur physique à régler, égale à une valeur désirée, appelé *consigne*. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable d'analyser et modéliser un procédé industriel.

### Connaissances préalables recommandées:

Instrumentation, Mathématiques, Thermodynamique, Mécanique des fluides, opérations unitaires

### Contenu de lamatière:

#### **Chapitre I. Notions de base**

I.1. Calcul opérationnel ; I.2. Fonction de transfert; I.3. Systèmes asservis; I.4. Définition et importance de la régulation; I.5 Constitution d'une boucle de régulation.

#### **Chapitre II. Eléments de technologie**

II.1 Transmetteurs analogiques de mesure ; II.2 Régulateurs pneumatiques ; II.3 Régulateurs électroniques ; II.4. Vannes automatiques ; II.5. Capteurs combinés ; II.6 Contrôle-qualité de la mesure. Exploitation de l'instrumentation.

#### **Chapitre III. Analyse des systèmes mono-variables**

III.1 Classification des systèmes mono-variables; III.2 Identification des systèmes en boucle ouverte; III.3. Identification des systèmes en boucle fermée; III.4. Notions sur les systèmes multi-variables.

#### **Chapitre IV. Régulation analogique mono-variable**

IV.1 Equation générale d'une boucle de régulation ; IV.2 Choix du régulateur ; IV.3. Régulation à actions proportionnelle et intégrale (P.I.) ; IV.4. Régulation à actions proportionnelle, intégrale et différentielle (P.I.D.); IV.5 Régulation mixte; IV.6 Régulation en cascade.

### Mode d'évaluation:

Contrôle Continu: 40%, Examen:60%.

### Références bibliographiques:

1. Dindeleux D., "Technique de la régulation industrielle". Eyrolles, Paris, 176p.1983.
2. Asch G., "Les capteurs en instrumentation industrielle". Dunod, Paris, 8 34p.1998.
3. Boudrant J., Corrieu G. et Coulet P., "Capteurs et mesures en biotechnologie". Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 496 p. 1994.
4. Flaus J. M., "La régulation industrielle. Régulateurs PID, prédictifs et flous". Hermès , Paris, 349p. 1994.
5. Fabert J.-Y., "Automatisme et automatique". Ellipses, Paris, 284p. 2005.
6. Borne P. et al. "Analyse et régulation des processus industriels. Tom1: Régulation continue". Technip, Paris, 504p. 1993.
7. Borne P. et al. "Analyse et régulation des processus industriels. Tom 2 : Régulation numérique". Technip, Paris, 320p. 1993.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Sécurité des procédés industrielles et maîtrise des risques		2	3	IPC 9.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

### Objectifs de l'enseignement:

Cette matière doit permettre d'une part l'étudiant de permettre de connaître les normes de sécurité nécessaire, des conditions données de fabrication et d'autre part de prévoir les installations additionnelles nécessaires, l'épuration des effluents industriels en vue de protéger l'environnement.

### Connaissances préalables recommandées:

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre I: Règles de sécurité industrielle**

#### **Chapitre II: Sécurité des procédés (4semaines)**

Typologie des risques industriels, La réglementation européenne ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement),

Méthodologie Générale d'Analyse de Risques C.1 APR (Analyse Préliminaire des Risques) C.2 La méthode HAZOP

#### 424. Phénoménologie des risques industriels

Les feux et incendies

Les explosions de gaz, vapeur et poussières

La dispersion atmosphérique de produits toxiques

Les emballements thermiques

#### **Chapitre III : Lutte contre la pollution des eaux résiduaires industrielles**

1. Analyse des procédés, origines de la pollution des eaux

2. Méthodes de contrôle

3. Méthodes de traitements utilisées dans les différents secteurs industriels : chimie, textile, etc.

#### **Chapitre III : Etude des caractéristiques des gaz résiduaires**

1. Procédés d'épuration

#### **Chapitre IV: Réglementation et législation**

### Mode d'évaluation:

Examen:100%.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S9	Projet industriel		1	2	IPC 9.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	-	1h30		

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

Ce stage d'une durée moyenne d'une semaine a pour objectif d'insérer l'étudiant dans une entreprise spécialisée pour exercer une activité réelle dans l'entreprise sous l'encadrement d'un tuteur de l'entreprise.

### **Connaissances préalables recommandées**

Connaissances de la formulation dans l'industrie chimique, les opérations unitaires, le génie de réaction et les méthodes physiques d'analyse.

### **Contenu de la matière**

Apprentissage sur site par l'exercice d'une activité en occupant un poste en milieu industriel en présence d'un tuteur.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 100%

- Rapport de stage : 50%
- Exposé Orale : 50%

<b>SEMESTRE</b>	<b>Intitulé de la matière</b>		<b>Coefficient</b>	<b>crédits</b>	<b>Code</b>
S9	<b>Evaluation technico-économique des procédés</b>		2	2	<b>IPC 9.9</b>
<b>VHH</b>	<b>Cours</b>	<b>Travaux dirigés</b>	<b>Travaux Pratiques</b>		
45h00	1h30	1h30	-		

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S9	Recherche documentaire et conception du mémoire	1	1	IPC 9.10
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

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

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

### **Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

### **Contenu de la matière:**

#### **Partie I- : Recherche documentaire :**

##### **Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)**

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

##### **Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)**

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

##### **Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

##### **Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)**

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

##### **Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)**

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

#### **Partie II : Conception du mémoire**

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

*Intitulé : Ingénierie des procédés chimiques*

*Année : 2024-2025*

*Etablissement : USTO*

- 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.*

**Visa du CPND-ST -**  
(Comité Pédagogique National du domaine des sciences et technologies)

## **AVIS FAVORABLE**

**S/R de joindre les programmes détaillées qui manquent**

**OFFRE DE FORMATION**

**INGENIEUR D'ETAT (parcours TM)**

**Filière : Génie des Procédés**

**Intitulé : *Ingénierie des procédés chimiques***

**- USTO -**

Alger le, 20 juillet 2024



رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان العلوم والتكنولوجيا  
الأستاذ: إسعدي رشيد