

**Fiches semestrielles d'organisation des enseignements du tronc commun**

**Réparties en Unités d'Enseignement**

**- Parcours Ingénieur d'état (spécifique aux bacheliers TM) -**

**-Domaine Sciences et Technologies –**

**- Filière Génie des procédés -**

**Annexe de l'arrêté n° du**  
**Fixant le programme des enseignements du Tronc commun en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat (spécifique aux bacheliers TM)**  
**du domaine « Sciences et Technologies », Filière Génie des procédés**

**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 : 10</b> <b>Coefficients : 5</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 : 4</b> <b>Coefficients : 4</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>		

**Annexe de l'arrêté n° du  
fixant le programme des enseignements du Tronc commun en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat (spécifique aux bacheliers TM)  
du domaine « Sciences et Technologies », Filière Génie des procédés**

**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
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF .12.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 5</b>	Analyse 2	IST 2.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 2	IST 2.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF .12.2</b> <b>Crédits : 14</b> <b>Coefficients : 8</b>	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%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM .12</b> <b>Crédits : 4</b> <b>Coefficients : 4</b>	Dessin technique	IST 2.5	2	2			3h00	45h00	100%	
	Programmation (Informatique 2)	IST 2.6	2	2			3h00	45h00	100%	
<b>UE Transversale</b> <b>Code : UET .12</b> <b>Crédits : 1</b> <b>Coefficients : 1</b>	Langue étrangère 2 (Anglais)	IST 2.7	1	1		1h30		22h30	100%	
<b>UE Découverte</b> <b>Code : UED .12</b> <b>Crédits : 1</b> <b>Coefficients : 1</b>	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>		

**Annexe de l'arrêté n° du  
fixant le programme des enseignements du Tronc commun en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat (spécifique aux bacheliers TM)  
du domaine « Sciences et Technologies », Filière Génie des procédés.**

**Semestre 3 :**

Unités d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé				Cours	TD	TP		Contrôle Continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Mathématiques appliqués	GP3.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	GP3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits : 15 Coefficients : 9	Mécanique des fluides	GP3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Chimie organique industrielle	GP3.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Chimie des solutions	GP3.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Informatique 3	GP3.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Hygiène sécurité environnement –Installations industrielles	GP3.7	1	1	1h30			22h30		100 %
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique	GP3.8	1	1		1h30		22h30	40%	60%
Volume Horaire Total du semestre 3			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>10h30</b>	<b>10h30</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		

**Annexe de l'arrêté n° du  
fixant le programme des enseignements du Tronc commun en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat (spécifique aux bacheliers TM)  
du domaine « Sciences et Technologies », Filière Génie des procédés**

**Semestre 4 :**

Unités d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé				Cours	TD	TP		Contrôle Continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 4.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Transfert de chaleur	GP4.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Transfert de matière	GP4.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Transfert de quantité de mouvement	GP4.3	2	1	1h30			22h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 4.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Cinétique chimique et catalyse homogène	GP4.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Thermodynamique chimique	GP4.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Chimie minérale industrielle	GP4.6	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 4.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	Méthodes numériques	GP4.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Dessin assisté par ordinateur	GP4.8	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED4.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Introduction au raffinage et à la pétrochimie	GP4.9	1	1	1h30			22h30		100 %
UE Transversale Code : UET 4.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques d'information d'expression et de communication	GP4.10	1	1		1h30		22h30	40%	60%
Volume Horaire Total du semestre 4			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>15h00</b>	<b>7h30</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1**  
**Matière 1: Analyse 1**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

### Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de faire une transition entre les connaissances en analyse accumulées au lycée et les bases qui formeront un des piliers dans la formation en analyse mathématique de la licence. Etant donné que le recrutement en première année d'analyse sera réservé uniquement aux titulaires de baccalauréat technique mathématique, il semble assez judicieux de commencer par rappeler les notions élémentaires qui serviront tout au long de ce cours, histoire de ne perdre personne en route.

### Connaissances préalables recommandées

Mathématiques élémentaires du Lycée

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble $\mathbb{R}$ (03 semaines)**

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 (04 semaines)**

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 : Fonctions d'une variable réelle (04 semaines)**

1. Définitions (monotonie, parité, périodicité)
2. Limites :
3. Continuité
4. Dérivabilité

#### **Chapitre 4 : Fonctions usuelles (04 semaines)**

1. Fonctions circulaires réciproques.
2. Fonctions hyperboliques.
3. Fonctions hyperboliques réciproques.

### Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

### Références bibliographiques

- 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. Arnaudès, 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- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 2- Fonctions usuelles, Dunod.
- 9- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 1- Algèbre, Dunod.
- 10- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1**  
**Matière 2: Algèbre 1**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

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

- Assurer la progressivité du passage aux études supérieures, en tenant compte des programmes du lycée, dont il consolide et élargit les acquis ;
- Consolider la formation des étudiants dans les domaines de la logique, du raisonnement et des techniques de calcul qui sont des outils indispensables tant aux mathématiques qu'aux disciplines scientifiques et une introduction aux structures algébriques.
- Présenter des notions nouvelles riches, de manière à susciter l'intérêt des étudiants

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions de base de mathématiques

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 0 : Chapitre de rappels (02 semaines)**

Ce chapitre indispensable permettra de mettre à niveau les connaissances des étudiants.

1. Équations et inéquations polynomiales de degré supérieur ou égal à 2.
2. Équations et inéquations rationnelles.
3. Équations et inéquations avec radicaux.
4. Équations et inéquations trigonométriques.
5. Systèmes d'équations non linéaires.

#### **Chapitre 1 : Méthodes de raisonnement (02 semaine).**

1. Raisonnement direct.
2. Raisonnement par contraposition.
3. Raisonnement par l'absurde.
4. Raisonnement par un contre-exemple
5. Raisonnement par récurrence.

#### **Chapitre 2 : Relations binaires et applications (04 semaines)**

1. Relations binaires : Définitions (relation binaire et ses propriétés), Relation d'ordre, Relation d'équivalence
2. Fonctions et applications, Définitions (fonction, domaine de définition, application, composée), Image directe et image réciproque d'un ensemble, Injection, surjection, bijection et application réciproque

#### **Chapitre 3 : Structures algébriques (02 semaines)**

1. Définitions (loi décomposition interne et ses propriétés).
2. Groupes, sous-groupe et morphisme de groupes.
3. Anneaux et corps.

#### **Chapitre 4 : Corps des nombres complexes (02 semaines)**

1. Définition d'un nombre complexe comme un couple de réels
2. Présentations d'un nombre complexe : Présentation algébrique, Présentation trigonométrique et formule de Moivre, Présentation géométrique, Présentation exponentielle (application : linéarisation de  $\cos^p \cdot \sin^q$ )

3. Racines d'un nombre complexe : Racines carrées et résolution de l'équation  $az^2 + bz + c = 0$ , Racines nième d'un nombre complexe

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrite, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques**

- 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- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 2- Fonctions usuelles, Dunod.
- 9- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 1- Algèbre, Dunod.
- 10- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2**  
**Matière 1: Eléments de Chimie**  
**VHS: 90h00 (Cours: 1h30, TD : 3h00, TP: 1h30)**  
**Crédits: 7**  
**Coefficient: 4**

### Objectifs de l'enseignement

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, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie générale.

### Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique et de physique.

### Contenu de la matière :

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

- I. Définition de La matière
- II. Changements d'état de la matière
- III. Classification de la matière
- IV. Notion d'atome, molécules, mole et nombre d'Avogadro
- V. Loi de conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique
- VI. Aspect qualitatif et quantitatif de la matière

#### **Chapitre 2 : Structure de l'atome (3 semaines) :**

- I. Electron : Mise en évidence : Expérience de J.J. Thomson, Propriétés des rayons cathodiques
- II. Noyau : Mise en évidence : Expérience de Rutherford, Constitution du noyau atomique
- III. Identification des éléments : Représentation, Masse atomique, Masse atomique relative

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

- I. Radioactivité naturelle
- II. Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires : Fission nucléaire, Fusion nucléaire, Transmutation
- III. Cinétique de désintégration radioactive : Loi décroissance radioactive : Activité d'un noyau radioactif, Période radioactive ou temps de demi-vie

#### **Chapitre 4 : Structure électronique de l'atome (4 semaines) :**

- I. Production des spectres d'émission atomique
- II. Rayonnement électromagnétique
- III. La théorie des photons : Spectre d'émission de l'atome d'hydrogène, Relation empirique de Balmer-Rydberg
- IV. Modèle de Bohr
- V. Energie de l'électron sur une orbite stationnaire

#### **Chapitre 5 : Classification périodique des éléments (2 semaines) :**

- I. Description du tableau périodique de Mendeleïev : Caractéristiques de quelques familles, Périodicité des propriétés

### 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

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

**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.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2**  
**Matière 2: Eléments de Mécanique**  
**VHS: 90h00 (Cours: 1h30, TD : 3h00, TP: 1h30)**  
**Crédits: 7**  
**Coefficient: 4**

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

Initier l'étudiant aux bases de la mécanique du point à travers trois grandes parties : la Cinématique, la Dynamique et le Travail et Energie.

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions de mathématiques et de Physique élémentaires.

### **Contenu de la matière:**

#### **Rappels mathématiques**

**(2 Semaines)**

1- Les équations aux dimensions

2- Calcul vectoriel : produit scalaire (norme), produit vectoriel, Fonctions à plusieurs variables, dérivation. Analyse vectorielle : les opérateurs gradient, rotationnel, ...

#### **Chapitre 1. Cinématique**

**(5 Semaines)**

1- Vecteur position dans les systèmes de coordonnées (cartésiennes, cylindrique, sphérique, curviligne)- loi de mouvement – Trajectoire. 2- Vitesse et accélération dans les systèmes de coordonnées. 3- Applications : Mouvement du point matériel dans les différents systèmes de coordonnées. 4- Mouvement relatif.

#### **Chapitre 2. Dynamique :**

**(4 Semaines)**

1- Généralité : Masse - Force - Moment de force –Référentiel Absolu et Galiléen. 2- Les lois de Newton. 3- Principe de la conservation de la quantité de mouvement. 4- Equation différentielle du mouvement. 5- Moment cinétique. 6- Applications de la loi fondamentale pour des forces (constante, dépendant du temps, dépendant de la vitesse, force centrale, etc.).

#### **Chapitre 3. Travail et énergie**

**(4 Semaines)**

1-Travail d'une force. 2- Energie Cinétique. 3- Energie potentiel – Exemples d'énergie potentielle (pesanteur, gravitationnelle, élastique). 4- Forces conservatives et non conservatives - Théorème de l'énergie totale.

### **Travaux Pratiques:**

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

### **Mode d'évaluation:**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

### **Références bibliographiques:**

1. A.Gibaud, M. Henry ; Cours de physique - Mécanique du point - Cours et exercices corrigés; Dunod, 2007.
2. P. Fishbane et al. ; Physics For Scientists and Engineers with Modern Physics, 3rd Ed. ; 2005.
3. P. A. Tipler, G. Mosca ; Physics For Scientists and Engineers, 6th Ed., W. H. Freeman Company, 2008.

**Semestre 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière 1 : Probabilités et Statistiques**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de la matière**

Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles de la probabilité et de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables, la probabilité sur un univers fini et les variables aléatoires.

**Connaissances préalables recommandées**

Les bases de la programmation acquises en Math 1 et Math 2

**Contenu de la matière :**

**Partie A : Statistiques**

**Chapitre 1: Définitions de base (1 semaine)**

A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités

A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

**Chapitre 2: Séries statistiques à une variable (3 semaines)**

A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.

A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.

A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.

A.2.4 Caractéristiques de position

A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.

A.2.6 Caractéristiques de forme.

**Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables (3 semaines)**

A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.

A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.

A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.

A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.

A.3.5 Ajustement fonctionnel.

**Partie B : Probabilités**

**Chapitre 1 : Analyse combinatoire (1 Semaine)**

B.1.1 Arrangements

B.1.2 Combinaisons

B.1.3 Permutations.

**Chapitre 2 : Introduction aux probabilités (2 semaines)**

B.2.1 Algèbre des événements

B.2.2 Définitions

B.2.3 Espaces probabilisés

B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

**Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance (1 semaine)**

B.3.1 Conditionnement,

B.3.2 Indépendance,

B.3.3 Formule de Bayes.

**Chapitre 4 : Variables aléatoires (1 Semaine)**

B.4.1 Définitions et propriétés,

B.4.2 Fonction de répartition,

B.4.3 Espérance mathématique,

B.4.4 Covariance et moments.

**Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes usuelles (1 Semaine)**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ...

**Chapitre 6 : Lois de probabilité continues usuelles (2 Semaines)**

Uniforme, normale, exponentielle,...

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

**Références bibliographiques:**

[1] Pierre Dagnélie. Statistique théorique et appliquée. De Boeck Université, 1998.

[2] Rick Durrett. Elementary probability for applications. Cambridge university press, 2009.

[3] Richard Arnold Johnson et Gouri K. Bhattacharyya. Statistics : principles and methods. Wiley, 1996.

[4] Aurelio Mattei. Inférence et décision statistiques : théorie et application à la gestion des affaires. P. Lang, 2000.

[5] Sheldon M. Ross. Initiation aux probabilités. Presses polytechniques et universitaires romandes, 2007.

[6] Gilbert Saporta. Probabilités, analyse des données et statistique. Technip, 1990

**Semestre 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière 2 : Structure des ordinateurs et applications**  
**VHS : 45h00 (TP: 3h00)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de la matière est de permettre aux étudiants d'apprendre à programmer avec un langage évolué (PYTHON). La notion d'algorithme doit être prise en charge implicitement durant l'apprentissage du langage.

**Connaissances préalables recommandées**

Notions élémentaires de la technologie du Web

**Contenu de la matière :**

**Partie 1. Introduction à l'informatique**

**(2 Semaines)**

- 1- Définition de l'informatique
- 3- Les systèmes de codage des informations
- 4- Principe de fonctionnement d'un ordinateur

**Partie 2. Notions d'algorithme et de programme**

**(13 Semaines)**

- 1- Concept d'un algorithme/ programme (1 Semaine)
- 2- La démarche et analyse d'un problème (2 Semaines)
- 3- Structure des données : Constantes et variables, Types de données **(1 Semaine)**
- 4- Les opérateurs : opérateur d'affectation, Les opérateurs relationnels, Les opérateurs logiques, Les opérations arithmétiques, Les priorités dans les opérations (1 Semaines)
- 5- Les opérations d'entrée/sortie (2 Semaines)
- 6- Les structures de contrôle : Les structures de contrôle conditionnel, Les structures de contrôle répétitives (3 Semaines)
- 7- les fonctions/ modules : (3 Semaines)  
Les modules prédéfinis, importation et utilisation  
Les types de fonctions (built-in, user), déclaration des fonctions, rappels de fonctions Variables locales, variables globale, docstring .....

**Travaux Pratiques:**

Les TP ont pour objectif d'illustrer les notions enseignées durant le cours. Ces derniers doivent débiter avec les cours selon le planning suivant :

- TP d'initiation et de familiarisation avec la machine informatique d'un point de vue matériel et systèmes d'exploitation (exploration des différentes fonctionnalités des OS)
- TP d'initiation à l'utilisation d'un environnement de programmation (Edition, Assemblage, Compilation, etc.)
- TP d'application des techniques de programmation vues en cours.

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques**

- 1- John Paul Mueller et Luca Massaron, Les algorithmes pour les Nuls grand format, 2017.
- 2- Charles E. Leiserson, Clifford Stein et Thomas H. Cormen, Algorithmique : cours avec 957 exercices et 158 problèmes, 2017.
- 3- Thomas H. Cormen, Algorithmes : Notions de base, 2013.
- 4- H. Bhasin PYTHON BASICS, , Virginia Boston, Massachusetts 2019
- 5- Joe THOMSON: Python's Companion the Most Complete Step-by-Step Guide to Python Programming 2016

**Semestre 1**  
**Unité d'enseignement : UET 1.1**  
**Matière 1 : Dimension éthique et déontologie (Les fondements)**  
**VHS : 22h30 (cours: 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

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.

**Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

**Contenu de la matière :**

**I. Notions Fondamentales – مفاهيم أساسية (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 – المرجعيات (2 semaines)**

Les références philosophiques  
La référence religieuse  
L'évolution des civilisations  
La référence institutionnelle

**III. La Franchise Universitaire – الحرم الجامعي (3 semaines)**

Le Concept des franchises universitaires  
Textes réglementaires  
Redevances des franchises universitaires  
Acteurs du campus universitaire

**IV. Les Valeurs Universitaires – القيم الجامعية (2 semaines)**

Les Valeurs Sociales  
Les Valeurs Communautaires  
Valeurs Professionnelles

**V. Droits et Devoirs (2 semaines)**

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 (2 semaines)

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

VII. Les Pratiques (2 semaines)

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

**Mode d'évaluation :**

Interrogations, devoirs à la maison, 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., *Professionnalisme 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.
7. [https://elearning.univannaba.dz/pluginfile.php/39773/mod\\_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf](https://elearning.univannaba.dz/pluginfile.php/39773/mod_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf).

**Semestre 1**  
**Unité d'enseignement: UET1.1**  
**Matière 2: Langue étrangère 1**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Il s'agit de développer dans cette matière les quatre compétences suivantes : Compréhension orale, Compréhension écrite, Expression orale et Expression écrite à travers la lecture et l'étude de textes.

**Connaissances préalables recommandées :**

Français de base.

**Contenu de la matière :**

Nous proposons ci-dessous un ensemble de thématiques qui traitent des sciences fondamentales, les technologies, l'économie, les faits de société, la communication, le sport, la santé, etc. L'enseignant peut choisir parmi cette liste des textes pour les développer pendant le cours. Sinon, il est libre d'aborder d'autres thèmes de son choix. Les textes peuvent être empruntés à divers supports de communication : journaux quotidiens, magazines de sport ou de spectacles, revues spécialisées ou de vulgarisation, ouvrages, sites internet, enregistrements audio et vidéo, ...

Pour chaque texte, l'enseignant aide l'étudiant à développer ses compétences linguistiques de la langue : écoute, compréhension, expression tant orale qu'écrite. En outre, il doit se servir de ce texte pour dégager les structures grammaticales qu'il développera pendant la même séance de cours. Nous rappelons ici, à titre d'illustration, un ensemble de structures grammaticales qui peuvent être développées en exemple. Bien entendu, il ne s'agit pas de les développer toutes ou de la même manière. Certaines peuvent être rappelées et d'autres bien détaillées.

**Exemples de thématiques**

Le changement climatique  
La pollution  
La voiture électrique  
Les robots  
L'intelligence artificielle  
Le prix Nobel  
Les jeux olympiques  
Le sport à l'école  
Le Sahara  
La monnaie  
Le travail à la chaîne  
L'écologie  
Les nanotechnologies  
La fibre optique  
Le métier d'ingénieur  
La centrale électrique  
Efficacité énergétique  
L'immeuble intelligent  
L'énergie éolienne  
L'énergie solaire

**Structures grammaticales**

La ponctuation. Les noms propres, Les articles.  
Les fonctions grammaticales : Le nom, Le verbe, Les pronoms, L'adjectif, L'adverbe.  
Le pronom complément "le, la, les, lui, leur, y, en, me, te, ..."  
Les accords.  
La phrase négative. Ne ... pas, Ne ... pas encore, Ne ... plus, Ne ... jamais, Ne ... point, ...  
La phrase interrogative. Question avec "Qui, Que, Quoi", Question avec "Quand, Où, Combien, Pourquoi, Comment, Quel, Lequel".  
La phrase exclamative.  
Les verbes pronominaux. Les verbes impersonnels.  
Les temps de l'indicatif, Présent, Futur, passé composé, passe simple, Imparfait.  
...

**Mode d'évaluation :**

Interrogations, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques:**

1. M. Badefort, Objectif : Test de Français International, Edulang, 2006.
2. O. Bertrand, I. Schaffner, Réussir le TCF, Exercices et activités d'entraînement, Les éditions de l'école polytechnique, 2009.

3. M. Boulares, J.-L. Frerot, Grammaire progressive du Français avec 400 exercices, Niveau avancé, CLE International.
4. Collectif, Beshernelles : la Grammaire pour tous, Hatier.
5. Collectif, Beshernelles : la Conjugaison pour tous, Hatier.
6. M. Grégoire, Grammaire progressive du Français avec 400 exercices, Niveau débutant, CLE International, 1997.
7. A. Hasni et al., La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire, Presses de l'université du Québec, 2006.
8. J.-L. Lebrun, Guide pratique de la rédaction scientifique, EDP Sciences, 2007.
9. J.M. Robert, Difficultés du Français, Hachette,
10. C. Tisset, Enseigner la langue française à l'école : La Grammaire, L'Orthographe et la Conjugaison, Hachette Education, 2005.
11. J. Bossé-Andrieu, Abrégé des Règles de Grammaire et d'Orthographe, Presses de l'université du Québec, 2001.
12. J.-P. Colin, Le français tout simplement, Eyrolles, 2010.
13. Collectif, Test d'évaluation de Français, Hachette, 2001.
14. Y. Delatour et al., Grammaire pratique du Français en 80 fiches avec exercices corrigées, Hachette, 2000.
15. Ch. Descotes et al., L'Exercisier : l'expression française pour le niveau intermédiaire, Presses Universitaires de Grenoble, 1993.
16. H. Jaraush, C. Tufts, Sur le Vif, Heinle Cengage Learning, 2011.

**- Programmes détaillés par matière du semestre 2**

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1**  
**Matière 1: Analyse 2**  
**VHS: 90h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

### Objectifs de l'enseignement

Les étudiants sont amenés, pas à pas, vers la compréhension des mathématiques utiles à leur cursus universitaire. A la fin du cours, l'étudiant devrait être en mesure : de résoudre des équations différentielles du premier et du second degré ; de résoudre les intégrales des fonctions rationnelles, exponentielles, trigonométriques et polynômiales ; de résoudre des systèmes d'équations linéaires par plusieurs méthodes.

### Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique (équation différentielle, intégrales, systèmes d'équations, ...)

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1 : Développements limités (04 semaines)**

1. Relations de comparaison
2. Développements limités au voisinage de zéro
  - 2.1 Définitions d'un DL et théorème de Taylor-Lagrange
  - 2.2 Développements limités usuels
  - 2.3 Opérations sur les DL
3. DL au voisinage d'un point, au voisinage de l'infini et DL généralisé
4. Applications des DL (calcul de limites, équations de la tangente et de l'asymptote)

#### **Chapitre 2 : Calcul de primitives (05 semaines)**

1. Définitions et propriétés (primitive, intégrale et intégrale dérivée)
2. Méthodes d'intégration
  - Intégration par parties
  - Intégration par changement de variable
3. Intégration d'une fraction rationnelle
4. Intégration d'une fraction rationnelle en sin et cos
5. Intégration d'une fraction rationnelle en exponentiel
6. Intégration d'une fraction rationnelle en sin(h) ou fraction cos(h)

#### **Chapitre 3 : Equations différentielles (03 semaines)**

1. Définitions
2. Equations différentielles du premier ordre.
  - 2.1 Equations différentielles à variables séparables.
  - 2.2 Equations différentielles linéaires.
  - 2.3 Equations différentielle de Bernoulli.
  - 2.4 Equations différentielles homogènes par rapport à x et y:
3. Equations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants.

### Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

### Références bibliographiques

- 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. Arnaudès, 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- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 2- Fonctions usuelles, Dunod.
- 9- J. Quinet, Cours élémentaire de mathématiques supérieures 1- Algèbre, Dunod.
- 10- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1**  
**Matière 2: Algèbre 2**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement**

Le programme est organisé autour de deux objectifs :

- Eude des concepts fondamentaux relatifs aux espaces vectoriels de dimension finie telles que base, dimension, rang, et apprendre à l'étudiant le procédé de l'échelonnement qui lui sera très utile par la suite.
- Acquérir les connaissances nécessaires concernant les applications linéaires, leurs représentations matricielles, les matrices de passages, le calcul des déterminants, le polynôme caractéristique et les valeurs propres d'une matrice, la diagonalisation et la trigonalisation d'une matrice et la réduction des formes quadratiques.

**Connaissances préalables recommandées**

Notions de base de l'algebre1

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Espaces vectoriels et applications linéaires (04 semaines)**

- I Espaces vectoriels, sous-espaces vectoriels.
  - I.1 Définitions
  - I.2 Familles libres, familles génératrices et bases
- II Applications linéaires
  - II.1 Définitions
  - II.2 Théorème du rang

**Chapitre 2 : Calcul matriciel (04 semaines)**

1. Définitions (matrice, matrices particulières, matrice associée à une application linéaire).
2. Opérations sur les matrices.
3. Matrices inversibles.
4. Déterminant d'une matrice carrée.
5. Détermination de l'inverse d'une matrice inversible
  - 5.1 Méthode des déterminants
  - 5.2 Méthode du pivot ou d'échelonnement
6. Rang d'une matrice

**Chapitre 3 : Systèmes d'équations linéaires (04 semaines)**

1. Définitions (système d'équations linéaires, matrice associée)
2. Résolution d'un système d'équations linéaires
  - 2.1 cas où la matrice associée est inversible
  - 2.2 cas où la matrice associée n'est pas inversible

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

**Références bibliographiques**

- 1- A. Kurosh : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- 2- D. Fadeev et I. Sominsky : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- 3- J. Rivaud : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- 4- J. Rivaud : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- 5- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.

- 6- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3 e édition. Classes préparatoires 1ercycle universitaire. Dunod.
- 7- A. Doneddu : Algèbre et Géométrie 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- 8- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. Ellipses

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.2**  
**Matière 1: Electricité et Magnétisme**  
**VHS: 90h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00, TP : 1h30)**  
**Crédits: 7**  
**Coefficient: 4**

**Objectifs de l'enseignement**

Initier l'étudiant aux phénomènes physiques sous-jacents aux lois de l'électricité en général.

**Connaissances préalables recommandées**

Mathématiques, Physique.

**Contenu de la matière :**

**Rappels mathématiques :**

**(1 Semaine)**

- 1- Eléments de longueur, de surface, de volume dans des systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques, sphériques. Angle solide, Les opérateurs (le gradient, le rotationnel, Nabla, le Laplacien et la divergence).
- 2- Dérivées et intégrales multiples.

**Chapitre I. Electrostatique :**

**(6 Semaines)**

- 1- Charges et champs électrostatiques. Force d'interaction électrostatique-Loi de Coulomb.
- 2-Potentiel électrostatique. 3- Dipôle électrique. 4- Flux du champ électrique. 5- Théorème de Gauss. 6- Conducteurs en équilibre. 7- Pression électrostatique. 8- Capacité d'un conducteur et d'un condensateur.

**Chapitre II. Electrocinétique :**

**(4 Semaines)**

- 1- Conducteur électrique. 2- Loi d'Ohm. 3- Loi de Joule. 4- Les Circuits électriques. 5- Application de la Loi d'Ohm aux réseaux. 6- Lois de Kirchhoff. Théorème de Thevenin.

**Chapitre III. Electromagnétisme :**

**(4 Semaines)**

- 1- Champ magnétique :Définition d'un champ magnétique, Loi de Biot et Savart, Théorème d'Ampère, Calcul de champs magnétiques créés par des courants permanents.
- 2- Phénomènes d'induction : Phénomènes d'induction (circuit dans un champ magnétique variable et circuit mobile dans un champ magnétique permanent), Force de Lorentz, Force de Laplace, Loi de Faraday, Loi de Lenz, Application aux circuits couplés.

**Contenu des Travaux Pratiques:**

**5 manipulations au minimum**

**(3h00 / 15 jours)**

- Présentation des instruments et outils de mesure (Voltmètre, Ampèremètre, Rhéostat, Oscilloscopes, Générateur, etc.).
- Les lois de Kirchhoff (loi des mailles, loi des nœuds).
- Théorème de Thévenin.
- Association et Mesure des inductances et capacités
- Charge et décharge d'un condensateur
- Oscilloscope
- TP sur le magnétisme

**Mode d'évaluation :**

Interrogations, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques :**

1. J.-P. Perez, R. Carles, R. Fleckinger ; Electromagnétisme Fondements et Applications, Ed. Dunod, 2011.
2. H. Djelouah ; Electromagnétisme ; Office des Publications Universitaires, 2011.
3. P. Fishbane et al.; Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, 3rd ed.; 2005.
4. P. A. Tipler, G. Mosca ; Physics For Scientists and Engineers, 6th ed., W. H. Freeman Company, 2008.

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.2**  
**Matière 2: Thermodynamique**  
**VHS: 90h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00, TP : 1h30)**  
**Crédits: 7**  
**Coefficient: 4**

**Objectifs de l'enseignement**

Donner les bases nécessaires de la thermodynamique classique en vue des applications à la combustion et aux machines thermiques. Homogénéiser les connaissances des étudiants. Les compétences à appréhender sont : L'acquisition d'une base scientifique de la thermodynamique classique ; L'application de la thermodynamique à des systèmes variés ; L'énoncé, l'explication et la compréhension des principes fondamentaux de la thermodynamique.

**Connaissances préalables recommandées**

Mathématiques de base.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Généralités sur la thermodynamique (3 Semaines)**

1-Propriétés fondamentales des fonctions d'état. 2- Définitions des systèmes thermodynamiques et le milieu extérieur. 3- Description d'un système thermodynamique. 4- Evolution et états d'équilibre thermodynamique d'un système. 5- Transferts possibles entre le système et le milieu extérieur. 6- Transformations de l'état d'un système (opération, évolution). 7- Rappels des lois des gaz parfaits.

**Chapitre 2 : Le 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique :(3 semaines)**

1. Le travail, la chaleur, L'énergie interne, Notion de conservation de l'énergie. 2. Le 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique : énoncé, notion d'énergie interne d'un système, application au gaz parfait, la fonction enthalpie, capacité calorifique, transformations réversibles (isochore, isobare, isotherme, adiabatique).

**Chapitre 3 : Applications du premier principe de la thermodynamique à la thermochimie (3 semaines)**

Chaleurs de réaction, l'état standard, l'enthalpie standard de formation, l'enthalpie de dissociation, l'enthalpie de changement d'état physique, l'enthalpie d'une réaction chimique, loi de Hess, loi de Kirchoff.

**Chapitre 4 : Le 2<sup>ème</sup> principe de la thermodynamique (3 semaines)**

1- Le 2<sup>ème</sup> principe pour un système fermé. 2. Enoncé, du 2<sup>ème</sup> principe : Entropie d'un système isolé fermé. 3. calcul de la variation d'entropie : transformation isotherme réversible, transformation isochore réversible, transformation isobare réversible, transformation adiabatique, au cours d'un changement d'état, au cours d'une réaction chimique.

**Chapitre 5 :Le3<sup>ème</sup> Principe et entropie absolue (1 semaine)**

**Chapitre 6 : Energie et enthalpie libres – Critères d'évolution d'un système (2 semaines)**

1- Introduction. 2- Energie et enthalpie libre. 3- Les équilibres chimiques

**Contenu des TPs :**

- 1- Loi des gaz parfaits : vérification de la loi de Boyle-Mariotte  
Matériels (\*) : Tubes en verre gradués ( $\emptyset = 1.5$  cm env.) avec robinet, tuyau souple, grande règle, mercure et supports.
- 2- Mesure du coefficient  $\gamma = C_p/C_v$  : détermination par la méthode de Clément –Désormés  
Matériels : bonbonne avec robinet, tubes en verre ( $\emptyset = 3-5$ mm), tubes souples, pompes à air, tubes en verre en U, chronomètre, mercure, grande règle graduée, robinets et supports.
- 3- Dilatation thermique des solides  
Matériels : Tubes (acier, laiton, cuivre, verre,...) L=65cm et  $\emptyset = 7$ mm, pyromètre à cadran, comparateur, thermomètres numériques, tuyau souple et thermostat de circulation de 30 à 100°C.
- 4- Calorimétrie : Mesurer les quantités de chaleur ou les transferts thermiques entre des corps différents en utilisant plusieurs types de calorimétrie (à glace, à résistance ...)

Matériels : Vase Dewar avec couvercle, grenaille cuivre, plomb, verre ... (env. 100 g de chaque), thermomètres, balance, générateur de vapeur 220V/550W, bécher, calorimètre, ensemble chauffant avec couvercle et accessoires, bécher en aluminium, bec Bunsen, glace et supports.

5- Détermination de la chaleur latente de vaporisation

Matériels : Appareils pour déterminer les pressions de la vapeur d'eau (chaudière), un manomètre 60 atm, un thermomètre 0-250°C et un bruleur à gaz (bec Bunsen)

6- Etalonnage d'un thermocouple (mesure de son pouvoir thermoélectrique)

Matériels : Fils (cuivre et constantin, deux béchers, thermomètres (0-100°C) Microvoltmètre numérique, un bruleur à gaz, de la glace et une bougie.

7- Propagation de la chaleur dans une barre cylindrique en métal  
Matériels : Tubes en métal  $l = 1,5$  m et  $\varnothing = 2$  cm, Thermomètres numériques, chronomètre, four tubulaire et supports.

8- Transport de la chaleur : convection thermique  
Matériels : Thermosiphon, Bec Bunsen, colorant en poudre et supports.

9- Isolation thermique

Matériels : Chambre calorifique avec accessoires.

10- Théorie cinétique des gaz : variation du volume des gaz en fonction de la pression à température constante (loi de Boyle-Mariotte).

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques :**

1. C. Coulon, S. Le Boiteux S. et P. Segonds, Thermodynamique Physique - Cours et exercices avec solutions, Edition Dunod.
2. H.B. Callen, Thermodynamics, Cours, Edition John Wiley and Sons, 1960
3. R. Clerac, C. Coulon, P. Goyer, S. Le Boiteux & C. Rivenc, Thermodynamics, Cours et travaux dirigés de thermodynamique, Université Bordeaux 1, 2003
4. O. Perrot, Cours de Thermodynamique I.U.T. de Saint-Omer Dunkerque, 2011
5. C. L. Huillier, J. Rous, Introduction à la thermodynamique, Edition Dunod.

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UEM2.1**  
**Matière 1: Dessin Technique**  
**VHS: 45h00 (TP: 3h00)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 2**

**Description et objectifs du cours :**

Introduction au dessin technique, aux normes et conventions, à la lecture de plans. Initiation au dessin en 3D et à la modélisation de pièces mécaniques. Introduction aux techniques de design en ingénierie, et à la résolution de problèmes par le dessin.

**Prérequis :**Formes géométriques de base

**Le contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Dessin technique**

- 1.1 Introduction générale
- 1.2 Ecritures
- 1.3 Présentations des dessins
- 1.4 Traits
- 1.5 Echelles

**Chapitre 02 : Tracés géométriques**

- 2.1 Intersections
- 2.2 Raccordements

**Chapitre 03 : Géométrie descriptive**

- 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**

- 4.1 Projection des pièces prismatiques
- 4.2 Projection des pièces cylindriques
- 4.3 Projection des pièces coniques
- 4.4 Projections des pièces mixtes

**Chapitre 05 : Dessin en perspectives**

- 5.1 Perspectives cavalière
- 5.2 Perspectives isométriques

**Chapitre 06 : Cotations**

- 6.1 Règles générale de cotation
- 6.2 Applications

**Chapitre 07 : Sections et coupes**

- 7.1 Coupes simples
- 7.2 Sections sorties
- 7.3 Sections rabattues

**Chapitre 08 : Dessins d'ensembles**

- 8.1 Définition

## 8.2 Applications

### 8.3 Dessins de définitions des pièces composantes

#### **Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

#### **Références bibliographiques :**

- 1- Giesecke, Mitchell, Spencer, Hill, Dygdon et Novak, Technical Drawing, 12<sup>e</sup> édition, 2003, ISBN 0-13-008183-3
- 2- A. Chevalier ; Guide du dessinateur industriel. Hachette technique ; Paris,2011.
- 3- A. Rcordeau, C. Corbet ; Dossier de technologie de construction ; Casteilla ;Paris,2001
- 4- A . Ricordeau ; Géométrie descriptive appliquée au dessin ; Casteilla ; Paris,2009

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UEM2.1**  
**Matière 1: Programmation (Informatique 2)**  
**VHS: 45h00 (TP: 3h00)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Maitriser les techniques de base en programmation et en algorithmique. Acquérir les concepts fondamentaux de l'informatique. Les compétences à acquérir sont : La programmation avec une certaine autonomie ; La conception d'algorithmes du plus simple au relativement complexe.

**Connaissances préalables recommandées**

Savoir utiliser le site de l'université, les systèmes de fichiers, interface utilisateur Windows, environnement de programmation.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Les variables Indicées (7 Semaines)**

- 1- Liste : les opérations sur les listes, slicing....etc.
- 2- les listes pour implémenter les vecteurs et matrices,
- 3- Introduction à ndarray de numpy (Ndarray vs Liste )
  - a- Les tableaux unidimensionnels : vecteur (**1darray**): Représentation en mémoire, Opérations sur les vecteurs
  - b- Les tableaux bidimensionnels ; Matrice (**2darray**) : Représentation en mémoire, Opérations sur les matrices

**Chapitre 2 : Les matrices et l'algèbre linéaire :(4 Semaines)**

Introduction à numpy. linalg : Calcul matricielle : Déterminant, trace ; inverse, vecteur et valeurs propres, système d'équations linéaires....etc

**Chapitre 3: Les fichiers (4 Semaines)**

- 1- Les modes d'accès aux fichiers
- 2- Lecture et écriture dans un fichier texte/binaire
- 3- Le concept de contexte manager dans les fichiers
- 4- Lecture et écriture des fichiers csv

**TP Informatique 2 :**

- Prévoir un certain nombre de TP pour concrétiser les techniques de programmations vues pendant le cours.
- TP d'application des techniques de programmation vues en cours.

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques :**

- 1- Les algorithmes pour les Nuls grand format Livre de John Paul Mueller (Informatiker, USA) et LucaMassaron 2017
- 2- Algorithmique : cours avec 957 exercices et 158 problèmes Livre de Charles E. Leiserson, CliffordStein et Thomas H. Cormen 2017
- 1- Algorithmes : Notions de base Livre de Thomas H. Cormen 2013.
- 2- Joe THOMSON: Python's Companion The Most Complete Step-by-Step Guide to Python Programming 2016
- 3- Tim Hall and J-P Stacey: Python 3 for Absolute Beginners 2009

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UED2.1**  
**Matière 1: Les métiers de l'ingénieur**  
**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**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 21ème 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, Dignes, 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.
- 9- Les métiers de l'énergie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 10- Les métiers de la mécanique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2014.
- 11- Les métiers de la chimie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 12- Les métiers du Web, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.

**Semestre 2**  
**Unité d'enseignement: UET2.1**  
**Matière 2: Langue étrangère 1 (Français ou anglais)**  
**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**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:**

Radioactivity.  
Chain Reaction.  
Reactor Cooling System.  
Conductor and Conductivity.  
Induction Motors.  
Electrolysis.  
Liquid Flow and Metering.  
Liquid Pumps.  
Petroleum.  
Road Foundations.  
Rigid Pavements.  
Piles for Foundations.  
Suspension Bridges.

**Examples of Word Study: Patterns**

Explanation of Cause  
Result  
Conditions (if), Conditions (Restrictive)  
Eventuality  
Manner  
When, Once, If, etc. + Past Participle  
It is + Adjective + to  
As  
It is + Adjective or Verb + that...  
Similarity, Difference  
In Spite of, Although  
Formation of Adjectives  
Phrasal Verbs

**Evaluation mode:**

Workhome, final Exam

**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.
8. M. Mann, S. Tayore-Knowles, Destination : Grammar & Vocabulary with Answer Key, MacMillan, 2006.
9. E. Hamby, Ph. Bedford Robinson, Special English Computer Applications, Cassell, 1980.
10. P. Charles Brown, Norma D. Mullen, English for Computer Science, Oxford University Press, 1989.
11. Graeme Kennedy, Structure and Meaning in English: A Guide for Teachers, Pearson, 2004.
12. Anne M. Hanson, Brain-Friendly Strategies for Developing Student Writing Skills, 2nd Edition, Corwin Press, 2008.
13. Ann Bridges, How to Pass Higher English, Hodder Gibson-Hachette, 2009.
14. Claude Renucci, Anglais : 1000 Mots et expressions de la presse : Vocabulaire et expressions du monde économique, social et politique, Fernand Nathan, 2006.

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 3.1**  
**Matière 1: Mathématiques Appliquées**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

**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 :**

- 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. Arnaudès, 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: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 3.2**  
**Matière 2: Ondes et vibrations**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 5**  
**Coefficient: 3**

### 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

Notions de Mathématiques et de Physique de la 1<sup>ère</sup> année

### Contenu de la matière :

#### **Partie A : Vibrations**

##### **Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange** **2 semaines**

Equations de Lagrange pour une particule, Equations de Lagrange, 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** **2 semaines**

Oscillations non amorties, Oscillations libres des systèmes amortis

##### **Chapitre 3 : Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté** **1 semaine**

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

##### **Chapitre 4 : Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté** **1 semaine**

Introduction, Systèmes à deux degrés de liberté

##### **Chapitre 5 : Oscillations forcées des systèmes à deux degrés de liberté** **2 semaines**

Equations de Lagrange, Système masses-ressorts-amortisseurs, Impédance, Applications, Généralisation aux systèmes à n degrés de liberté

#### **Partie B : Ondes**

##### **Chapitre 1 : Phénomènes de propagation à une dimension** **2 semaines**

Généralités et définitions de base, Equation de propagation, Solution de l'équation de propagation, Onde progressive sinusoïdale, Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales

##### **Chapitre 2 : Cordes vibrantes** **2 semaines**

Equation des ondes, Ondes progressives harmoniques, Oscillations libres d'une corde de longueur finie, Réflexion et transmission

##### **Chapitre 3 : Ondes acoustiques dans les fluides** **1 semaine**

Equation d'onde, Vitesse du son, Onde progressive sinusoïdale, Réflexion-Transmission

##### **Chapitre 4 : Ondes électromagnétiques** **2 semaines**

Equation d'onde, Réflexion-Transmission, Différents types d'ondes électromagnétiques

### Contenu du TP:

- TP1. Masse -ressort
- TP2. Pendule simple
- TP3. Pendule de torsion
- TP4. Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé
- TP5. Pendules couplés
- TP6. Oscillations transversales dans les cordes vibrantes

TP7. Poulie à gorge selon Hoffmann

TP8. Systèmes électromécaniques (Le haut-parleur électrodynamique)

TP9. Le pendule de Pohl

TP10. Propagation d'ondes longitudinales dans un fluide.

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

**Références bibliographiques :**

1. H. Djelouah ; Vibrations et Ondes Mécaniques – Cours & Exercices (site de l'université de l'USTHB : 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.
5. H. Djelouah ; Electromagnétisme ; Office des Publications Universitaires, 2011.

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.2**  
**Matière1: Mécanique des fluides**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5 Coefficient: 3**

**Objectif de l'enseignement:**

**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 particulière ;
- 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

**TRAVAUX PRATIQUES:**

- **TP N° 1.**Viscosimètre
- **TP N° 2.**Détermination des pertes de charges linéaires et singulières

- **TP N° 3.**Mesure de débits
- **TP N° 4.**Coup de bélier et oscillations de masse
- **TP N° 5.**Vérification du théorème de Bernoulli
- **TP N° 6.**Impact du jet
- **TP N° 7.**Ecoulement à travers un orifice
- **TP N° 8.**Visualisation des écoulements autour d'un obstacle
- **TP N° 9.**Détermination du nombre de Reynolds: Ecoulement laminaire et turbulent

**Moded'évaluation:**Contrôle continu: 20%TD + 20% TP ; Examen: 60

**Référencesbibliographiques:**

- R.Comolet,'Mécaniquedesfluidesexpérimentale',Tome1,2et3,Ed.MassonetCie.
- R.Ouziaux,'Mécaniquedesfluidesappliquée',Ed.Dunod,1978
- N. Midoux, Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique, *Ed. Lavoisier, 1993.*

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF 3.2**  
**Matière2: Chimie organique industrielle**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5    Coefficient: 3**

**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, alcènes)
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 (3 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

**TRAVAUX PRATIQUES :**

**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 a pression atmosphérique et entrainement à la vapeur

**TP n°10 :** Purification par distillation fractionnée sur colonne

**Mode d'évaluation:** Contrôle continu: 20%TD + 20% TP ; 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: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 3.2**  
**Matière 3: Chimie des solutions**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD : 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 5 Coefficient: 3**

**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)**

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

**TRAVAUX PRATIQUES :**

**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 :**

**Mode d'évaluation:** Contrôle continu: 20%TD + 20% TP ; Examen: 60%.

**Références:**

1. [John Hill](#) , [Ralph Petrucci](#), [Terry McCreary](#) , [Scott Perry](#), Chimie des Solutions, 2ème Ed , , Edition ERPI ; 2014.
2. [John C. Kotz](#), Chimie des Solutions, Edition de Boeck 2006.

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 3.1**  
**Matière 1: Informatique3**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 2**

**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.

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UED 3.1**  
**Hygiène sécurité environnement- Installations industrielles**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 1, coefficient : 1**

**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.

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1 : Introduction à l'évaluation et à la maîtrise des risques, Analyse des accidents**  
**7 semaines**

- 1.1 Comprendre les notions de base (danger, risque) et identifier les acteurs de la prévention ;
- 1.2 Maîtriser les indicateurs relatifs aux accidents du travail (taux de fréquence, taux de gravité, ...) et aux maladies professionnelles ;
- 1.3 Observer et analyser les risques liés à une situation de travail ;
- 1.4 Elaborer un arbre des causes ;

**Chapitre 2 : Introduction à la santé au travail et à la protection de l'environnement**  
**8 semaines**

- 2.1 Identifier les principaux aspects en matière d'hygiène et de santé publique ;
- 2.2 Connaître les notions d'hygiène de l'habitat ;
- 2.3 Connaître les principaux domaines de la protection de l'environnement ;
- 2.4 Appréhender la problématique du développement durable ;
- 2.5 identifier le rôle et la mission des différents organismes en matière de santé et sécurité du travail et de santé publique.

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

**Références bibliographiques:**

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

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UET 3.1**  
**Anglais technique**  
**VHS: 22h30 (TD: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Description et objectifs du cours :**

Il s'agit de rafraîchir et consolider le niveau de base des étudiants en anglais afin de les familiariser avec les matières scientifiques et techniques enseignées dans cette langue (sous forme orale ou écrite) et aussi pour en améliorer leur compréhension approfondie. Ceci leur permettra de confronter et d'appliquer leur apprentissage à des situations quotidiennes en leur fournissant un enseignement complet. Cette formation leur offre donc l'opportunité d'avoir le niveau intermédiaire qui correspond aux niveaux B1 et B2. Ce dernier fait suite au niveau élémentaire et précède le niveau opérationnel défini par le Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL).

**Prérequis :** Connaissances de base nécessaires

**Le contenu de la matière :**

**Chapter 1. Phonetics:**

1. Pronunciation of the final (ed)
2. Silent letters : definition, spelling + pronunciation of each letter

**Chapter 2. General Grammar:**

**1- Tenses**

Simple present

Simple past

Simple future

Present continuous

Present perfect

Past perfect

**2- Modals**

eg: can, may, should, must ...

**3- Reported speech**

**4- Using English:**

To compare

To define

To report

**Chapter 3. Texts and Activities:**

Activities, scientific or technical texts are included progressively, in which we focus on the application of the previous lessons.

**3.1- Writing a Report in English**

Cover pages, Summary, Introduction, Method, Results, Discussion, Conclusion, Bibliography, Appendices, Summary and Keywords

**3.2- Oral presentation in English**

Communication, Preparation of an oral presentation

**Ateliers de la matière « Langue Anglaise » :**

Les cours d'anglais pourront être enregistrés sur vidéos en vue de leur diffusion sur différentes plateformes (Moodle, chaînes YouTube, streaming média ....) ou par partage sur différents supports informatiques pour les étudiants n'ayant pas d'accès à la connexion internet. L'enseignant chargé de cette matière doit organiser chaque semaine en présentiel un atelier constitué de deux groupes d'étudiants avec présence obligatoire.

Les ateliers permettent aux étudiants d'améliorer leur communication en anglaise, de mettre en pratique les compétences qu'ils ont acquises et de renforcer leur vocabulaire. En outre, ces ateliers aident les étudiants à améliorer leur compréhension de manière communicative. Ils débiteront suivant ce planning :

- **Atelier Lecture** : développer la prononciation des étudiants (articulation correcte, placement correct de l'accent....), renforcement du vocabulaire et la compréhension de texte
- **Atelier Expression Orale** : travail sur la phonétique et la prononciation, apprendre à échanger dans un milieu professionnel, formules de politesse, savoir écouter et repérer les phrases clés, savoir reformuler. Encourager l'interaction des étudiants, promouvoir la capacité des étudiants à exprimer leurs idées, et leurs attitudes de manière communicative
- **Atelier Expression écrite** : Renforcer la fluidité des étudiants grâce à la pratique du vocabulaire, de la grammaire (consolidation des connaissances grammaticales de base et révision des temps, exercices de rédaction de documents professionnels et prise de notes....)écriture des emails/cartes/ ..., Rédaction d'annonces et de publicités télévisées...

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison

**References:**

1. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment - Companion volume (2020)
2. English Profile Introducing the CEFR for English (UCLES/CUP 2011)
3. CEFR-informed Learning, Teaching and Assessment: A Practical Guide (2020)

**Semestre :4**  
**Unité d'enseignement : UEF 4.1**  
**Matière1: Transfert de chaleur**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits : 4 Coefficient : 2**

**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:**

**Chapitre 1 :**

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

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

**Semestre :4**  
**Unité d'enseignement : UEF 4.1**  
**Matière 2: Transfert de matière**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TD : 1h30)**  
**Crédits : 4 Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

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

**Connaissances préalables recommandées:**

Thermodynamique ; Cinétique chimique ; Equations différentielles.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : 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, Dewwitt, Bergmann, Lavine, « Fundamentals of heat and mass transfer », 6th edition Ed. Wiley (2010).
4. Welty, Wicks, Wilson, Rorer, "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer" 5<sup>th</sup> edition, Ed; Wiley (2007).

**Semestre :4**  
**Unité d'enseignement : UEF 4.1**  
**Matière3 : Transfert de Quantité de Mouvement**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 2 Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

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

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases en mathématiques ; Notions en MDF.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : 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 : Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. Laszlo, « Les bases scientifiques du génie chimique », Dunod, 1972.
2. Robert E Treybal, "Mass transfer operation ».Mc Graw-Hill, 1981.
3. R. B. Bird, W. E. Stewart, and E. N. Lightfoot,« Transport Phenomena », Wiley 1960.
4. Midoux Noel, Mécanique des fluides en génie chimique, Coll. Génie des procédés de l'école de Nancy.  
R. Comolet, Mécanique des fluides réels - Tome 2, Ed. Dunod, 2006.

**Semestre : 4**  
**Unité d'enseignement : UEF 4.2**  
**Matière 2 : Cinétique chimique et catalyse homogène**  
**VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD : 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 5 Coefficient: 3**

**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'unités, 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 semaines)**

- 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 (5 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 (5 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 (2 semaines)**

- Généralités sur la catalyse homogène
- Catalyse acido-basique
- Catalyse en oxydoréduction
- Catalyse enzymatique

- Catalyse de coordination

### **TRAVAUX PRATIQUES:**

- Mesure de la vitesse de réaction à partir de la relation « Concentration = f(t)
- Détermination de l'ordre ; Evaluation de la constante de vitesse et l'énergie d'activation.
- Utiliser la régression linéaire pour traiter les courbes

- Méthode chimique (suivi par méthode volumétrique):

- Saponification d'un ester (éthanoate d'éthyle par l'hydroxyde de sodium) :  
$$\text{RCOOR}' + \text{NaOH} = \text{RCOONa} + \text{R}'\text{OH}$$

- Méthode physique

- Polarimétrie : cinétique de l'inversion du saccharose.
- Spectrophotométrie : Décomposition d'un complexe de  $\text{Mn}^{3+}$
- Méthode conductimétrique : Saponification d'un ester (éthanoate d'éthyle par

l'hydroxyde de sodium)

- Mesure du volume : Décomposition de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène)

- Effet de la nature du catalyseur sur la réaction chimique : dismutation de  $\text{H}_2\text{O}_2$  en présence de : chlorure de fer(III), fil de platine, enzyme (morceau de navet) (TP démonstratif pour observer l'effet catalytique et distinguer entre la catalyse homogène, hétérogène, et enzymatique).

- Détermination de la constante catalytique de la réaction de l'ion persulfate avec l'ion iodure en présence de  $\text{CuSO}_4$ .

- Etude cinétique de la réaction de l'ioduration (bromation) de l'acétone catalysée par un acide ou une base.

**Mode d'évaluation:** Contrôle continu: 20%TD + 20% TP ; Examen: 60%.

### **Références:**

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.
4. Michelle Soustelle ; cinétique chimique, éléments fondamentaux, Lavoisier, 2011.
5. B. Fremaux, « Eléments de cinétique et de catalyse », technique et doc. Lavoisier.
6. G. Scacchi, M. Bouchy, J. F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, « Cinétique et catalyse », Lavoisier, 2011.
7. P. Morlaes, J.C. Morlaes, « Cinétique chimique », Vuibert 1981.
8. Michelle Soustelle ; cinétique chimique, éléments fondamentaux, Lavoisier, 2011

**Semestre :4**  
**Unité d'enseignement : UEF 4.2**  
**Matière 2: Thermodynamique chimique**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 TD : 1h30)**  
**Crédits : 4 Coefficient : 2**

**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 et 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 :4**  
**Unité d'enseignement : UEF 4.2**  
**Matière2: Chimie minérale industrielle**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TD : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5 Coefficient: 3**

**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  $\text{SO}_2$  en  $\text{SO}_3$  (thermodynamique, cinétique et calculs des convertisseurs) - Absorption du  $\text{SO}_3$  - 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)**

**TRAVAUX PRATIQUES:**

**A préciser en fonction des moyens de chaque établissement**

**(Les TP doivent être en relation avec le cours)**

**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 4**  
**Unité d'enseignement: UEM4.1**  
**Matière 1: Méthodes numériques**  
**VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Familiarisation avec les méthodes numériques et leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Math1, Math2, Informatique1 et informatique 2

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Résolution des équations non linéaires  $f(x)=0$  (3 semaines)**

1. Introduction sur les erreurs de calcul et les approximations,
2. Introduction sur les méthodes de résolution des équations non linéaires,
3. Méthode de bisection,
4. Méthode des approximations successives (point fixe),
5. Méthode de Newton-Raphson.

**Chapitre 2 : Interpolation polynomiale (2 semaines)**

1. Introduction générale,
2. Polynôme de Lagrange,
3. Polynômes de Newton.

**Chapitre 3 Approximation de fonction : (2 semaines)**

1. Méthode d'approximation et moyenne quadratique.
  2. Systèmes orthogonaux ou pseudo-Orthogonaux. Approximation par des polynômes orthogonaux
3. Approximation trigonométrique

**Chapitre 4 : Intégration numérique (2 semaines)**

1. Introduction générale,
2. Méthode du trapèze,
3. Méthode de Simpson,
4. Formules de quadrature.

**Chapitre 5 : Résolution des équations différentielles ordinaires (problème de la condition initiale ou de Cauchy) (2 semaines).**

1. Introduction générale,
2. Méthode d'Euler,
3. Méthode d'Euler améliorée,
4. Méthode de Runge-Kutta.

**Chapitre 6 : Méthode de résolution directe des systèmes d'équations linéaires (2 semaines)**

1. Introduction et définitions,
2. Méthode de Gauss et pivotation,
3. Méthode de factorisation LU,
4. Méthode de factorisation de CholeskiMMt,
5. Algorithme de Thomas (TDMA) pour les systèmes tri diagonales.

**Chapitre 7 : Méthode de résolution approximative des systèmes d'équations linéaires (2 semaines)**

1. Introduction et définitions,
2. Méthode de Jacobi,
3. Méthode de Gauss-Seidel,
4. Utilisation de la relaxation.

**Contenu des travaux pratiques :**

1. Résolution d'équations non linéaires
  - 1.1. Méthode de la bisection
  - 1.2. Méthode des points fixes

- 1.3. Méthode de Newton-Raphson
- 2. Interpolation et approximation
  - 2.1. Interpolation de Newton
  - 2.2. Approximation de Tchebychev
- 3. Intégrations numériques
  - 3.1. Méthode de Rectangle
  - 3.2. Méthode de Trapezes
  - 3.3. Méthode de Simpson
- 4. Equations différentielles
  - 4.1. Méthode d'Euler
  - 4.2. Méthodes de Runge-Kutta
- 5. Systèmes d'équations linéaires
  - 5.1. Méthode de Gauss- Jordan
  - 5.2. Décomposition de Crout et factorisation LU
  - 5.3. Méthode de Jacobi
  - 5.4. Méthode de Gauss-Seidel

**Mode d'évaluation :**

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final.

**Références bibliographiques :**

1. BREZINSKI (C.), Introduction à la pratique du calcul numérique. Dunod, Paris (1988).
2. G. Allaire et S.M. Kaber, 2002. Algèbre linéaire numérique. Ellipses.
3. G. Allaire et S.M. Kaber, 2002. Introduction à Scilab. Exercices pratiques corrigés d'algèbre linéaire. Ellipses.
4. G. Christol, A. Cot et C.-M. Marle, 1996. Calcul différentiel. Ellipses.
5. M. Crouzeix et A.-L. Mignot, 1983. Analyse numérique des équations différentielles. Masson.
6. S. Delabrière et M. Postel, 2004. Méthodes d'approximation. Équations différentielles. Applications Scilab. Ellipses.
7. J.-P. Demailly, 1996. Analyse numérique et équations différentielles. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.
8. E. Hairer, S. P. Norsett et G. Wanner, 1993. Solving Ordinary Differential Equations, Springer.
9. CIARLET (P.G.). Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. Masson, Paris (1982).

**Semestre 4**  
**Unité d'enseignement: UEM4.1**  
**Matière 2: Dessin assisté par ordinateur**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement**

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..)

**Chapitre 5 : 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 :4**  
**Unité d'enseignement : UED 4.1**  
**Matière2: Introduction au raffinage et la pétrochimie**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30, )**  
**Crédits : 1, coefficients : 1**

**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 :4**  
**Unité d'enseignement : UET 4.1**  
**Matière2: Techniques d'information, d'expression et de communication**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 1, coefficients : 1**

**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:**

**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.

**Connaissances préalables recommandées :**

Langues (Arabe ; Français ; Anglais)

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rechercher, analyser et organiser l'information (3 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 (3 semaines)**

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

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

**(3 semaines)**

Analyser le processus de communication Interpersonnelle, Améliorer la capacité de communication en face à face, Améliorer la capacité de communication en groupe.

**Chapitre 4 : Développer l'autonomie, la capacité d'organisation et de communication dans le cadre d'une démarche de projet (6 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 :**

Interrogations, devoirs à la maison, examen final

**Références bibliographiques :**

- 1- Jean-Denis Commeignes 12 méthodes de communications écrites et orale – 4ème 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 2014.

