



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لبيان العلوم والتكنولوجيا  
Comité Pédagogique National du Domaine Sciences et Technologies



## OFFRE DE FORMATION L.M.D.

### LICENCE ACADEMIQUE PROGRAMME NATIONAL **MAJ 2025**



Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie mécanique</i>	<i>Génie des matériaux</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان العلوم و التكنولوجيا  
Comité Pédagogique National du Domaine Sciences et Technologies



# عرض تكوين ل.م.د ليسانس أكاديمية

برنامج وطني  
2025

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة المواد	هندسة ميكانيكية	علوم و تكنولوجيا



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

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 1.1.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 5</b>	Analyse 1	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Algèbre 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 1.1.2</b> <b>Crédits : 12</b> <b>Coefficients : 6</b>	Elément de mécanique	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Structure de la matière	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM 1.1</b> <b>Crédits : 6</b> <b>Coefficients : 4</b>	TP éléments de mécanique	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	TP structure de la matière	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	Structure des ordinateurs et applications	2	2	1h30		1h00	37h30	22h30	40%	60%
<b>E Transversale</b> <b>Code : UET 1.1</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Dimension éthique et déontologique (les fondements)	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Les métiers en sciences et technologies	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>9h00</b>	<b>12h00</b>	<b>4h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 2**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 1.2.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 5</b>	Analyse 2	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Algèbre 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 1.2.2</b> <b>Crédits : 12</b> <b>Coefficients : 6</b>	Electricité et magnétisme	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM 1.2</b> <b>Crédits : 6</b> <b>Coefficients : 4</b>	TP Electricité et magnétisme	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	TP Thermodynamique	2	1			1h30	22h30	22h30	100%	
	Initiation à la programmation	2	2	1h30		1h00	37h30	22h30	40%	60%
<b>UE Transversale</b> <b>Code : UET 1.2</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Logiciels libres -open sources	2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	40%	60%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>9h00</b>	<b>10h30</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 2.1.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 5</b>	Analyse 3	6	3	1h30	3h00		67h30	82h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 2.1.2</b> <b>Crédits : 9</b> <b>Coefficients : 5</b>	Mécanique des fluides 1	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Mécanique rationnelle	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM 2.1</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 6</b>	Probabilités et statistiques	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
	Programmation Python	2	2	1h30		1h30	45h00	27h30	40%	60%
	Dessin technique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Ondes et vibrations	2	1			1h00	22h30	17h50	100%	
<b>UE Découverte</b> <b>Code : UED 2.1</b> <b>Crédits : 1</b> <b>Coefficients : 1</b>	Métrologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>10h30</b>	<b>9h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 4**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 2.2.1</b> <b>Crédits : 6</b> <b>Coefficients : 3</b>	Thermodynamique 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Fabrication Mécanique	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
<b>UE Fondamentale</b> <b>Code : UEF 2.2.2</b> <b>Crédits : 10</b> <b>Coefficients : 5</b>	Analyse complexe	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Résistance des matériaux 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electricité industrielle	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
<b>UE Méthodologique</b> <b>Code : UEM 2.2</b> <b>Crédits : 11</b> <b>Coefficients : 6</b>	Méthodes numériques	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40% (20%TD+20%TP)	60%
	Dessin Assisté par Ordinateur	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Résistance des matériaux	2	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP Fabrication Mécanique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
<b>UE Découverte</b> <b>Code : UED 2.2</b> <b>Crédits : 1</b> <b>Coefficients : 1</b>	Sciences des Matériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>UE Transversale</b> <b>Code : UET 2.2</b> <b>Crédits : 2</b> <b>Coefficients : 2</b>	Techniques d'information et de communication	2	2	1h30	1h30 d'atelier		45h30	5h00	40%	60%
<b>Total semestre 4</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 5**

Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Transfert de chaleur et de masse	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique des milieux continus	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Métaux et alliages	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Céramiques et verres	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Liants et Bétons	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Transfert de chaleur et de masse	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Méthodes d'analyses et de caractérisations	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP métaux et alliages	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Céramiques, verres et bétons	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Assemblage des matériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Normalisation	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Environnement et développement durable	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 5</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 6**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux composites	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Le bois et les mousses	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Rhéologie des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Dégénération et protection des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Projet de Fin de Cycle	4	2			2h30	37h30	42h30	100%	
	TP Polymères	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Matériaux composites	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Corrosion	1	1			1h30	22h30	22h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Initiation aux biomatériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Impact des Matériaux sur l'Environnement	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Entrepreneuriat et start-up	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 6</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

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

**- Programme détaillé par matière**

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.1****Matière : Analyse 1****VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Pré requis :**

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

**Objectifs de l'enseignement**

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

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

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

**Chapitre 2 : Suites numériques réelles**

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

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

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

**Chapitre 4 : Développement limité**

1. Développement limité
2. Formule de Taylor
3. Développement limité des fonctions

**Chapitre 5: Intégrales simples**

---

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

### **Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

### **Références bibliographiques:**

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

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.2****Matière : Algèbre 1****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Pré requis :**

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

**Objectifs de l'enseignement**

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

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

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

**Chapitre 2 : Les nombres complexes****(5 semaines)**

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

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

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

**Mode d'évaluation :****Contrôle continu 40%, Examen 60%****Références bibliographiques:**

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

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.3****Matière : Elément de mécanique****VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Prérequis :**

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

**Objectifs :**

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

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

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

- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

**Chapitre II : Cinématique**

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

**Chapitre III : Dynamique**

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

**Chapitre IV : Mouvement de rotation**

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

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

- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,...) et états d'équilibres.
- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

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

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

### **Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.4****Matière : Structure de la matière****VHS: 67h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00)****Crédits: 6****Coefficient: 3****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 et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

**Connaissances préalables recommandées**

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Notions fondamentales****(2 Semaines)**

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

**Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière****(3 Semaines)**

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

**Chapitre 3 : Radioactivité – Réactions nucléaires****(2 Semaines)**

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

**Chapitre 4 : Structure électronique de l'atome****(2 Semaines)**

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

**Chapitre 5 : Classification périodique des éléments****(3 Semaines)**

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

**Chapitre 6 : Liaisons chimiques****(3 Semaines)**

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

**Mode d'évaluation:****Contrôle continu 40%, Examen 60%****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 2ème 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.

**Unité d'enseignement: UEM 1.1.1**

**Matière : TP Eléments de mécanique**

**VHS: 22H30 (TP: 3h00)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Prérequis :**

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

**Objectifs :**

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

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

**Travaux Pratiques Eléments de mécanique :**

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

**Remarque :**

*Les enseignants chargés du module peuvent réaliser d'autres TP en relation avec la matière selon le matériel pédagogique disponible*

**Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu 100%**

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEM 1.1.2**

**Matière : TP Structure de la matière**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

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

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

### **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

### **Remarque :**

*Les enseignants chargés du module peuvent réaliser d'autres TP en relation avec la matière selon le matériel pédagogique disponible*

### **Mode d'évaluation:**

**Contrôle continu 100%**

### **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. Duruphy, 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: UEM 1.1.3**

**Matière : Structure des ordinateurs et applications**

**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 2****Objectif et recommandations:**

L'objectif de la matière est de permettre aux étudiants d'apprendre à programmer avec un langage évolué (Fortran, Pascal ou C). Le choix du langage est laissé à l'appréciation de chaque établissement. 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 (5 Semaines)**

- 1- Définition de l'informatique
  - 2- Evolution de l'informatique et des ordinateurs
  - 3- Les systèmes de codage des informations
  - 4- Principe de fonctionnement d'un ordinateur
  - 5- Partie matériel d'un ordinateur
  - 6- Partie système
- Les systèmes de base (les systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS,...))  
Les langages de programmations, les logiciels d'application

**Partie 2. Notions d'algorithme et de programme (10 Semaines)**

- 1- Concept d'un algorithme
- 2- Représentation en organigramme
- 3- Structure d'un programme
- 4- La démarche et analyse d'un problème
- 5- Structure des données : Constantes et variables, Types de données
- 6- Les opérateurs: opérateur d'affectation, Les opérateurs relationnels, Les opérateurs logiques, Les opérations arithmétiques, Les priorités dans les opérations
- 7- Les opérations d'entrée/sortie
- 8- Les structures de contrôle : Les structures de contrôle conditionnel, Les structures de contrôle répétitives

**TP Informatique 1 :**

Les TP ont pour objectif d'illustrer les notions enseignées durant le cours. Ces derniers doivent débuter 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: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.****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.

**Semestre: 1****Unité d'enseignement : UET 1.1.1****Matière : Dimension éthique et déontologique (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 – الحرث 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:**

**Examen:100%.**

**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.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/mod\\_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf](https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/mod_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf).

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UED 1.1.1****Matière : Les métiers en sciences et technologies****VHS: 22H30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Pré requis :****Néant****Objectifs :**

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

**Contenu de la matière :****1. Les sciences de l'ingénieur, c'est quoi ?**

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

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

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

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

- Définitions, domaines

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

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

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

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

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

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

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

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

- Définitions et domaines d'application (Matériaux de construction, Grandes Infrastructures routières et ferroviaires, Ponts, Aéroports, Barrages, Alimentation en eau potable et Assainissement, Ecoulements

hydrauliques, Gestion des ressources en eau, Travaux Publics et Aménagement du territoire, Villes intelligentes, ...) - Rôle du spécialiste dans ces domaines.

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

- Définitions et domaines d'application (Aéronautique, Avionique, Industrie automobile, Ports, Diges, Production des équipements industriels, Sidérurgie, Transformation des métaux, ...) - Rôle du spécialiste dans ces domaines.

#### **Mode d'évaluation :**

**Examen 100%**

#### **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.
- [8] 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] 12- Les métiers du Web, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.

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

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

**Objectifs :**

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

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

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

- 1.1 Note Historique.
- 1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.
- 1.3 Définitions générales
- 1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.
  - □ Solution générale. Solution particulière.
  - 1.5 Equations à variables séparées et séparables.
  - 1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.
    - □ Résolution de l'équation homogène.
  - 1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.
    - □ Résolution de l'équation linéaire.
  - 1.8 Equation de Bernoulli.
    - □ Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.

**2. Equations différentielles du second ordre**

- 2.1 Note Historique.
- 2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.
- 2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants
 

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

Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.

L'équation caractéristique admet une racine réelle double.
- 2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.
 

Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.
- 2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre
 

Méthode de la variation des constantes arbitraires.
- 2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants
 

Cas où le second membre est de la forme
 
  - a. Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :

- b. est une racine simple de l'équation caractéristique :
- c. est une racine double de l'équation caractéristique :

Cas où le second membre est de la forme

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

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

2.1 Note historique

2.2 Domaine de définition.

2.3 Notion de limite.

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

2.4 Continuité des fonctions de deux variables.

2.5 Dérivées partielles d'ordre un.

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

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

2.6 Fonctions différentiables.

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

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

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

$((\partial f)/(\partial y))$ . Relation entre différentiabilité et continuité.

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

2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.

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

2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.

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

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

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

Conditions suffisantes d'optimalité.

## **Chapitre 3**

### **1. Intégrales doubles**

1.1 Définition de l'intégrale double

1.2 Exemples

1.3 Propriétés de l'intégrale double

- Linéarité,
- Conservation de l'ordre,
- Additivité.

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

1.5 Calcul des intégrales doubles

- Calcul direct,
- Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

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

### **2. Intégrales Triples**

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

2.2 Calcul d'une intégrale triple

- Calcul direct
- Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).
- Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.
- Calcul de volume de certains corps solides.

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

#### **Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

#### **Références bibliographiques:**

- [1] Kada Allab, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoun. Alger 1984
- [2] N. Piskounov, Calcul différentiel et integral. Editions Mir. Moscou 1978
- [3] J. Dixmier, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976
- [4] R. Murray Spiegel. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973
- [5] G. Flory, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

**Semestre: 2****Unité d'enseignement: UEF 1.2.2****Matière : Algèbre 2****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Prérequis :**

- Algèbre 1

**Objectifs :**

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

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

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

**Chapitre 2 : Applications linéaires**

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

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

- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.

- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

#### **Chapitre 4 : Systèmes d'équations linéaires**

- Définitions et interprétations.
- Systèmes de Cramer (cas général).

#### **Chapitre 5 : Réduction des matrices.**

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

#### **Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu 40%, Examen 60%**

#### **Références bibliographiques :**

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

**Semestre: 2****Unité d'enseignement: UEF 1.2.3****Matière : Electricité et magnétisme****VHS: 67h30 (Cours : 1h30 – TD 3h00)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Pré-requis :**

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

**Objectifs:**

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

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

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

**Chapitre 2 : Les Conducteurs**

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

**Chapitre 3 : Courant électrique**

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

## Chapitre 4 : Magnétostatique

- Introduction.
- Force magnétique et loi de Lorentz.
- Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
- Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
- Circulation du champ magnétique.
- Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
- Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction.
- Equations de Maxwell.

### Mode d'évaluation :

**Contrôle continu 40% Examen 60%.**

### Références bibliographiques :

Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck.

Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.

Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

**Semestre: 2****Unité d'enseignement: UEF 1.2.4****Matière : Thermodynamique****VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Objectifs :**

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

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

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

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

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

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

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

**Chapitre IV: Equilibres des processus physiques**

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

**Modalités d'évaluation :****Contrôle continu 40% Examen 60%.****References bibliographiques:**

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

Semestre: 2

## **Unité d'enseignement: UEM 1.2.1**

Matière : TP Electricité et magnétisme

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

## Objectifs de l'enseignement

Consolider à travers des séances de Travaux Pratiques les notions théoriques abordées dans le cours de Physique 2.

## **Connaissances préalables recommandées**

Mathématiques 1, Physique 1.

## **Contenu de la matière:**

## 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

*Remarque :*

*Les enseignants chargés du module peuvent réaliser d'autres TP en relation avec la matière selon le matériel pédagogique disponible*

## **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

**Semestre: 2****Unité d'enseignement: UEM 1.2.2****Matière : TP Thermodynamique****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Pré requis :****Néant****Objectifs :**

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

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

*Les enseignants chargés du module peuvent réaliser d'autres TP en relation avec la matière selon le matériel pédagogique disponible*

**Modalités d'évaluation:**

Contrôle continu 100%

**Semestre: 2****Unité d'enseignement: UEM 1.2.3****Matière : Initiation à la programmation****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement**

- Acquérir les bases fondamentales en programmation
- Maîtriser la syntaxe et les structures du langage C
- Comprendre les concepts algorithmiques de base
- Développer des compétences en résolution de problèmes par programmation
- Implémenter des programmes fonctionnels en langage C
- Acquérir les bonnes pratiques de programmation et de documentation du code

**Connaissances préalables recommandées**

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Notions élémentaires de mathématiques (niveau terminale)
- Compétences de base en utilisation d'un ordinateur
- Connaissance basique d'un système d'exploitation

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Introduction à l'informatique et à la programmation (1 Semaines)**

- Histoire des langages de programmation, Notion d'algorithme et de programmation, Le processus de développement d'un programme Présentation de l'environnement de développement

**Chapitre 2 : Structure d'un programme C et types de données (2 Semaines)**

- Structure fondamentale d'un programme C ; Variables et constantes ; Types de données primitifs (int, float, double, char), Opérations arithmétiques et logiques

**Chapitre 3 : Entrées/Sorties et expressions (2 Semaines)**

- Utilisation des fonctions printf() et scanf(), Formatage des données, Expressions et ordre d'évaluation, Conversions de types

**Chapitre 4 : Structures de contrôle conditionnelles et de de contrôle itératives (3 Semaines)**

- Instructions if-else, Opérateurs de comparaison, Opérateurs logiques, Structure switch-case, Boucles while et do-while, Boucle for, Imbrication des boucles, Instructions break et continue

**Chapitre 5 : Fonctions et Tableaux et chaînes de caractères (3 Semaines)**

- Définition et déclaration de fonctions, Passage de paramètres, Valeurs de retour, Fonctions récursives, Déclaration et utilisation des tableaux, Tableaux multidimensionnels, Chaînes de caractères en C, Fonctions standard pour les chaînes

**Chapitre 6 : Pointeurs et allocation dynamique (2 Semaines)**

- Concept d'adresse mémoire, Opérateurs & et \*m, Allocation et libération de mémoire, Relation entre tableaux et pointeurs

**Chapitre 7 : Structures et énumérations****(2 Semaines)**

- Définition de types structurésm Accès aux membresm Tableaux de structuresm Énumérations

**Travaux pratiques TP :****TP 1 : Prise en main de l'environnement**

- Installation de l'IDE (Code::Blocks, Visual Studio Code avec extensions C)
- Premier programme "Hello World"
- Compilation et exécution
- Correction d'erreurs simples

**TP 2 : Variables et expressions**

- Déclaration et initialisation de variables
- Opérateurs arithmétiques
- Calculs simples et affichage des résultats

**TP 3 : Structures conditionnelles et Structures itératives**

- Implémentation de programmes avec if-else
- Utilisation de switch-case
- Opérateurs de comparaison et logiques
- Implémentation de boucles while, do-while et for
- Création de compteurs et accumulateurs
- Validation d'entrées utilisateur

**TP 4 : Fonctions**

- Création et appel de fonctions
- Passage de paramètres par valeur
- Organisation du code en fonctions

**TP 5 : Tableaux unidimensionnels et multidimensionnels**

- Manipulation des tableaux
- Recherche et tri (algorithmes simples)
- Passage de tableaux aux fonctions
- Création et manipulation de matrices
- Opérations sur les matrices

**TP 6 : Chaînes de caractères**

- Manipulation de chaînes avec les fonctions de la bibliothèque string.h
- Traitement de texte

**TP 7 : Pointeurs et allocation dynamique**

- Utilisation de pointeurs
- Allocation et libération de mémoire
- Tableaux dynamiques

**TP 8 : Fichiers****Mode d'évaluation:****Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.****Références bibliographiques:**

1. Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (2022). *Le langage C : Norme ANSI*, 2e édition. Dunod.
2. Perry, G. (2007). Exercices corrigés sur le Langage C, 2e édition . Dunod.
3. Delannoy, C. (2016). *Programmer en langage C : Cours et exercices corrigés*, 5<sup>eme</sup> édition. Eyrolles.
4. Tanenbaum, A. S. (2008). Systèmes d'exploitation Avec plus de 400 exercices, 3e édition. Pearson.
5. Yves, M. (2009). C en action Solutions et exemples pour les programmeurs en C, 2<sup>e</sup> édition, ENI, ISBN10 : 2746052563.
6. Ressources en ligne :
  - *Learn C Programming* sur <https://www.learn-c.org/>
  - *C Programming* sur <https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/>

**Semestre: 2****Unité d'enseignement: UET 1.2****Matière : Logiciels Libres et Open Source****VHS:45h00 (Cours: 1h30 & Atelier : 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière vise à familiariser les étudiants avec l'écosystème des logiciels libres et open source, leurs fondements philosophiques et techniques, et leur application pratique pour remplacer les solutions propriétaires. À l'issue de cette formation, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les concepts fondamentaux des logiciels libres et open source
- Maîtriser les principales licences libres et leurs implications légales
- Identifier et utiliser les alternatives libres aux logiciels propriétaires courants
- Installer et configurer des solutions libres adaptées au contexte algérien
- Adopter une approche éthique et collaborative du développement logiciel

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Fondements du logiciel libre (2 semaines)**

- Histoire du mouvement du logiciel libre et open source
- Différence entre "free software" et "open source"
- Philosophie de Richard Stallman et le projet GNU
- Impact économique et social des logiciels libres en Algérie et dans le monde

**Chapitre 2 : Cadre juridique et licences (2 semaines)**

- Introduction au droit d'auteur appliqués aux logiciels
- Licences libres principales : GPL, LGPL, BSD, MIT, Apache
- Compatibilité entre licences
- Implications pour les institutions éducatives et entreprises algériennes

**Chapitre 3 : Systèmes d'exploitation libres (3 semaines)**

- Introduction à GNU/Linux
- Présentation des distributions adaptées au contexte éducatif
- Principes d'installation et configuration de base
- Commandes fondamentales et gestion des paquets

**Chapitre 4 : Solutions bureautiques libres (3 semaines)**

- LibreOffice comme alternative à Microsoft Office
  - ✓ Writer (traitement de texte)
  - ✓ Calc (tableur)
  - ✓ Impress (présentation)
- Formats ouverts de documents
- Migration des documents existants
- Configuration pour le contexte algérien (langue, formats)

**Chapitre 5 : Solutions créatives et développement (3 semaines)**

- Alternatives graphiques : GIMP, Inkscape
- Outils de développement : IDE libres, Git
- Outils web : navigateurs libres, CMS open source
- Bases de données libres : MySQL/MariaDB, PostgreSQL

**Chapitre 6 : Perspectives et avenir des logiciels libres (2 semaines)**

- Communautés open source et méthodes de contribution
- Modèles économiques du logiciel libre

- Politiques publiques et logiciels libres en Algérie
- Opportunités professionnelles liées aux logiciels libres

#### **Ateliers :**

##### **Atl. 1 : Découverte de Linux**

- Installation d'une distribution Linux en machine virtuelle
- Configuration de base et personnalisation du système
- Navigation dans l'interface et utilisation des commandes de base

##### **Atl. 2 : Gestion des logiciels sous Linux**

- Utilisation des gestionnaires de paquets
- Installation et mise à jour de logiciels
- Configuration des dépôts logiciels

##### **Atl. 3 : Migration vers LibreOffice**

- Installation et configuration de LibreOffice
- Création et édition de documents avec Writer
- Conversion des formats propriétaires vers les formats ouverts
- Création de modèles adaptés aux besoins de l'étudiant

##### **Atl. 4 : Tableurs et présentations libres**

- Utilisation avancée de Calc (formules, graphiques)
- Création de présentations avec Impress
- Compatibilité avec les formats existants
- Travail collaboratif sur documents

##### **Atl. 5 : Traitement d'image et graphisme**

- Utilisation de GIMP pour l'édition d'images
- Création graphique avec Inkscape
- Comparaison avec les outils propriétaires correspondants
- Réalisation d'un projet graphique simple

##### **Atl. 6 : Web et bases de données libres**

- Installation et configuration d'un CMS open source (WordPress, Joomla)
- Configuration d'une base de données MariaDB
- Création d'un site web simple
- Sécurisation de base

##### **Atl. 7 : Développement collaboratif**

- Utilisation de Git pour la gestion de versions
- Configuration d'un environnement de développement libre
- Participation à un mini-projet collaboratif
- Utilisation d'une forge logicielle (GitHub, GitLab)

#### **Mode d'évaluation :**

**examen 60% et CC : 40%**

#### **Références bibliographiques :**

1. Stallman, R. (2002). "Free as in Freedom : Richard Stallman's Crusade for Free Software", 1st Edition, O'Reilly Media.
2. Mathieu , N. (2012). " Reprenez le contrôle à l'aide de Linux - 2e édition". EYROLLES.
3. Stutz, M. (2001). " The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday". No Starch Press.
4. Collectif Eni. (2009). " Initiation aux logiciels libres OpenOffice.org 3, Firefox 3 et Thunderbird". ENI Editions.
5. François, E. (2009). "L'économie du logiciel libre". EYROLLES.
6. Marie, C. (2014). " Des logiciels libres pour le Maghreb ? Des opportunités théoriques aux réalités empiriques ". Institut de recherche sur le Maghreb contemporain.
  1. Documentation du projet GNU: <https://www.gnu.org/doc/doc.html>
  2. Stallman, R. M. (2002). *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. GNU Press.

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

**Prérequis :** Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives des fonctions à plusieurs variables et les mathématiques enseignées en S1 et S2

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

- L'utilisation de l'analyse vectorielle dédiée à la description de plusieurs phénomènes physiques et pratiques
- la maîtrise de la transformée de Fourier pour les applications les plus usuelles
- la maîtrise de la transformée de Laplace pour la résolution des équations et des systèmes d'équations différentielles

**Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Analyse vectorielle**

1. Champs de scalaires et champs de vecteurs - Définition d'un champ de scalaires - Définition d'un champ de vecteurs
2. Circulation et gradient - Définition (Circulation d'un champ de vecteurs) - Définition (Gradient d'un champ de scalaires) - Définition (Champs de gradients)
3. Divergence et rotationnel - Définition (Divergence d'un champ de vecteurs) - Définition (Rotationnel d'un champ de vecteurs) - Définition (Champs de rotationnels) - Définition (Laplaciens d'un champ de scalaires)
4. Potentiels scalaires et potentiels vecteurs
5. Intégrale curviligne
6. Calcul de l'intégrale curviligne
7. Formule de Green
8. Conditions pour qu'une intégrale curviligne ne dépende pas du chemin d'intégration
9. Intégrales de surface
10. Calcul des intégrales de surface
11. Formule de Stockes
12. Formules d'Ostrogradsky

### **Chapitre 2 : Séries numériques et entières**

#### **I- Séries numériques**

1. Généralités : Somme partielle. Convergence, divergence, somme et reste d'une série convergente.
2. Condition nécessaire de convergence.
3. Propriétés des séries numériques convergentes
4. Séries numériques à termes positifs
  - 4.1 Critères de convergences - Condition nécessaire et suffisante de convergence.
  - 4.2 Critère de comparaison - Théorème - Conséquence (Règle d'équivalence)
  - 4.3 Règle de D'Alembert - Théorème
  - 4.4 Règle de Cauchy - Théorème
  - 4.5 Critère intégral de Cauchy - Théorème
5. Séries à termes quelconques

- 5.1 Séries alternées. Définition d'une série alternée Théorème de Leibnitz (Théorème des séries alternées)
- 5.2 Séries absolument convergentes Définition d'une série absolument convergente Théorème : CVA $\Rightarrow$ CVS
- 5.3 Séries semi-convergentes. Définition d'une série semi-convergente Exemples
- 5.4 Critère D'Abel Théorème (Premier critère d'Abel pour les séries)

## II- Séries entières

- 1. Définition d'une série entière, Lemme d'ABEL, Rayon de convergence Détermination du rayon de convergence, Règle d'HADAMARD.
- 2. Propriétés des séries entières. Linéarité et produit de deux séries entières, Convergence normale d'une S.E. d'une variable réelle sous tout segment inclus dans l'intervalle ouvert de convergence, Continuité de la somme sur l'intervalle ouvert de convergence, Intégration terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence, Dérivation terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence.
- 3. Développement en S.E. au voisinage de zéro d'une fonction d'une variable réelle. Fonction développable en S.E. sur l'intervalle ouvert de convergence. Série de Taylor- Maclaurin d'une fonction de classe  $\infty$  Unicité du développement en S.E.
- 4. Applications. Etablir les développements en séries entières des fonctions usuelles Recherche de solution d'une équation différentielle ordinaire du premier et deuxième ordre à coefficients variables sous forme de S.E.

## Chapitre 3 : Séries de Fourier

- 1. Définitions générales
- 2. Coefficients de Fourier.
- 3. Fonction développable en série de Fourier.
- 4. Théorème de Dirichlet
- 5. Égalité de Parseval.
- 6. Application : exemples simples de problèmes de Sturm-Liouville.

## Chapitre 4 : Transformées de Fourier et de Laplace

### I- Transformées de Fourier

- 1. L'intégrale de Fourier
- 2. Forme complexe de l'intégrale de Fourier.
- 3. Définitions et premières propriétés Définition d'une transformée de Fourier et de son inverse  
Dérivée de la transformée de Fourier

### II- Transformée de Laplace

- 1- Définition de la transformée de Laplace
- 2 - Propriétés de la transformée de Laplace (Unicité, Linéarité, Facteur d'échelle, Dérivation, Intégration, Théorèmes)
- 3 - Transformées de Laplace courantes
- 4 - Résolution d'équations différentielles par transformée de Laplace

## Modalités d'évaluation :

**Examen = 60% CC= 40%**

## Références bibliographiques :

- 1. Med El Amrani, Suites et séries numériques, Ellipses.
- 2. François Liret ; mathématiques en pratiques, cours et exercices; Dunod. (f.p.v ; Int. Mult. Séries...)
- 3. Marc Louis, Maths MP-MP, Ellipses. (Int. Doubles)
- 4. Denis Leger, PSI. Exercices corrigés Maths, Ellipses. (Séries de Fonctions, Entières, Fourier...)

5. Charles-Michel Marle, Philippe Pilibossian, Sylvie Guerre- Delabrière, Ellipse. (Suites, Séries, Intégrales).

6. Fabrice Lembiez Nathan, Tout en un, Exercices de maths.

7. Valerie Collet, Maths toute la deuxième année, 361 exercices, rappels de cours, trucs et astuces, ellipses. 8. A.Monsouri, M.K.Belbarki. Elément d'analyse. Cours et exercices résolus. 1<sup>er</sup> cycle universitaire. Chiheb. (Intégrales doubles et triples, Séries, Transformations de Fourier et de Laplace, Equations aux dérivées partielles du 2<sup>ième</sup> ordre). 9. B.DEMIDOVITCH. Recueil d'exercices et de problèmes d'analyse mathématiques.11<sup>ième</sup> édition. Ellipses. (Fonctions de plusieurs variables, Séries, Intégrales multiples)

**Semestre: 3****Unité d'enseignement: UEF 2.1.1****Matière 2: Ondes et Vibrations****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****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**

Mathématiques 2, Physique 1 et Physique 2

**Contenu de la matière :**

**Préambule :** *Cette matière est scindée en deux parties, la partie Ondes et la partie Vibrations, qui peuvent être abordées l'une indépendamment de l'autre. A ce propos et en raison de la consistance de cette matière en terme de contenu, il est conseillé d'aborder cette matière selon cet ordre : Ondes et ensuite Vibrations pour les étudiants des filières du Génie électrique (Groupe A). Tandis que pour les étudiants des Groupes B et C (Génie civil, Génie Mécanique et Génie des Procédés), il est judicieux de commencer par les Vibrations. En tout état de cause, l'enseignant est appelé, de faire de son mieux, pour couvrir les deux parties. Nous rappelons que cette matière est destinée à des métiers d'ingénierie du Domaine Sciences et Technologies. Aussi, l'enseignant est sollicité de survoler toutes les parties du cours qui nécessitent des démonstrations ou des développements théoriques et de ne se focaliser uniquement que sur les aspects applicatifs. Au demeurant, les démonstrations peuvent faire l'objet d'un travail auxiliaire à demander aux étudiants comme activités dans le cadre du travail personnel de l'étudiant. Consulter à ce propos le paragraphe "G- Evaluation de l'étudiant par le biais du Contrôle continu et du Travail personnel" présent dans cette offre de formation.*

**Partie A : Vibrations****Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange****2 semaines**

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

**Chapitre 2 : Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté****2 semaines**

- 2.1 Oscillations non amorties
- 2.2 Oscillations libres des systèmes amortis

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

- 3.1 Équation différentielle
- 3.2 Système masse-ressort-amortisseur
- 3.3 Solution de l'équation différentielle
  - 3.3.1 Excitation harmonique

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 3.3.2 Excitation périodique  |                   |
| 3.4 Impédance mécanique  |                   |
| <b>Chapitre 4 : Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté</b>  | <b>1 semaine</b>  |
| 4.1 Introduction   |                   |
| 4.2 Systèmes à deux degrés de liberté  |                   |
| <b>Chapitre 5 : Oscillations forcées des systèmes à deux degrés de liberté</b> | <b>2 semaines</b> |
| 5.1 Equations de Lagrange  |                   |
| 5.2 Système masses-ressorts-amortisseurs                                       |                   |
| 5.3 Impédance  |                   |
| 5.4 Applications   |                   |
| 5.5 Généralisation aux systèmes à n degrés de liberté                          |                   |

## Partie B : Ondes

- |   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Chapitre 1 : Phénomènes de propagation à une dimension</b> | <b>2 semaines</b> |
| 1.1 Généralités et définitions de base                        |                   |
| 1.2 Equation de propagation                                   |                   |
| 1.3 Solution de l'équation de propagation                     |                   |
| 1.4 Onde progressive sinusoïdale                              |                   |
| 1.5 Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales     |                   |

- |   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Chapitre 2 : Cordes vibrantes</b>                  | <b>2 semaines</b> |
| 2.1 Equation des ondes                                |                   |
| 2.2 Ondes progressives harmoniques                    |                   |
| 2.3 Oscillations libres d'une corde de longueur finie |                   |
| 2.4 Réflexion et transmission                         |                   |

- |  |                  |
|--|------------------|
| <b>Chapitre 3 : Ondes acoustiques dans les fluides</b> | <b>1 semaine</b> |
| 3.1 Equation d'onde                                    |                  |
| 3.2 Vitesse du son                                     |                  |
| 3.3 Onde progressive sinusoïdale                       |                  |
| 3.4 Réflexion-Transmission                             |                  |

- |   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Chapitre 4 : Ondes électromagnétiques</b>    | <b>2 semaines</b> |
| 4.1 Equation d'onde                             |                   |
| 4.2 Réflexion-Transmission                      |                   |
| 4.3 Différents types d'ondes électromagnétiques |                   |

## **Mode d'évaluation :**

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

## Références bibliographiques:

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

**Semestre: 3****Unité d'enseignement: UEF 2.1.2****Matière 1: Mécanique des fluides****VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP :1h30)****Crédits: 5****Coefficient: 3****Objectif de l'enseignement :**

Introduire l'étudiant dans le domaine de la mécanique des fluides, la statique des fluides sera détaillées dans la première partie. Ensuite dans la deuxième partie l'étude du mouvement des fluides non visqueux sera considérée à la fin c'est le mouvement du fluide réel qui sera étudié.

**Connaissance préalable recommandées :****Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Propriétés des fluides****3 semaines**

1. Définition physique d'un fluide : Etats de la matière, matière divisée (dispersion suspensions, émulsions)
2. Fluide parfait, fluide réel, fluide compressible et fluide incompressible.
3. Masse volumique, densité
4. Rhéologie d'un fluide, Viscosité des fluides, tension de surface d'un fluide

**Chapitre 2 : Statique des fluides****4 semaines**

1. Définition de la pression, pression en un point d'un fluide
2. Loi fondamentale de statique des fluides
3. Surface de niveau
4. Théorème de Pascal
5. Calcul des forces de pression : Plaque plane (horizontale, verticale, oblique), centre de poussée, instruments de mesure de la pression statique, mesure de la pression atmosphérique, baromètre, loi de Torricelli
6. Pression pour des fluides non miscibles superposés

**Chapitre 3 Dynamique des fluides incompressibles parfaits****4 semaines**

1. Ecoulement permanent
2. Equation de continuité
3. Débit masse et débit volume
4. Théorème de Bernouilli, cas sans échange de travail et avec échange de travail
5. Applications aux mesures des débits et des vitesses: Venturi, Diaphragmes, tubes de Pitot...
6. Théorème d'Euler

**Chapitre 4 : Dynamique des fluides incompressibles réels****4 semaines**

1. Régimes d'écoulement, expérience de Reynolds
2. Analyse dimensionnelle, théorème de Vashy-Buckingham, nombre de Reynolds
3. Pertes de charges linéaires et pertes de charge singulières, diagramme de Moody.
4. Généralisation du théorème de Bernouilli aux fluides réels

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

- 1- Fundamentals of fluid mechanics 6<sup>th</sup> Edition, 2009, BR Munson, DF Young TH Okiishi, WW Huebsch 6<sup>th</sup> Edition John Wiley & Sons
- 2- Fluid mechanics, YA Cengel - 2010 - Tata McGraw-Hill Education
- 3- Fluid Mechanics Frank M. White Fourth Edition 2003 McGraw-Hill
- 4- Mécanique des fluides et hydraulique 2ème édition, Ronald v. Giles, Jack B Evett, Cheng Liu, McGraw-Hill
- 5- S. Amiroudine, J. L. Battaglia, 'Mécanique des fluides Cours et exercices corrigés' Ed. Dunod
- 6- R. Comolet, 'Mécanique des fluides expérimentale', Tome 1, 2 et 3, Ed. Masson et Cie.
- 7- R. Ouziaux, 'Mécanique des fluides appliquée', Ed. Dunod, 1978
- 8- B. R. Munson, D. F. Young, T. H. Okiishi, 'Fundamentals of fluid mechanics', Wiley & sons. R. V. Gilles, 'Mécanique des fluides et hydraulique : Cours et problèmes', Série Schaum, Mc Graw Hill, 1975.

**Semestre: 3****Unité d'enseignement: UEF 2.1.2****Matière 2: Mécanique rationnelle****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant sera en mesure de saisir la nature d'un problème (statique, cinématique ou dynamique) de mécanique du solide, il possèdera les outils lui permettant de résoudre le problème dans le cadre de la mécanique classique. Cette matière constitue un pré requis pour les matières : RDM et la mécanique analytique.

**Connaissances préalables recommandées**

L'étudiant devra assimiler préalablement la matière physique 1 qui traite la mécanique du point. Aussi, la matière mathématique 2 comporte des outils indispensables.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappels mathématiques (éléments de calcul vectoriel).** **1 semaine**

**Chapitre 2 :Généralités et définitions de base** **2 semaines**

- 2.1 Définition et sens physique de la force
- 2.2 Représentation mathématique de la force
- 2.3 Opérations sur la force (composition, décomposition, projection)
- 2.4 Type de force : ponctuelle, linéaire, surfacique, volumique
- 2.5 Classification de forces : forces internes, forces externes.
- 2.6 Modèles mécanique : le point matériel, le corps solide

**Chapitre 3 : Statique.** **3 semaines**

- 3.1 Axiomes de la statique
- 3.2 Liaisons, appuis et réactions
- 3.3 Axiome des liaisons
- 3.4 Conditions d'équilibre :
  - 3.4.1 Forces concourantes
  - 3.4.2 Forces parallèles
  - 3.4.3 Forces planes

**Chapitre 4 : cinématique du solide rigide.** **3 semaines**

- 4.1 Rappels succinct sur les quantités cinématiques pour un point matériel.
- 4.2 Cinématique du corps solide
  - 4.2.1 Mouvement de translation
  - 4.2.2 Mouvement de rotation autour d'un axe fixe
  - 4.2.3 Mouvement plan
  - 4.2.4 Mouvement composé.

**Chapitre 5 : Géométrie de masse.** **3 semaines**

- 5.1 Masse d'un système matériel

- 5.1.1 Système continu
- 5.1.2. Système discret
- 5.2 Formulation intégrale du centre de masse
  - 5.2.1. Définitions (cas linéaire, surfacique et volumique)
  - 5.2.2 Formulation discrète du centre de masse
- 5.2.3 Théorèmes de GULDIN
- 5.3. Moment et produit d'inertie de solides
- 5.4. Tenseur d'inertie d'un solide
  - 5.4.1 Cas particuliers
  - 5.4.2 Axes Principaux d'inertie
- 5.5. Théorème d'Huyghens
- 5.6. Moment d'inertie de solides par rapport à un axe quelconque.

### **Chapitre 6 : Dynamique du solide rigide.**

**3 semaines**

- 6.1 Bref rappels sur les quantités dynamiques pour un point matériel.
- 6.2 Élément de cinétique du corps rigide :
  - 6.2.1 Quantité de mouvement
  - 6.2.2 Moment cinétique
  - 6.2.3 Énergie cinétique
- 6.3 Équation de la dynamique pour un corps solide
- 6.4 Théorème du moment cinétique
- 6.5 Théorème de l'énergie cinétique
- 6.6 Applications :
  - 6.6.1 Cas de translation pure
  - 6.6.2 Cas de rotation autour d'un axe fixe
  - 6.6.3 Cas combiné de translation et de rotation.

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

### **Références bibliographiques:**

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

1. Éléments de Mécanique rationnelle. S. Targ. Editions Mir Moscou
2. Mécanique à l'usage des ingénieurs. STATIQUE. Edition Russell. Ferdinand P. Beer
3. Mécanique générale. Cours et exercices corrigés. Sylvie Pommier. Yves Berthaud. DUNOD.
4. Mécanique générale - Théorie et application, Editions série. MURAY R. SPIEGEL schaum, 367p.
5. Mécanique générale – Exercices et problèmes résolus avec rappels de cours, Office des publications Universitaires, Tahar HANI 1983, 386p.

**Semestre: 3****Unité d'enseignement: UEM 2.1****Matière 1: Probabilités & Statistiques****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****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**

Mathématiques 1 et Mathématiques 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**

B.4.1 Définitions et propriétés,  
 B.4.2 Fonction de répartition,  
 B.4.3 Espérance mathématique,  
 B.4.4 Covariance et moments.

**1 Semaine**

**Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes et continues usuelles**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ... ; Uniforme, normale, exponentielle,...

**3 Semaines**

**Mode d'évaluation :**

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

**Références bibliographiques:**

1. D. Dacunha-Castelle and M. Duflo. Probabilités et statistiques : Problèmes à temps fixe. Masson, 1982.
2. J.-F. Delmas. Introduction au calcul des probabilités et à la statistique. Polyycopié ENSTA, 2008.
3. W. Feller. an Introduction to Probability Theory and its Applications, Volume 1. Wiley & Sons, Inc., 3rd edition, 1968.
4. G. Grimmett, D. Stirzaker, Probability and Random Processes, Oxford University Press, 2nd edition, 1992.
5. J. Jacod and P. Protter, Probability Essentials, Springer, 2000.
6. A. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
7. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991

**Semestre: 3****Unité d'enseignement: UEM2.1.2****Matière 2: Programmation Python****VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 2****Objectifs de la matière :**

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques

**Connaissances préalables recommandées :**

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Installer et utiliser Python****Chapitre 2. Notions de base****2-A. Mode interactif et mode script ,****2-A-1. Calculatrice Python,****2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, \*, /, //, %, et \*\*,****2-A-3.c Priorité****2-B. Variable et type de donnée :****2-B-1. Initialisation de variable, Modification de variable, Affectation composée****2-B-2. Type de donnée:(. Nombre, Caractère, Chaîne de caractères )****2-B-3. Conversion (fonction str)****2-C. Fonction prédéfinie****2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)****2-C-2. Fonction print****2-C-3. Sortie formatée (utiliser la fonction format)****2-C-4. Fonction input****2-C-5. Importation de fonction****2-D. Code source****2-D-1. Règle de nommage des variables****2-D-2. Commentaire****Chapitre 3. Les structures conditionnelles****3-1. (Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)****3-2. Les limites de la condition simple en if****3-3. Les opérateurs de comparaison****3-4. Prédicats et booléens****3-5. Les mots-clés and, or et not****Chapitre 4. Les boucles****4-1. La boucle while****4-1. La boucle for****4-1. Les boucles imbriquées**

#### *4-1. Les mots-clés break et continue*

### **Chapitre 5. Les fonctions**

- 5-1. La création de fonctions*
- 5-2. Valeurs par défaut des paramètres*
- 5-3. Signature d'une fonction*
- 5-4. L'instruction return*
- 5-5. Les modules,*
- 5-6. La méthode import*
- 5-7. La méthode d'importation : from ... import ...*
- 5-8. Les packages*
- 5-9. Importer des packages*
- 5-10. Créer ses propres packages*

### **Chapitre 6: Les listes et tuples**

- 6-1. Crédit et édition de listes*
- 6-2. Définition d'une liste, Crédit de listes*
- 6-3. Insérer des objets dans une liste*
- 6-4. Ajouter un élément à la fin de la liste*
- 6-5. Insérer un élément dans la liste*
- 6-7. Concaténation de listes*
- 6-8. Suppression d'éléments d'une liste*
- 6-9. Le mot-clé del*
- 6-10. La méthode remove*
- 6-11. Le parcours de listes*
- 6-12. La fonction enumerate*
- 6-13. Crédit de tuples*

### **Chapitre 7 : Les dictionnaires**

- 7-1. Crédit et édition de dictionnaires*
- 7-2. Crédit un dictionnaire*
- 7-3. Supprimer des clés d'un dictionnaire*
- 7-4. Les méthodes de parcours*
- 7-5. Parcours des clés*
- 7-6. Parcours des valeurs*
- 7-7. Parcours des clés et valeurs simultanément*
- 7-8. Les dictionnaires et paramètres de fonction*

### **Chapitre 8: Objets et classes**

- 8-1. Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets*
- 8-2. Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.*
- 8-3. Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.*

### **Chapitre 9 : Les fichiers**

- 9-1 . Chemins relatifs et absolu*
- 9-2 . Lecture et écriture dans un fichier*
- 9-3 . Ouverture du fichier*
- 9-4 . Fermer le fichier*
- 9-5 . Lire l'intégralité du fichier*
- 9-5 . Écriture dans un fichier*
- 9-6 . Écrire d'autres types de données*

9-7 . *Le mot-clé with*

9-10 . *Enregistrer des objets dans des fichiers*

9-11 . *Enregistrer un objet dans un fichier*

### **Travaux pratiques :**

#### **TP 1 : Prise en main de l'environnement Python (1 Semaine)**

1. Installation de Python et d'un éditeur de code (VS Code, PyCharm)
2. Premiers pas avec l'interpréteur Python
  - o Exécution de commandes simples en mode interactif
  - o Utilisation de Python comme calculatrice
3. Création et exécution d'un premier script Python

#### **TP 2 : Variables, types de données et opérations (1 Semaine)**

1. Manipulation des types de données fondamentaux
  - o Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens
  - o Conversion entre types de données
2. Opérations arithmétiques et priorités

#### **TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives (1 Semaine)**

1. Instructions conditionnelles (if, elif, else)
2. Boucles (for, while)

#### **TP 4 : Fonctions et modularité (1 Semaine)**

1. Définition et appel de fonctions
2. Paramètres et valeurs de retour

#### **TP 5 : Structures de données (1 Semaine)**

1. Manipulation des listes
2. Dictionnaires et tuples
3. Parcours et manipulation des structures de données

#### **TP 6: Manipulation de fichiers et projet final (1 Semaine)**

1. Lecture et écriture de fichiers texte
2. Projet final au choix :
  - ✓ Gestionnaire de tâches en ligne de commande
  - ✓ Jeu du pendu
  - ✓ Analyse de données à partir d'un fichier CSV
  - ✓ Quiz interactif avec sauvegarde des scores

### **Mode d'évaluation :**

**Contrôle continu =40% , Examen final = 60%**

### **Références bibliographiques :**

- [1] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
- [2] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
- [3] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;

- [4] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
- [5] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
- [6] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
- [7] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
- [8] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

**Ressources en ligne :**

- Documentation officielle Python : [docs.python.org](https://docs.python.org)
- Exercices Python sur Codecademy : [codecademy.com/learn/learn-python-3](https://www.codecademy.com/learn/learn-python-3)
- W3Schools Python Tutorial : [w3schools.com/python/](https://www.w3schools.com/python/)

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 3 : Dessin technique**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**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 de représenter et à lire les plans.

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

Afin de pouvoir suivre cet enseignement, des connaissances de base sur les principes généraux du dessin sont requises

### **Contenu de la matière**

#### **Chapitre 1: Généralités.**

**2 Semaines**

1.1 Utilité des dessins techniques et différents types de dessins.

1.2 Matériel de dessin.

1.3 Normalisation (Types de traits, Ecriture, Echelle, Format de dessin et pliage, Cartouche, etc.).

#### **Chapitre 2: Eléments de la géométrie descriptive**

**6 Semaines**

2.1 Notions de géométrie descriptive.

2.2 Projections orthogonales d'un point - Épure d'un point - Projections orthogonales d'une droite (quelconque et particulière) - Épure d'une droite - Traces d'une droite - Projections d'un plan (Positions quelconque et particulière) - Traces d'un plan.

2.3 Vues : Choix et disposition des vues – Cotation - Pente et conicité - Détermination de la 3ème vue à partir de deux vues données.

2.4 Méthode d'exécution d'un dessin (mise en page, droite à 45°, etc.)  
 Exercices d'applications et évaluation (TP)

#### **Chapitre 3: Les perspectives**

**2 Semaines**

Différents types de perspectives (définition et but).

Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Chapitre 4: Coupes et sections****2 Semaines**

- 4.1 Coupes, règles de représentations normalisées (hachures).
- 4.2 Projections et section des solides simples (Projections et sections d'un cylindre, d'un prisme, d'une pyramide, d'un cône, d'une sphère, etc...).
- 4.3 Demi-coupe, Coupes partielles, coupes brisée, Sections, etc.
- 4.4 Vocabulaire technique (terminologie des formes usinées, profilés, tuyauterie, etc.).
- Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Chapitre 5: Cotation****2 Semaines**

- 5.1 Principes généraux.
- 5.2 Cotation, tolérance et ajustement.
- Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Chapitre 6: Notions sur les dessins de définition et d'ensemble et les nomenclatures.****1 Semaine**

Exercices d'applications et évaluation (TP).

**Recommandation :** Une grande partie des TP doivent être sous forme de travail personnel à domicile.

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

**Références bibliographiques:**

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

1. Guide du dessinateur industriel Chevalier A. Edition Hachette Technique;
2. Le dessin technique 1<sup>er</sup> partie géométrie descriptive Felliachi d. et Bensaada s. Edition OPU Alger;
3. Le dessin technique 2<sup>er</sup> partie le dessin industriel Felliachi d. et bensaada s. Edition OPU Alger;
4. Premières notions de dessin technique Andre Ricordeau Edition Andre Casteilla;
5. المدخل إلى الرسم الصناعي ماجد عبد الحميد ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر
6. مبادئ أساسية في الرسم الصناعي عمر أبو حنيك المعهد الجزائري للتقنيين والملكونة الصناعية طبع الحميد ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

**Semestre: 3**

**Unité d'enseignement: UEM 2.1**

**Matière 4: TP Ondes et Vibrations**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

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

Les objectifs assignés par ce programme portent sur l'initiation des étudiants à mettre en pratique les connaissances reçues sur les phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour un ou deux degrés de liberté ainsi que la propagation des ondes mécaniques.

### **Connaissances préalables recommandées**

Vibrations et ondes, Mathématiques 2, Physique 1, Physique 2.

### **Contenu de la matière :**

TP.1 Masse –ressort

TP.2 Pendule simple

TP.3 Pendule de torsion

TP.4 Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé

TP.5 Pendules couplés

TP.6 Oscillations transversales dans les cordes vibrantes

TP.7 Poulie à gorge selon Hoffmann

TP.8 Systèmes électromécaniques (Le haut parleur électrodynamique)

TP.9 Le pendule de Pohl

TP.10 Propagation d'ondes longitudinales dans un fluide.

**Remarque :** Il est recommandé de choisir au moins 5 TP parmi les 10 proposés.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

### **Références bibliographiques:**

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

**Semestre: 3****Unité d'enseignement : UED 2.1****Matière 2: Métrologie****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement**

Apprendre à l'étudiant les critères de précision de fabrication et assemblage des pièces; Connaître et savoir choisir, dans différents cas, les méthodes et moyens de contrôle et de mesures des dimensions et des défauts de fabrication des pièces mécaniques.

**Connaissances préalables recommandées**

La trigonométrie, optique et autre.

**Contenu de la matière****Chapitre 1 : Généralités sur la métrologie****2 Semaines**

- 1.1 Définition des différents types de métrologie (Scientifique dite de laboratoire, légale, industrielle);
- 1.2 Vocabulaire métrologique, définition;
- 1.3 Les institutions nationale et internationale de métrologie.

**Chapitre 2 : Le système international de mesure SI****3 Semaines**

- 2.1 Les grandeurs de base et leurs unités de mesure ;
- 2.2 Les grandeurs supplémentaires;
- 2.3 Les grandeurs dérivées.

**Chapitre 3 : Caractéristiques métrologiques des appareils de mesure****6 Semaines**

- 3.1 Erreur et incertitude (Justesse, précision, fidélité, répétitivité, reproductibilité d'un appareil de mesure
- 3.2 Classification des erreurs de mesure
- 3.2.1 Valeur brute;
- 3.2.2 Erreur systématique;
- 3.2.3 Valeur brute corrigée.
- 3.3 Erreurs fortuites
- 3.3.1 Erreurs aléatoires;
- 3.3.2 erreurs parasites;
- 3.3.3 Erreurs systématique estimées.
- 3.4 Intervalle de confiance;
- 3.5 Incertitude technique;
- 3.6 Incertitude de mesure totale;
- 3.7 Résultat de mesurage complet;
- 3.8 Identification et interprétation des spécifications d'un dessin de définition en vue du contrôle;
- 3.9 Notions de base sur les calibres les jauge et les instruments de mesure simples.

**Chapitre 4 : Mesure et contrôle****4 Semaines**

- 4.1 Mesure directe des longueurs et des angles (utilisation de la règle, du pied a coulisse,

- du micromètre et du rapporteur d'angle);  
4.2 Mesure indirecte (utilisation du comparateur, des cales étalons);  
4.3 Contrôle des dimensions (utilisation des tampons, des mâchoires,...);  
4.4 Machines de mesure et de contrôle utilisées en atelier mécanique (utilisation du comparateur pneumatique, projecteur de profils et rugosimètre).

**Mode d'évaluation :**

**Examen final: 100 %.**

**Références bibliographiques:**

- 1- Manuel de technologie mécanique, Guillaume SABATIER, et al Ed. Dunod.
- 2- Memotech : productique matériaux et usinage BARLIER C. Ed. Casteilla
- 3- Sciences industrielles MILLET N. ed. Casteilla
- 4- Memotech : Technologies industrielles BAUR D. et al , Ed. Casteilla
- 5- Métrologie dimensionnelle CHEVALIER A. Ed. Delagrave
- 6- Perçage , fraisage JOLYS R et LABELL R. Ed. Delagrave
- 7- Guide des fabrications mécaniques PADELLA P. Ed. Dunod
- 8- Technologie : première partie, Bensaada S et FELIACHI d. Ed. OPU Alger
- 9- تكنولوجيا عمليات التصنيع خرير ز و فواز د. ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

**Semestre: 4**

**Unité d'enseignement: UEF2.2.1**

**Matière 1: Thermodynamique 2**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Fixer les idées générales de la thermodynamique et mettre en exergue leurs utilités dans les sciences de l'ingénieur. L'objectif est d'arriver à analyser des systèmes énergétiques par l'utilisation des pré requis de la première année et de montrer ce qu'il faut mettre en œuvre pour l'étude de la vapeur d'eau et introduire l'étude des cycles des machines thermiques et frigorifiques.

**Connaissances préalables recommandées :** Thermodynamique du S2, Mathématiques de base.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1: Rappels sur les Concepts de Base de la Thermodynamique 1 semaine**

Rappel des trois principes de la thermodynamique.

**Chapitre 2: Propriétés Thermodynamiques des Substances Pures 2 semaines**

Diagrammes d'Etat (Diagramme T-s, Diagramme p-h, Diagramme h-s), Tables

Thermodynamiques (Tables des propriétés à la saturation, Tables des propriétés de la vapeur surchauffée), Equations d'Etat (Equation d'état d'un gaz parfait, Développements du viriel, Equation de Van Der Waals, Equations d'état dérivées de l'équation de Van Der Waals, Variables Réduites et Loi des Etats Correspondants, Equations d'Etat Semi-Empiriques)

**Chapitre 3: Thermodynamique des Vapeurs et de l'Air Humide 2 semaines**

Thermodynamique des Vapeurs (Changement de Phase d'un Corps Pur, Calcul des Variables d'Etat, Titre en Vapeur, Diagrammes et Tables Thermodynamiques), Air Humide

(Caractérisation de l'air humide, Diagramme de Mollier, Opérations élémentaires sur l'air humide).

**Chapitre 4: Compression des Gaz 2 semaines**

Classification des Machines de Compression, Compression Isentropique, Compression Polytropique, Compresseurs à Pistons, Compresseur Volumétriques Rotatifs (Définitions).

**Chapitre 5: Détente des Gaz 2 semaines**

Machines de Détente, Détente adiabatique, Détente non adiabatique, Travail, Rendement et Puissance Produite, Compresseur Volumétriques Rotatifs

**Chapitre 6: Cycles Moteurs 3 semaines**

Cycle de Carnot, Cycle Otto, Cycle Diesel, Cycle de Brayton, Turbines à Vapeur, Cycle de Rankine (Cycle à resurchauffe, Cycle à soutirages, Cogénération)

**Chapitre 7: Cycles Frigorifiques****3 semaines**

Cycle de réfrigération à gaz, Cycle à un seul étage de compression de vapeur, Fluides Frigorigènes, Charge Thermique d'une chambre froide, Cycles à deux étages de compression, Cycles en cascade, pompes à chaleur

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

**Références:**

- 1- Y. CENGEL, M. A. BOLES, 'Thermodynamique, une approche pragmatique', Edition De Boeck, la Chenelière, 2008 . Traduit de l'anglais par M. Lacroix de 'Thermodynamics, an Engineering approach'.
- 2- Andre Houberechts La thermodynamique technique, tomes 1 et 2
- 3- SONNTAG et VAN WYLEN, 'Thermodynamique et applications', traduit de l'anglais, Fundamentals of classical thermodynamics' ed. Mc Graw Hill.
- 4- G. BRUHAT, Revue et augmenté par A. KASTLER, 'Thermodynamique', Edition 6, Masson & Cie.
- 5- R. Kling, 'Thermodynamique et applications', Edition Technip.
- 6- M. J. MORAN and HOWARD M. SHAPIRO, Fundamentals of engineering Thermodynamic', J. Wiley & sons editors, 2006.
- 7- RAPIN-JACQUARD Installations frigorifiques (technologie), Edition Dunod; 2004
- 8- J. P. PEREZ 'Thermodynamique: Fondements et applications', Dunod, Paris 2001.

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UEF2.2.1****Matière 1: Fabrication mécanique****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Donner à l'étudiant des connaissances sur les techniques de fabrication des produits en particuliers les produits mécaniques.

**Connaissances préalables recommandées:**

Technologie de base, les sciences des matériaux,

**Contenu de la matière :****I- Théorie de la coupe des métaux**

1.1 Matériaux de coupe	(1 semaine)
1.2 Géométrie des outils de coupe	(1 semaine)
1.3 Mécanisme de formation de copeau	(1 semaine)
1.4 Efforts de coupe	(1 semaine)
1.5 Echauffement (Température de coupe)	
1.6 Endommagement des outils de coupe	(1 semaine)
1.7 Méthodologie de choix des paramètres de coupe	(1 semaine)

**II- Technologies des Machines-outils**

2.1 Mouvements de coupe	(1 semaine)
2.2 Caractérisation d'une machine-outils (Principaux organes)	(2 semaines)

- Broche
- Bati
- Glissières

2.3 Chaines cinématiques	(6 semaines)
--------------------------	--------------

- Mécanismes de transmission de mouvements
- Tours, raboteuse et étau-limeur, Perceuses, fraiseuses, Brocheuse, Rectifieuses cylindrique et plane, etc...

**Mode d'évaluation :** Examen : 100%.**Références bibliographiques:**

- 1- Techniques de l'ingénieur 2000 B.BM.BT. Janvier 2000 Printed in France by Imprimerie Strasbourgeoise Schiltigheim- ISTRAIN
- 2- Roger Bonetto les ateliers flexibles de production 2ème édition Hermes 1987-Paris

3- G. Levallant ; M.Dessoly ; P.Géodossi ; P.Leroux ; J.C.Moulet ; G.Poulachon ; P.Robert  
Usinage par enlèvement de copeaux- de la technologie aux applications industrielles  
Ensam. Edition Eyrolles N° 7211- Juin 2005 Paris

4- Eléments de Fabrication Edition Ellipses. Copyright 1995 Paris

5- Michel Ahby, Choix de Matériaux en Conception Mécanique ; Dunod, 1999

6- Claude Hazard, La Commande Numérique des M O, édition Foucher, Paris 1984

7- Gonzalez, CN par calculateur, édition Foucher Paris 1985.

8- Philippe DEPEYRE, Cours « Fabrication mécanique », Faculté des Sciences et Technologies,  
Université de la Réunion, Année 2004-2005

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UEF2.2.1****Matière 1:analyse complexe****VHS: 45h00 (Cours: 1h30,TD : 1h30)****Crédits: 4****Coefficient:2****Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours porte sur le calcul différentiel et intégral des fonctions complexes d'une variable complexe. L'étudiant doit maîtriser les différentes techniques de résolution des fonctions et intégrales à variables complexes et spéciales.

**Connaissances préalables recommandées :**

Mathématiques 1, Mathématiques 2 et Mathématiques 3.

**Contenu de la matière :**

**Fonctions à variables complexes et Fonctions Spéciales**

**Chapitre 1 : Fonctions holomorphes. Conditions de Cauchy Riemann** **3 semaines**

**Chapitre 2 : Séries entières** **3 semaines**

Rayon de convergence. Domaine de convergence. Développement en séries entières. Fonctions Analytiques. Séries de Laurent et développement en séries de Laurent

**Chapitre 3 : Théorie de Cauchy** **3 semaines**

Théorème de Cauchy ; Formules de Cauchy. Point singulier de fonctions, méthode générale de calcul des intégrales complexes

**Chapitre 4 : Applications** **4 semaines**

Équivalence entre holomorphie et Analyticité. Théorème du Maximum. Théorème de Liouville. Théorème de Rouché. Théorème des Résidus. Calcul d'intégrales par la méthode des Résidus.

**Chapitre 5 : Fonctions Spéciales** **2 semaines**

Fonctions spéciales d'Euler : fonctions Gamma, Béta, applications aux calculs d'intégrales

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

- 1- Henri Catan, Théorie élémentaire des fonctions analytiques d'une ou plusieurs variables complexes. Editeur Hermann, Paris 1985.
- 2- Jean Kuntzmann, Variable complexe. Hermann, Paris, 1967. Manuel de premier cycle.
- 3- Herbert Robbins Richard Courant. What is Mathematics ?, Oxford University Press, Toronto,1978. Ouvrage classique de vulgarisation.
- 4- Walter Rudin, Analyse réelle et complexe. Masson, Paris, 1975. Manuel de deuxième cycle.

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UEF2.2.2****Matière 1:Méthodes numériques****VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD : 1h30 ; 1h30 TP)****Crédits: 5****Coefficient: 3**

**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 **(2 semaines)**  
(problème de la condition initiale ou de Cauchy).

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 CholeskiMM<sup>t</sup>,
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.

### **Matière 3:TP Méthodes numériques**

**Objectifs de l'enseignement :** Programmation des différentes méthodes numériques en vue de leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques en utilisant un langage de programmation scientifique (matlab, scilab...).

**Connaissances préalables recommandées :** Méthode numérique, Informatique 2 et informatique 3.

#### **Contenu de la matière :**

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 Trapezes
  - 3.2. Méthode de Simpson
4. Equations différentielles
  - 4.1. Méthodes de Runge-Kutta
5. Systèmes d'équations linéaires
  - 5.1. Méthode de Gauss- Jordon
  - 5.2. Décomposition de Crout et factorisation LU
  - 5.3. Méthode de Jacobi
  - 5.4. Méthode de Gauss-Seidel

#### **Références :**

1. Algorithmique et calcul numérique : travaux pratiques résolus et programmation avec les logiciels Scilab et Python / José Ouin, . - Paris : Ellipses, 2013 . - 189 p.

2. Mathématiques avec Scilab : guide de calcul programmation représentations graphiques ; conforme au nouveau programme MPSI / Bouchaib Radi, ; Abdelkhalak El Hami . - Paris : Ellipses, 2015 . - 180 p.

Méthodes numériques appliquées : pour le scientifique et l'ingénieur / Jean-Philippe Grivet, . - Paris : EDP sciences, 2009 . - 371 p

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

### **Références:**

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. Demaillly, 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: UEF2.2.3****Matière 1: Résistance des matériaux 1****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD : 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Connaitre les méthodes de calcul à la résistance des éléments des constructions et déterminer les variations de la forme et des dimensions (déformations) des éléments sous l'action des charges.

**Connaissances préalables recommandées :** Analyse des fonctions ; mécanique rationnelle.

### **Contenu de la matière :**

Chapitre 1 : INTRODUCTIONS ET GENERALITES **(2 semaines)**

- 1.1 Buts et hypothèses de la résistance des matériaux
- 1.2 Classification des solides (poutre, plaque, coque)
- 1.3 Différents types de chargements
- 1.4 Liaisons (appuis, encastrements, rotules)
- 1.5 Principe Général d'équilibre – Équations d'équilibres
- 1.6 Principes de la coupe – Éléments de réduction
- 1.7 Définitions et conventions de signes de :
  - Effort normal N,
  - Effort tranchant T,
  - Moment fléchissant M

Chapitre 2 : TRACTION ET COMPRESSION **(3 semaines)**

- 2.1 Définitions
- 2.2 Contrainte normale de traction et compression
- 2.3 Déformation élastique en traction/compression
- 2.4 Condition de résistance à la traction/compression

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

- 3.1 Définitions
- 3.2 Cisaillement simple – cisaillement pur
- 3.3 Contrainte de cisaillement
- 3.4 Déformation élastique en cisaillement
- 3.5 Condition de résistance au cisaillement

Chapitre 4 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTION DROITES **(3 semaines)**

- 4.1 Moments statiques d'une section droite
- 4.2 Moments d'inertie d'une section droite
- 4.3 Formules de transformation des moments d'inertie

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

- 5.1 Définitions
- 5.2 Contrainte tangentielle ou de glissement
- 5.3 Déformation élastique en torsion

## 5.4 Condition de résistance à la torsion

Chapitre 6 : FLEXION PLANE SIMPLE **(3 semaines)**

- 6.1 Définitions et hypothèses
- 6.2 Effort tranchants, moments fléchissant
- 6.3 Diagramme des efforts tranchants et moments fléchissant
- 6.4 Relation entre moment fléchissant et effort tranchant
- 6.5 Déformée d'une poutre soumise à la flexion simple (flèche)
- 5. 6.6 Calcul des contraintes et dimensionnement

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

### Références:

- Mécanique à l'usage des ingénieurs – statique. Ferdinand P. Beer et Russell Johnston, Jr., McGraw-Hill, 1981.
- Résistance des matériaux, P. STEPINE, Editions MIR ; Moscou, 1986.
- Résistance des matériaux 1, William A. Nash, McGraw-Hill, 1974.
- Résistance des matériaux, S. Timoshenko, Dunod, 1986

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UEM2.2****Matière 1:Dessin assisté par ordinateur****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 2****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 :**

- |   |                     |
|---|---------------------|
| <b>1. PRESENTATION DU LOGICIEL CHOISIS</b><br>(SolidWorks, Autocad, Catia, Inventor, etc.)<br>1.1 Introduction et historique du DAO;<br>1.2 Configuration du logiciel choisis (interface, barre de raccourcis, options, etc.);<br>1.3 Éléments de référence du logiciel (aides du logiciel, tutoriels, etc.);<br>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);<br>1.5 Communication et interdépendance entre les fichiers. | <b>(4 semaines)</b> |
| <b>2. NOTION D'ESQUISSES</b><br>2.1 Les outils d'esquisses (point, segment de droite, arc, cercle, ellipse, polygone, etc.);<br>2.2 Relations d'esquisses (horizontale, verticale, égale, parallèle, collinaire, fixe, etc.);<br>2.3 Cotation des esquisses et contraintes géométrique.   | <b>(3 semaines)</b> |
| <b>3. MODELISATION 3D</b><br>3.1 Notions de plans (plan de face, plan de droite et plan de dessus);<br>3.2 Fonctions de bases (extrusion, enlèvement de matière, révolution);<br>3.4 Fonctions d'affichage (zoom, vues multiples, fenêtres multiples etc.);<br>3.5 Les outils de modifications (Effacer, Décaler, Copier, Miroir, Ajuster, Prolonger, Déplacer);<br>3.6 Réalisation d'une vue en coupe du modèle.   | <b>(3 semaines)</b> |
| <b>4. MISE EN PLAN DU MODEL 3D</b><br>4.1 Édition du plan et du cartouche:<br>4.2 Choix des vues et mise en plan:<br>4.3 Habillages et Propriétés objets (Les hachures, la cotation, le texte, les tableaux, etc...)  | <b>(3 semaines)</b> |
| <b>5. ASSEMBLAGES</b><br>5.1 Contraintes d'assemblage (parallèle, coïncidence, coaxiale, fixe, etc.);<br>5.2 Réalisation de dessins d'assemblage:<br>5.3 Mise en plan d'assemblage et nomenclature des pièces:<br>1. Vue éclatée.   | <b>(2 semaines)</b> |

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références:**

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

**Semestre: 4**

**Unité d'enseignement: UEM2.2**

**Matière 4:TP Résistance des matériaux**

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

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :** mettre en application les différentes sollicitations étudiées dans le module résistance des matériaux et détermination des caractéristiques des matériaux à partir des essais mécaniques simples.

**Connaissances préalables recommandées :** Resistance des matériaux, sciences des matériaux.

**Contenu de la matière :**

**TP N°1 :** Essais de traction – compression simple

**TP N°2 :** Essai de torsion

**TP N°3 :** Essai de flexion simple

**TP N°4 :** Essai de résilience

**TP N°5 :** Essai de dureté

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UEM2.2****Matière 5:TP Fabrication mécanique****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :** mettre en application les différents procédés d'usinage.

**Connaissances préalables recommandées :** Cours de fabrication mécanique et dessin technique.

**Contenu de la matière :**

**TP n° 1 :Tournage d'une pièce cylindrique à 2 diamètres avec des opérations de dressage et de chariotage**

- Exécution des dessins d'ébauche et de définition.
- Détermination des régimes de coupe et Elaboration de la gamme d'usinage de la pièce.
- Préparation des outils, de la machine et des instruments de mesure.
- Positionnement, serrage de l'ébauche, mise au point et réglage de la machine.
- Réalisation des opérations et de la pièce.

**TP n° 2 :Fraisage et perçage d'une pièce prismatique avec principalement des phases de fraisage et de perçage.**

- Définition de la forme, des dimensions, des tolérances et des états de surface de la pièce (dessin de définition)
- Dessin d'ébauche.
- Détermination des régimes de coupe et élaboration de la gamme d'usinage de la pièce (sans la phase rectification).
- Découpe de l'ébauche.
- Préparation des outils, de la (des) machine (s) et des instruments de mesure.
- Positionnement, serrage de l'ébauche, mise au point et réglage de la machine.
- Réalisation des opérations et de la pièce

**TP n° 3 : Rectification plane et examen des états de surface**

(Utilisation de la pièce du TP n° 2)

- Analyse des dessins d'ébauche et de définition du TP n°2
- Détermination des régimes de rectification et Elaboration de la gamme complète d'usinage de la pièce (avec la phase rectification).
- Préparation des outils, de la machine et des instruments de mesure de l'état de surface (rugosités).
- Positionnement, serrage de l'ébauche, mise au point et réglage de la machine.
- Réalisation de la phase rectification et contrôle de l'état de surface.

**TP n° 4 : soudage**

- Préparation des pièces à assembler

- Choix du métal d'apport
- Réalisation du cordon de soudure
- Nettoyage et contrôle

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UEF 2.2.2****Matière 1: Electricité industrielle****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :** L'objectif du programme est de soumettre aux étudiants de Génie Mécanique, un ensemble de connaissances indispensables et nécessaires pour la compréhension physique de l'essentiel des phénomènes électrotechniques.

**Connaissances préalables recommandées :** Les enseignements fondamentaux de sciences physiques acquis en tronc commun des sciences et techniques.

### **Contenu de la matière :**

Chapitre 1 – Les circuits Electriques **(4 semaines)**

- 1.1 Introduction
- 1.2 Courant et tension dans les circuits électriques
- 1.3 Résistances et circuit équivalent.
- 1.4 Travail et puissance
- 1.5 Circuits électriques monophasé et triphasé.

Chapitre 2 – Les circuits Magnétiques **(3 semaines)**

- 2.1 Magnétisme et électricité
- 2.2 Lois fondamentales
- 2.3 Matériaux et circuits magnétiques

Chapitre 3 – Les Transformateurs **(2 semaines)**

- 3.1 Description
- 3.2 Circuits équivalents
- 3.3 Transformateurs de mesure
- 3.4 Transformateurs spéciaux

Chapitre 4 – Machines Electriques **(3 semaines)**

- 4.1 Machines à courant continu (excitation shunt, séparée, série)
- 4.2 Machines synchrones
- 4.3 Machines asynchrones
- 4.4 Machines spéciales
- 4.5 Branchement des moteurs triphasés

Chapitre 5 – Mesures Electriques **(3 semaines)**

- 5.1 La mesure en physique
- 5.2 La qualité de la mesure – les erreurs
- 5.3 Structure des appareils à affichage numérique
- 5.4 Mesures des intensités et des tensions
- 5.5 Mesures des puissances et des énergies
- 5.6 Schémas de câblage d'une installation électrique - Calcul de section filaire.

**Mode d'évaluation :**

Examen: 100%.

**Références:**

- Exercices et problèmes d'électrotechniques notions de base, réseaux et machines électriques ; Luc Lasne ; édition Dunod 2011.
- Electrotechnique : modélisation et simulation des machines électriques ; Rachid Abdesselmed ; édition Ellipse 2011.
- Circuits électriques : régime continu, sinusoïdal et impulsif, Jean-Paul Bancarel , édition Ellipse 2001.
- Analyse des circuits électriques, Charle K. Alexander et Matthew Sadiku ; édition de boeck. 2012.

**Semestre: 4****Unité d'enseignement: UED2.2****Matière 2:Science des matériaux****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière permet à l'étudiant de connaître la classification des matériaux ainsi que les notions de base de cristallographie ; les diagrammes d'équilibre et les traitements thermiques

**Connaissances préalables recommandées :**

Les matières fondamentales du S1 et S2.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Généralités****(03 semaines)**

## 1.1 Classification des matériaux :

- 1.1.1 Les métaux et alliages
- 1.1.2 Les céramiques et les verres
- 1.1.3 Les polymères
- 1.1.4 Les matériaux composites

## 1.2 Domaines d'utilisations

## 1.3 Structure des matériaux : matériaux amorphes et matériaux cristallins

## 1.4 Notions de cristallographie

**Chapitre 2 : Diagrammes d'équilibre****(04 semaines)**

## 2.1 Cristallisation de matériaux

- 2.1.1 Principe de la cristallisation et courbes de refroidissement
- 2.1.2 Cristallisation d'un métal pur
- 2.1.3 Cristallisation d'un alliage

## 2.2 Diagramme d'équilibre de deux métaux complètement miscibles

## 2.3 Diagramme d'équilibre de deux métaux partiellement miscibles

**Chapitre 3 : Diagramme d'équilibre fer-carbone****(04 semaines)**

- 3.1 Caractéristiques du fer et du carbone
- 3.2 Diagramme d'équilibre fer-carbone
- 3.3 Diagramme d'équilibre fer-cémentite
- 3.4 Désignation normalisée des aciers et des fontes
- 3.5 Désignation normalisée d'autres aciers alliés

**Chapitre 4 : Traitements thermique et traitement thermochimique de diffusion****(03 semaines)**

1. Traitements thermiques
  - Recuit
  - Trempe
  - Revenu
2. Traitements thermochimiques
  - Cémentation
  - Nitruration

## Carbonitruration

### **Mode d'évaluation :**

Examen: 100%.

### **Références:**

- Science et génie des matériaux ; De William D. Callister.Dunod.
- Matériaux. T1 Propriétés, applications et conception, Michael F. Ashby, David R. H. Jones Collection: Sciences Sup, Dunod
- Matériaux. T2 Microstructures, mise en œuvre et conception ; Michael F. Ashby, David R. H. Jones Collection: Sciences Sup, Dunod
- Des matériaux, Jean-Marie Dorlot, Jean-Paul Bailon. Presses internationales Polytechnique.
  - Structures et matériaux : L'explication mécanique des formes, James Gordon

**Semestre:4****Unité d'enseignement: UET2.2****Matière : Techniques d'information et de communication****VHS:22h30 (Cours: 1h30)****Crédits:1****Coefficient: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:****Chapitre 1: Rechercher, analyser et organiser l'information (2 semaines)**

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

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

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

**Chapitre 3 : Développer l'autonomie, la capacité d'organisation et de communication dans le cadre d'une démarche de projet (2 semaines)**

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

**Chapitre 4 : Les TIC - Définition et Evolution (2 semaines)**

Définition, Les activités utilisant les TIC, La maîtrise des compétences des TIC, Evolution des TIC, Services de l'information et de la communication

**Chapitre 5 : Recherche, utilisation et récupération de l'information. (2 semaines)**

Les annuaires de recherche (YAHOO, GOOGLE), Les moteurs de recherche, Le langage d'interrogation et de recherche, Récupération et impression d'une page HTML, Récupération d'une image, Téléchargement d'un fichier ou d'un logiciel, Lecture d'un fichier HTML en local, Lecture d'un fichier multimédia enregistré sur le Web.

**Chapitre 6 : Droits des TIC (2 semaines)**

Criminalité informatique, Droit des médias, Droit des communications électroniques, Droit du commerce électronique, Gouvernance d'Internet, ...

**Chapitre 7 : Sécurisation des informations sensibles, Protection des données confidentielles et Préservation des nuisances. (3 semaines)**

Sauvegarde des données importantes, Loi "Informatique et libertés", Dangers d'Internet, Piratage informatique, Protection de la machine, Protection contre les virus, Protection contre Les cybermenaces ou menaces en ligne (Phishing, spam emails, spyware, malware, ransomware, viruses and trojan horses,

man-in-the-middle attacks, etc.). Prévenir la perte de données, Les pourriels ou spams, Les canulars (hoax), La cryptologie, La signature électronique....

### **Mode d'évaluation:**

Examen final : 100 %.

### **Références bibliographiques:**

(*Livres et polycopiés, sites internet, etc.*)

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.
4. Allegrezza Serge et Dubrocard Anne (edited by). Internet Econometrics. Palgrave Macmillan Ltd, 2011. ISBN-10: 0230362923 ; ISBN-13: 9780230362925
5. Anduiza Eva, Jensen J. Michael et JorbaLaja (edited by). Digital Media and Political Engagement Worldwide. Cambridge UniversityPress - M.U.A, 2012. ISBN-10: 1107668492 ; ISBN-13: 9781107668492
6. Baron G.L., et Bruillard E. L'informatique et ses usagers dans l'éducation. Paris, PUF, 1996. ISBN-10: 2130474926; ISBN-13: 978-2130474920
7. En ligneChantepie P. et Le Diberder A. Révolution numérique et industries culturelles. Repères. Paris, La Découverte, 2010. ISBN-10: 2707165050; ISBN-13: 978-2707165053
8. Dawn Medlin B. Integrations of Technology Utilization and Social Dynamics in Organizations. Information Science Reference (Isr), 2012. ISBN-10: 1-4666-1948-1; ISBN-13: 978-1-4666-1948-7
9. Devauchelle B. Comment le numérique transforme les lieux de savoirs. FYP Editions, 2012. ISBN-10: 2916571612; ISBN-13: 978-2916571614
10. Greenfield David. « The Addictive Properties of Internet Usage ». In Internet Addiction, 133?153. John Wiley & Sons, Inc., 2007. ISBN: 9780470551165. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118013991.ch8>.
11. Kurihara Yutaka et [Al.]. Information technology and economic development. Information Science Reference (Isr), 2007. ISBN 10: 1599045818 ; ISBN 13: 9781599045818
12. Paquelin D. L'appropriation des dispositifs numériques de formation. Du prescrit aux usages. Paris, L'Harmattan, 2009. ISBN-10: 2296085563 ; ISBN-13: 978-2296085565
13. Tansey Stephen D. Business, information technology and society. Routledge Ltd, 2002. ISBN-10: 0415192137 ; ISBN-13: 978-0415192132

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UEF 3.1.1****Matière 1: Transfert de chaleur et de masse****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière comporte deux parties, la première permet à l'étudiant d'apprendre et d'assimiler les différents modes de transfert de chaleur et les lois qui les gouvernent, la seconde partie traite et explique le phénomène de la diffusion, qui est d'une grande importance pour les matériaux, elle traite et donne les lois qui le gouverne.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématiques L1, L2, - Thermodynamique - Physique de la matière condensée

**Contenu de la matière:****PARTIE A: Transfert de chaleur**

**Chapitre 1. Généralités sur les transferts de chaleur** (1 Semaine)

Introduction et définitions; chaleur, température, gradient de température, flux, conduction, différents mode de transfert de chaleur... etc.

**Chapitre 2. Transferts de chaleur par conduction en régime permanent** (1 Semaine)

L'équation de la Chaleur. Transfert de chaleur unidirectionnel. Transfert de chaleur multidirectionnel.

**Chapitre 3. Transferts de chaleur par conduction en régime variable** (2 Semaines)

Conduction unidirectionnelle en régime variable. Conduction multidirectionnelle en régime variable.

**Chapitre 4. Transferts de chaleur par convection** (2 Semaines)

Rappels sur l'analyse dimensionnelle. Convection sans changement d'état. Convection avec changement d'état.

**Chapitre 5. Transferts de chaleur par rayonnement** (1 Semaine)

Lois de Transfert de chaleur par rayonnement. Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces.

**PARTIE B: Transfert de masse**

**Chapitre 1. Les phénomènes de diffusion à l'état solide** (1 Semaine)

**Chapitre 2. Lois de Fick** (2 Semaines)

1<sup>ere</sup> loi de Fick, 2<sup>eme</sup> loi de Fick, Coefficient de diffusion.

**Chapitre 3. Théorie phénoménologique de la diffusion** (1 Semaine)

**Chapitre 4. Diffusion dans les métaux et alliages en l'absence de gradients chimiques** (1 Semaine)

**Chapitre 5. La diffusion superficielle** (1 Semaine)

**Chapitre 6. Application de la diffusion** (2 Semaines)

Homogénéisation, cémentation, soudage et brasage, oxydation des métaux, frittage.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu 40%; Examen 60%.

**Travail personnel**

- Exposés
- Logiciel de simulation

**Références bibliographiques:**

1. Donald Pitts, "Theory and problems of heat transfer", second edition, Schaum's, Mc Graw-Hill, 1998.
2. Jean-Luc Battaglia, Andrzej Kusiak, Jean-Rodolphe Puiggali, « aux transferts thermiques: Cours et exercices corrigés », Dunod, 2014.
3. Michael J. Moran, "Introduction to thermal Systems Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer", John Wiley & Sons Inc. 2003.
4. Devendra Gupta, "Diffusion processes in advanced Technological Materials".
5. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert et Y. Quéré, "éléments de métallurgie physique, tome 4, Diffusion, transformations", Chap. 28 (2e édition, INSTN), 1990.
6. D.W. Richardson, "Modern Ceramic Engineering", (Marcel Dekker).

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UEF 3.1.1****Matière 2: Mécanique des milieux continus****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière traite l'aspect de la mécanique des matériaux, et comporte trois parties. Elle commence par l'élasticité et donne à l'étudiant les définitions des constantes de l'élasticité à partir des sollicitations imposées. Ensuite, il est donné la loi de Hooke généralisée, suivie par l'étude des états de contrainte et de déformation pour arriver à la notion de directions principales et contraintes principales. La partie élasticité se clôture par la définition des contraintes équivalentes et des critères de résistance. Par ailleurs, la mise en forme des matériaux par déformation plastique impose la connaissance des modèles de comportement plastique, c'est le but de la deuxième partie de cette matière. Le comportement des matériaux fragiles comportant des fissures est un savoir indispensable pour un étudiant en génie des matériaux. Une introduction à la mécanique de la rupture linéaire est présentée dans la troisième partie de ce cours, cette partie permet d'illustrer à l'étudiant la particularité du comportement des matériaux fragiles.

Le programme est élaboré de sorte que sa présentation et son développement s'impriment fortement du sens physique afin que l'étudiant acquière des compétences utiles qui lui permettent de traiter efficacement des problèmes de la mécanique des matériaux auxquels il sera confronté.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mathématique L1, Résistance des matériaux S4.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. L'élasticité pour un chargement uniaxial****(2 Semaines)**

Définitions; Comportement élastique; Matériaux homogènes; Matériaux isotropes; Origine de l'élasticité dans les matériaux; Définitions pour un chargement unidirectionnel; la contrainte normale et la contrainte de cisaillement. La déformation normale; La déformation transversal; La déformation de cisaillement; Définition des constantes élastiques; Le module de Young. Coefficient de poisson. Le module de cisaillement; Définition de la déformation Thermoélastique; Coefficient de la dilatation thermique.

**Chapitre 2. Loi de Hook généralisée****(3 Semaines)**

État de contrainte tridimensionnelle en un point; Principe de superposition des effets des sollicitations normales. Indépendance des effets de sollicitations de cisaillement; Loi de Hooke généralisée; La déformation volumique et la contrainte hydrostatique; Le module hydrostatique; Les quantités élastiques volumiques invariantes; La forme de la matrice de rigidité d'un matériau anisotrope, d'un matériau orthotrope et d'un matériau cubique; Nombres de constantes d'élasticité dans chaque cas.

**Chapitre 3. États de contrainte et de déformation****(2 Semaines)**

État de contrainte dans un point; État plan de contrainte ; Contrainte dans une coupe oblique. État de contraintes dans différents repères. Contraintes principales. Contrainte de cisaillement maximal. Cercle de Mohr; État de contrainte tridimensionnel ; contrainte dans une coupe oblique. Directions principales et contraintes principales.

**Chapitre 4. Critères de résistance****(1 Semaine)**

Critère de la contrainte normale maximale (critère de Rankine); Critère du Cisaillement maximale (critère de Tresca); Critère de Von Mises.

**Chapitre 5. Lois de comportement plastique****(4 Semaines)**

Analyse d'une courbe traction/déchargement/compression dépassant la limite élastique du matériau; Illustration de l'écrouissage (effet de Baushinger); Illustration de la courbe déformation transversale en fonction de la déformation longitudinale (variation du coefficient de poison); Définition des contraintes vraies et des déformations vraies; Décomposition de la déformation totale en composante élastique et composante plastique; Les équations donnant la composante plastique des déformations dans un chargement tridimensionnel; Modèles de comportement élastique/plastique; Comportement élastique/parfaitement plastique; Comportement élastique avec écrouissage linéaire; Comportement élastique avec écrouissage en loi de puissance; Comportement élastique avec écrouissage en loi de Ramberg-Osgood.

**Chapitre 6. Mécanique de la rupture****(3 Semaines)**

Les fondements de la mécanique de rupture (linéaire); Fissures et coefficient d'intensité de contrainte, Illustration de l'évolution de la contrainte dans le voisinage d'une bout de fissure; La définition du facteur d'intensité de contrainte; Ténacité. Facteur d'intensité de contrainte critique. Longueur de fissure critique et transition rupture fragile /ductile; Modes de rupture. Énergie de déformation. Taux de restitution d'énergie.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu 40%; Examen 60%.

**Références bibliographiques:**

1. J.Coirier, C. Nadot-Martin, "Mécanique des milieux continus : Cours et exercices corrigés" - 4e édition Dunod, 2013.
2. Martin H. Sadd, "Elasticity: Theory, applications and Numerics", Elsevier 2005.
3. Yves Debard; "Elasticité", Université Lemans, 2006.

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UEF 3.1.2****Matière 1: Métaux et alliages****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de ce cours est de présenter les principes qui régissent les relations entre l'élaboration, la microstructure et les propriétés mécaniques des métaux. Il présente surtout les principaux métaux et leurs alliages.

**Connaissances préalables recommandées:**

Science des matériaux S4, Structure de la matière S1, Thermodynamique S2

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Rappels sur les structures des métaux (3 Semaines)**

Les forces de cohésion dans les métaux (liaison métallique). Structure cristalline et réseau cristallin. Plans et directions cristallographiques. Empilement compact et pseudo-compact. Compacité. Imperfections du réseau cristallin. Défauts ponctuels. Défauts linéaires. Défauts surfacique et de volume. Sites interstitiels. Les solutions solides. La solution solide et le composé défini.

**Chapitre 2. Durcissement dans les métaux (2 Semaines)**

Durcissement par écrouissage, par solution solide, par les précipités, par une sousstructure, par la taille des grains, par une seconde phase. Restauration de la structure.

**Chapitre 3. Solidification des métaux (2 Semaines)**

Solidification d'un métal pur: Aspect thermodynamique; Règles des phases à pression constante. Germination homogène et hétérogène, croissance avec surfusion.

**Chapitre 4. Diagrammes d'équilibre ternaire et binaire: (1 Semaine)**

Eutectique, eutectoïde, polymorphique, péritectique.

**Chapitre 5. Aciers et fontes (3 Semaines)**

Diagramme d'équilibre Fe-C, Fe-Fe<sub>3</sub>C; Propriétés et Structure des aciers et des fontes; Généralités sur les diagrammes TTT. Transformation Alpha-Gamma.

**Chapitre 6. Métaux non ferreux (4 Semaines)**

L'aluminium et ses alliages; Le cuivre et ses alliages; Le magnésium et ses alliages; Le zinc et ses alliages; Le plomb et ses alliages.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave. "Des Matériaux". Ed. école Polytechnique de Montréal.
2. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quere. "Éléments de métallurgie physique". La Documentation Française, Paris.
3. W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambelli. "Introduction à la science des matériaux", coll (traité des matériaux), vol. 1. Presse Polytechniques Romandes, Lausanne.
4. H. De Leiris. "Métaux et alliages". Masson, Paris

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UEF 3.1.2****Matière 2: Céramiques et verres****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Les céramiques et les verres constituent une famille de matériaux d'une extrême importance, cette importance ne cesse de se développer au vu des caractéristiques qu'ils assurent et surtout pour des applications spécifiques nécessitant une tenue sous de très hautes températures et des chargements intenses. Cette importance se manifeste aussi dans leurs utilisations au quotidien et avec des quantités gigantesques à l'échelle du globe comme matériaux de construction ou comme matériaux d'utilisation domestique. Cette matière introduit l'étudiant dans le monde fascinant de cette classe de matériaux. La matière présente les verres, les céramiques vitrifiées ainsi que les céramiques techniques. Pour chaque classe il est donné la composition et la morphologie, un aperçu sur les caractéristiques principales et enfin les techniques de mise en œuvre. À la fin de cette matière, il est donné une succincte présentation de deux autres classes de céramiques qui sont les ciments et les bétons d'une part, et les roches et les minéraux d'autre part. Les ciments et les bétons étant traités dans une matière à part vu leur importance dans notre vie.

Le programme est élaboré de sorte que sa présentation et son développement s'imprime fortement du sens physique et pratique. À l'issue de cette matière l'étudiant aura acquis les connaissances de base dans la compréhension de cette classe de matériau, de leurs structures, de leurs caractéristiques et comportements et enfin des méthodes de leurs mises en forme.

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière L1, Sciences des matériaux S4, ***Notions sur la Cristallographie***

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Structure des céramiques****(2 Semaines)**

**Les céramiques ioniques;** Structure et l'empilement de type: Les céramiques ioniques simples de type AB: NaCl et MgO; Les céramiques ioniques simples de type ZrO<sub>2</sub>, Les céramiques ioniques simples de type Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Les céramiques covalentes** (deux éléments non métalliques); Structure et empilement ; La structure (en chaines, en feuillets et en réseaux tridimensionnels); Les structures fondamentales de type : Structure du diamant; Structure du SiC ; Structure du Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>;

Tableaux donnant les propriétés des verres et des céramiques telles que (masse volumique, module d'Young, résistance à la compression, Module de rupture, ténacité, facteur d'intensité de contrainte, résistance aux chocs thermique, ...).

**Chapitre 2 Les verres****(2 Semaines)**

Composition et structure du verre; Le monomère silice SiO<sub>4</sub> et le dimère Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Effet des oxydes métalliques sur la structure des silicates. Structure de la silice pure; Composition des verres sodocalcique et des verres borosilicatés; Structure amorphe du verre. Graphique illustrant le comportement des verres en fonction de la température; L'action des agents modificateurs sur la viscosité de la silice et sur sa transition vitreuse. (Verres à vitres, le pyrex).

**Chapitre 3. Production et mise en forme du verre****(2 Semaines)**

Disposition d'un viscosimètre rotatif. Évolution de la viscosité avec la température pour différents verres (Verre au plomb, Verre à bouteille, Pyrex, Silice pure); Loi d'Arrhenius de la viscosité; Gamme des viscosités pour la mise en forme des verres; Températures de mise en œuvre, température de tension, température de recuit; Techniques de mise en forme et leurs conditions: Le pressage à chaud;

Le laminage; La flottation; Le soufflage; Les contraintes résiduelles dans le verre; Le verre trempé et ces avantages.

#### **Chapitre 4. Les céramiques vérifiées**

**(2 Semaines)**

Domaine d'utilisation; porcelaine, tuiles, brique; Composition et morphologie des argiles (silicates en feuillet). Interaction des argiles avec l'eau. Exemple: Le Kaolin  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})$ ; Préparation (humidification, séchage et cuisson); La structure des céramiques vérifiées. Glaçage par émail de verre des céramiques vérifiées; Production et mise en forme des terres cuites: Les étapes de mise en forme; mouillage, mise en forme, séchage, cuisant et émaillage; Argile pâteuse; Moulage; Extrusion; Tournage Modelage; Boue très fluide; Coulage en barbotine pour les formes complexes; Processus de cuisant: les températures de cuisant. La phase fondante dans la cuisant. Effet des additifs et de la charge en sable sur la céramique. Microstructure après cuisant; Émaillage; conditions et rôle.

#### **Chapitre 5. Les céramiques techniques**

**(3 Semaines)**

Classes des céramiques techniques; Les céramiques typiques (Alumine dense, Nitrure de carbure de silicium, Sialons, Zirconium cubique). Mode d'obtention; Les alliages céramiques: diagramme silice-alumine. But d'élaboration des alliages céramiques; Production et mise en forme; Le frittage: Principe du frittage. Surface spécifique des poudres de céramiques et Énergie de surface. Conditions de frittage. Processus de frittage; Le rôle de la diffusion dans le processus de frittage, La loi de la vitesse de densification de la poudre de céramique; Différents types de frittage: Frittage sous presse avec chauffage; Frittage avec pression isostatique (HIPping); Frittage avec phase liquide; Frittage réactionnel.

#### **Chapitre 6. Propriétés et comportement des céramiques**

**(3 Semaines)**

Propriétés et comportement des céramiques à liaisons covalentes et des céramiques à liaisons ioniques; Limite élastique comparatives entre les céramiques et les métaux et alliages; Caractéristiques mécaniques spécifiques comparatives ( $E/\rho$ ,  $H/E$ ) entre les céramiques et les métaux et alliages; Interprétation de ces valeurs par rapport aux types de liaisons et de la microstructure respectives; La résistance à la rupture des céramiques: La microstructure des céramiques et porosité; Origine des porosités dans les céramiques (lors de l'élaboration par frittages ou vitrifications; Les contraintes thermiques, la corrosion ou l'abrasion, lors de la mise en charge); La fragilité des céramiques et leurs mode de rupture; Ténacité. Facteur d'intensité de contrainte; L'effet des microfissures et de porosité sur la résistance des céramiques. Relation de la résistance en fonction de la taille de fissure; Statistique de la résistance des céramiques. Relation de Weibull; Variation de la résistance avec le temps des céramiques oxydes (la rupture différée); Essais mécaniques de mesure de la résistance (traction, flexion, compression) et interprétation des différences dans les valeurs obtenues; Fluage des céramiques ; Courbe type de fluage. La loi de fluage; Résistance aux chocs thermiques: Cause du choc thermique dans les céramiques. Relation de la résistance aux chocs thermiques.

#### **Chapitre 7. Les autres céramiques**

**(1 Semaine)**

Les ciments et les bétons; La composition de ciment ( $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Ciment Portland; La composition du béton; Les roches et les minéraux (céramiques naturelles); Les céramiques naturelles typiques (Calcaire et marbre, Grès, Granit), composition et utilisation typiques; Composition et microstructure des roches sédimentaires (grès); Composition et microstructure des roches ignées (granites).

#### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu 40% ; Examen 60%.

#### **Références bibliographiques:**

1. M.F. Ashby, D.R.H. Jones, "Matériaux 2, Microstructure et mise en œuvre", Dunod, Paris.
2. W.D. Kingery, H.F. Bowen, D.R. Uhlmann. "Introduction to ceramics". Wiley.
3. J. Zarszyczi, "Les verres et l'état vitreux". Masson.
4. J.L. Chermant, "Les céramiques thermomécaniques", Presses du CNRS
5. I.J. McColm, "Ceramic Science for Materials Technologists". Chapman and Hall.
6. Jürgen G. Heinrich, Cynthia M. Gomes, "Introduction to ceramics processing", TU Clausthal.(open access with videoclips)

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UEF 3.1.2****Matière 3: Liants et bétons****VHS: 22h00 (cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière présente une classe de matériaux qui sont les liants et les bétons. Ce sont des matériaux de construction utilisés en quantités gigantesques à l'échelle du globe.

L'enseignement commence par les liants aériens qui sont le plâtre et la chaux qui sont suivis par les ciments et pour terminer les bétons. La matière donne la chimie de ces matériaux qui permet la compréhension de leurs structures.

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière L1.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Les liants aériens****(6 Semaines)**

**Le plâtre;** Structures et compositions de gypse dans les roches et celles d'anhydrite naturelle; Schéma de transformation thermique du gypse naturel. Propriétés des phases de plâtre; Technologie de fabrication du plâtre de construction. Schéma technologique et étapes principales; Appareils de cuisson à chauffage indirects; Fabrication du plâtre de haute résistance; Obtention du plâtre par cuisson dans les milieux liquides. Fabrication du plâtre à partir du phosphogypse; Durcissement du plâtre de construction; Ajouts chimiques pour la régularisation de la prise et du durcissement.

**La chaux;** Matières premières. La chaux aérienne. La chaux vive broyée, la chaux éteinte hydratée, classifications des chaux; Dissociation thermique des carbonates. Mécanisme de la dissociation. Produits de la dissociation thermique des carbonates; Processus physiques chimiques se déroulant lors de la cuisson des matières premières; procédés de fabrication de la chaux vive; Fabrication de la chaux dans les fours rotatifs; Calcul du rendement de la chaux et de son activité; Extinction de la chaux; Durcissement de la chaux; Fabrication de la chaux hydraulique naturelle; Propriétés et domaines d'utilisation des chaux.

**Chapitre 2. La chimie des ciments****(6 Semaines)**

Les constituants essentiels des liants (chaux, alumine, silice et eau).

**Ciment de pouzzoles;** Constituants et élaboration; Les réactions chimiques du ciment pouzzoles (réaction dans la masse et réaction à la surface active); Le gel de toboromorite (tri-hydrate de silice tricalcique). Présentation du processus de prise.

**Ciment de portland;** Constituants et élaboration; Période d'hydratation du ciment; réaction d'hydratation. enveloppe gélantineuse d'hydrate  $(CaO)_3Al_2O_3(H_2O)_6$ ; Réaction et processus de durcissement hydraulique du ciment de portland. Transformation du gel en texture épineuse  $[(CaO)_3SiO_2(H_2O)_3]$  sur le particule de ciment; Illustration schématique des phases de transformation du gel en structure épineuse et développement de la structure du ciment. Illustration du mécanisme de formation du  $[(CaO)_3SiO_2(H_2O)_3]$  à partir du grain ciment; Illustration de l'évolution dans le temps de la résistance du ciment de portland lors du durcissement; Illustration du dégagement de chaleur lors du durcissement; Période d'induction; Structure du ciment Portland:Différence entre ciment de pouzzoles et portland; Le ciment à haute teneur en alumine. Composition et caractéristique; Réaction de durcissement du ciment à haute teneur en alumine. Inconvénient et limite. Cause et conséquence de sa détérioration.

**Chapitre 3. Le béton****(3 Semaines)**

Constituants du béton, leurs proportions et rôles. Choix de la granulométrie de l'agrégat; Comportement du béton en compression. Résistance moyenne du béton; La phase principale gouvernant la résistance du béton; Moyens d'amélioration des caractéristiques du ciment (finesse de la poudre de ciment, rapport eau/ciment; Ajout de lubrifiants polymères; Application de pression pendant le durcissement.

**Mode d'évaluation:**

Examen 100%.

**Références bibliographiques:**

1. J.M. Illston, J.M. Dinwoodie, A.A. Smith, "Concrete, Timber and Metals", Van Nostrand.
2. D.D. Double, A. Hellawell, "The solidification of Portland Cement", Scientific American. 273 (1), 82.
3. "Ciments et chaux". 3e éd. Saint-Denis-La Plaine, Afnor, 1990. - XI-217.
4. Neville, Adam M, " Propriétés des bétons". - Paris : Eyrolles, 2000.
5. Y. Maille "Les Bétons à hautes performances", Presse de l'École nationale des ponts et chaussées, 1992.

**Semestre: 5**

**Unité d'enseignement: UEM 3.1**

**Matière 1: TP Transfert de chaleur et de masse**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cet enseignement permet aux étudiants de mettre en exercice et de vérifier les connaissances acquises dans la matière transfert de chaleur et de masse.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mécanique de fluide S3, transfert de chaleur et de masse.

**Contenu de la matière:**

**(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)**

**TP1:** Conduction linéaire.

**TP2:** Conduction radiale.

**TP3:** Convection libre et forcée.

**TP4:** Rayonnement.

**TP5:** Simulation par logiciel sur les différents types de transfert.

**TP6:** Étude de la diffusion solide-solide (cémentation en caisse); observation de métal avant et après cémentation et mesure de la dureté.

**TP7:** Frittage de poudre de métal.

**TP8:** Simulation sur logiciel de la diffusion.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques:**

Manuels de manipulation.

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UEM 3.1****Matière 2: Méthodes d'analyses et de caractérisation****VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)****Crédits: 3****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Connaître le principe des différentes techniques de caractérisation utilisées dans la détermination de différentes propriétés des matériaux. L'étudiant doit pouvoir définir en fonction de la caractéristique recherchée ou du comportement à analyser la technique à mettre en œuvre et les moyens à utiliser pour son obtention.

**Connaissances préalables recommandées:**

Minéralogie et cristallographie S4, Propriétés des matériaux S4.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Principes de l'analyse thermique****(4 Semaines)**

Les différentes méthodes d'analyse; DTA: Analyse thermique différentielle; DSC: Analyse enthalpique différentielle; TGA: Analyse thermogravimétrique; Propriétés mesurées; Propriétés physiques (transition vitreuse, fusion, changement de phases,...); Propriétés thermodynamiques (chaleur spécifique, enthalpie,...); Appareillage, principe et capteurs utilisés.

**Chapitre 2. Méthodes d'analyse et d'observation des matériaux****(4 Semaines)**

Micrographie optique; Polissage des échantillons. Attaque des échantillons; Examen micrographique des échantillons; La microscopie en lumière directe. La microscopie en lumière réfléchie; Microscope métallographique. Microscopie confocal : La microscopie en contraste de phase; La microscopie à fluorescence; Microscopie à Forces Atomiques; Microscopie électronique à balayage (le MEB et le MET); Appareillage, principe et capteurs utilisés.

**Chapitre 3. Méthodes spectroscopiques****(3 Semaines)**

Analyse par Ultra Violet; Interprétation des spectres infrarouge; Diffraction X: Détermination structurale par les méthodes de Patterson et des méthodes directes; Analyse spectroscopique EDS, WDS; Appareillage, principe et capteurs utilisés.

**Chapitre 4. Méthodes d'essais et d'analyse mécaniques****(4 Semaines)**

Les essais mécaniques conventionnels: Les essais statiques; Traction. Compression; Flexion; Pliage; Dureté; Torsion; Les essais dynamiques; Fatigue; DMA; Les essais d'énergie; Résilience; Ténacité; Essais de chocs; Les essais rhéologiques; Rhéomètres; Fluage; Relaxation; Recouvrance; Les essais de tribologie; Appareillage, principe et capteurs utilisés.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. R. Ouahas, "Radiocristallographie"
2. W.D. Callister, "Science et génie des matériaux",
3. Suzanne Degallaix et Bernhard Ischner, "Caractérisation expérimentale des matériaux", Traité des matériaux - Volume 20.
4. MARTIN Jean-Luc, GEORGE Armand, "Traité des matériaux Vol 3 : caractérisation expérimentale des matériaux, analyse par rayons X, électrons et neutrons",
5. Baillon J.P. et Dorlot J.M "Des matériaux", Ed : École polytechnique Montréal.

**Semestre: 5**

**Unité d'enseignement: UEM 3.1**

**Matière 3:TP Métaux et alliages**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

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

Apprendre et connaitre d'une façon pratique les méthodes de fabrication de pièces métalliques par des procédés de mise en forme sans enlèvement de la matière.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Métaux et alliages.

### **Contenu de la matière:**

(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)

**TP1:** Exemple sur la coulée continue.

**TP2:** Coulée d'une pièce en lingotière.

**TP3:** Initiation à la fabrication d'une pièce par la fonderie.

**TP4:** Méthodes de préparation des poudres ;

**TP5:** Pratique du frittage.

**TP6:** Fabrication d'une pièce par la métallurgie des poudres.

**TP6:** Fabrication d'une pièce par forgeage.

**TP7:** Fabrication d'une pièce par matriçage.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Semestre: 5**

**Unité d'enseignement: UEM 3.1**

**Matière 4:TP Céramiques, verres et bétons**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

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

La matière représente pour les étudiants le premier pas pratique dans le monde scientifique et technologique des matériaux céramiques. La matière constitue l'occasion idéale pour mettre en exergue les connaissances théoriques acquises dans les cours.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Dessin Industriel, RDM, Fabrication mécanique. Liants et bétons. Verre et céramiques.

### **Contenu de la matière:**

- Effet de la température sur la viscosité d'un verre.
- Détermination de la vitesse de transformation polymorphique de la silice.
- Détermination de la tension superficielle des silicates en fusion.
- Synthèse des verres fusibles du système  $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_4$  et  $\text{PbO}-\text{SiO}_2$ .
- Retrait et gonflement des argiles (silicates en feuillets).
- Préparation de mise en œuvre de briques en céramique.
- Test de conne pour la température de ramollissement d'une céramique.
- Étude des plâtres;(action de la finesse de monture et des adjuvants sur la consistance normale de pate du plâtre, influence des plastifiants sur la prise et le durcissement, influence de l'eau de gâchage sur la résistance mécanique).
- Analyse granulométrique des ciments portland, tamisage flexométrie, sédimentaire.
- Influence de  $\text{CaO}$  et  $\text{KOH}$  sur la prise, le durcissement et le retrait du ciment portland.
- Mise en œuvre par table vibrante d'une céramique dense par l'utilisation des particules de cilice.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UED 3.1****Matière 1:Assemblage des matériaux****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

La matière donne aux étudiants les moyens et les techniques d'assemblage des pièces de différents matériaux.

**Connaissances préalables recommandées:**

Dessin Industriel, RDM, Fabrication mécanique.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Assemblage des métaux****(5 Semaines)**

Les assemblages filetés; Vis, Boulons, goujons, calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique; Assemblages non démontables; Rivures (différents types de rivets et rivures, calcul de dimensionnement); Différents types de soudures, Calcul des soudures (en bout, à clin, à couvre joint, cylindrique, charge dynamique); Assemblage des pièces par montage à force; Montage par échauffement du moyeu, Montage par refroidissement de l'arbre, calcul de l'ajustement; Eléments d'obstacle; Clavettes, Cannelures et ressorts (calcul et dimensionnement de résistance).

**Chapitre 2. Assemblage des plastiques****(7 Semaines)**

Le collage; Le soudage; Le soudage par contact de deux surfaces chauffées; Le soudage par cordon; Le soudage par impulsion (pour films); Le soudage à haute fréquence; Le soudage par ultrasons; Le soudage par résistance; Le soudage par induction; L'assemblage mécanique; Le rivetage; Les encliquetages et les clipsages; Le vissage.

**Chapitre 3. Assemblage des céramiques****(3 Semaines)**

Céramique sur Céramique; Soudage par diffusion; Brasage à l'émail; Céramique sur métal; Métallisation et Brasage; Par adhésifs; (époxy, ciments); Par bridage.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

1. F. Esnault, "Construction mécanique, Transmission de puissance – volume 3", Ed. Dunod
2. Alain Pouget, Thierry Berthomieu, Yves Boutron, Emmanuel Cuenot, "Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique". Ed. Hachette Technique.
3. R. Quatremér, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu, "Précis de Construction Mécanique, Tome 1, Projets-études, composants, normalisation", AFNOR, Nathan 2001.
4. R. Quatremér, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu, "Précis de Construction Mécanique, Tome 3, Projets-calculs, dimensionnement, normalisation", AFNOR, Nathan 1997.
5. YoudeXiong, Y. Qian, Z. Xiong, D. Picard, "Formulaire de mécanique, Pièces de construction", Eyrolles, 2007.
6. Jean-Louis Fanchon, "Guide de Mécanique", Nathan, 2008.
7. W. L. Cleghorn, "Mechanics of machines", Oxford University Press, 2008.

**Semestre: 5**

**Unité d'enseignement: UED 3.1**

**Matière 2: Normalisation**

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

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

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

Prendre connaissance de la normalisation et de son importance. Connaitre le rôle des brevets et de la propriété industrielle.

### **Connaissances préalables recommandées:**

#### **Contenu de la matière:**

- Définition et importance des normes et de la normalisation.
- Les différentes méthodes de normalisation.
- Les principales normes (AFNOR, DIN, ISO, ASTM).
- Correspondance des normes.
- Les brevets.
- La propriété industrielle.

#### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

#### **Références bibliographiques:**

1. Directives ISO/CEI – partie 2 : Règles de structure et de rédaction des Normes internationales, cinquième édition, 2004
2. Les mécanismes et les modes de certification : Accréditation certification Norme ISO 9001, Pierre Frybourg 2012

**Semestre: 5****Unité d'enseignement: UET 3.1****Matière 1: Environnement et développement durable****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Sensibiliser l'étudiant à la relation entre énergie, environnement et développement durable et maîtriser les sources de pollution ; les réduire afin de garantir un développement durable.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mécanique des fluides, thermodynamique Fondamentale, transferts thermiques, et caractéristiques de l'environnement.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Introduction à la notion d'environnement****(2 Semaines)**

Définition de l'environnement, Définition générale, Définition juridique, Bref historique, L'homme et l'environnement, Comment l'homme a modifié son environnement, La démographie bouc émissaire.

**Chapitre 2. La notion de développement durable****(2 Semaines)**

Définition, Bref historique, Les principes fondamentaux du développement durable, Le principe éthique, Le principe de précaution, Le principe de prévention, Les objectifs du développement durable, les enjeux environnementaux du développement durable.

**Chapitre 3. Environnement et ressources naturelles****(4 Semaines)**

Introduction, Les ressources, L'eau, L'air, Les énergies fossiles (le pétrole, le gaz naturel, le charbon,...), Les autres énergies (solaire, Eolien, hydraulique, géothermie, biomasse,...), Les éléments minéraux, La biodiversité, Les sols, Les ressources alimentaires.

**Chapitre 4. Les substances****(4 Semaines)**

Les différents types de polluants, Les polluants réglementés, Les composés organiques, Les métaux lourds, Les particules, Les chlorofluorocarbones, Les effets de différentes substances sur l'environnement, Effet de serre et changement climatique, Destruction de la couche d'ozone, Acidification, eutrophisation et photochimie, Les pluies acides. Les pics d'ozone ; Effets sur les matériaux ; Effets sur les écosystèmes : forêt, réserve d'eau douce, Effets sur la santé. Les différents types d'émetteurs, La nomenclature Corinair.

**Chapitre 5. Préservation de l'environnement****(3 Semaines)**

Introduction de nouveaux matériaux, Réservation du pétrole aux usages nobles, Amélioration de l'efficacité énergétique, Le recyclage, Les mécanismes économiques, juridiques et réglementaires de préservation de l'environnement, Le rôle des pouvoirs publics dans la résolution des problèmes environnementaux, L'option envisageable des solutions privées, Les politiques environnementales actuelles, Le principe de pollueur-payeur, La fiscalité écologique: les écotaxes, Le marché des permis d'émission négociables.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

- 1- De Jouvenel, B., « Le thème de l'environnement, Analyse et prévision », 10, pp. 517533, 1970.
- 2- Faucheux S., Noël J-F, « Economie des ressources naturelles et de l'environnement », Armand Collin, Paris.
- 3- Reed D. (Ed.), « Ajustement structurel, environnement et développement durable », l'Harmattan, Paris, 1995.
- 4- Vivien F.-D, « Histoire d'un mot, histoire d'une idée : le développement durable à l'épreuve du temps », Ed. scientifiques et médicales Elsevier ASA, pp. 19-60, 2001.
- 5- Boutaud, Aurélien, Gondran, Natasha, « L'empreinte écologique », Paris : La Découverte, 2009.
- 6- Lazzeri, Yvette (Dir.), « préface de Gérard Guillaumin, Développement durable, entreprises et territoires: vers un renouveau des pratiques et des outils », Paris, L'Harmattan, 2008.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEF 3.2.1****Matière1 :Polymères****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

L'invention du plastique a changé très rapidement et définitivement notre vie en apportant un confort difficile à assurer par d'autres types de matériaux. Ceci a permis à cette famille de matériaux de gagner une importance extrême dans notre vie quotidienne. Par ailleurs et sur le plan technique, cette révolution a ouvert de nouveaux horizons technologiques.

L'enseignement de cette matière introduit à nos étudiants cette classe de matériaux. Il commence par donner la composition, la morphologie et la classification des différents types de polymères. Il est donné par la suite un aperçu sur les caractéristiques principales de ces matériaux. Enfin les principales techniques de mise en œuvre clôturent cette matière.

À l'issue de ce cours, l'étudiant aura acquis les connaissances pratiques et de base dans la classification, la structure, les propriétés et les méthodes de mise en forme des matériaux plastiques.

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière S1, Science des matériaux S4.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Structure des polymères et leurs classifications (5 Semaines)**

Monomère, polymérisation d'addition, polymérisation de condensation; Degré de polymérisation DP; Les forces de cohésion; liaison principale covalente des chaînes moléculaire et les liaisons secondaires (liaison hydrogène ou Van der Waals) entre les chaînes. Classification des polymères; Les thermoplastiques: Principaux thermoplastiques; Caractéristiques des thermoplastiques; Arrangement des macromolécules (enchevêtrement des molécules); Cristallisation dans les thermoplastiques; Effets des radicaux sur leurs propriétés. Les additifs pour polymères; Stabilisant, colorants et pigments, les ignifugeants, lubrifiants, antistatiques, agent de germination, plastifiants, antichocs, renforts et charges. Les thermodurcissables: Obtention des thermodurcissables; Réticulation des thermodurcissables (résine et durcissant); Les forces de cohésion dans les thermodurcissables; Principaux thermodurcissables; Caractéristiques des thermodurcissables; Effet des ponts entre chaînes. Les élastomères ou caoutchoucs: Structure des élastomères; Spécificité des élastomères; Nature et rôle des ponts dans les élastomères; Les élastomères types; Les polymères naturels: La cellulose; La lignine. Les Protéines.

**Chapitre 2. Propriétés mécaniques des polymères (6 Semaines)**

Effet de la température sur la rigidité; Solidification d'un polymère et variation de son volume massique; Comparaison avec la solidification d'un matériau cristallin. Définition de la transition vitreuse; Définition du volume libre; Rigidité d'un polymère en fonction de la température; Phase vitreuse; transition vitreuse; phase caoutchoutique, écoulement visqueux; Effet de la structure; Effet du degré de polymérisation sur le comportement des polymères; La rigidité des polymères; sensibilité du module à la température et au temps; Le caractère viscoélastique des polymères; Interprétation du caractère viscoélastique par la structure du polymère; Comparaison avec le fluage des métaux et des céramiques; Le fluage: le fluage secondaire et principe d'équivalence temps/température; L'effet du volume libre; Le comportement caoutchouteux; effet des ponts entre chaînes; Données sur les propriétés des polymères.

**Chapitre 3. Mise en forme des matériaux plastique****(4 semaines)**

L'extrusion:Principe de l'extrusion; L'extrudeuse; Structure d'une extrudeuse monovis; Le fourreau thermo-régulé, l'unité motrice, la filière, trémie d'alimentation, la vis, système de contrôle des températures et la vitesse de rotation de la vis.

La vis de l'extrudeuse; fonction, forme et les différents zones d'une vis (alimentation, compression et pompage); Les produits de l'extrusion; Les tuyaux, les feuilles, les tiges, les profilés, le gainage des fils, les films.

Le moulage par injection:Principe du moulage; La presse à injection; Structure d'une presse à injection; La partie fermeture (contenant le moule), la partie injection (plastification du polymère); Partie fermeture; Fermeture hydraulique, Fermeture mécanique, Fermeture mixte; Partie injection; Rôle double de la vis: la plastification et l'injection;

Le cycle d'injection; Phase de remplissage, phase de maintien, phase de refroidissement; Paramètres d'injection et leurs influences sur les pièces moulées; Les moules ; Parties d'un moule; autres méthodes de mise en forme des polymères:Injection-soufflage; Injection-réaction; Rotomoulage; Thermoformage; Moulage par compression; Moulage par transfert; Méthodes de mise en forme de thermodurcissables:Moulage contact; Moulage par projection; Moulage par statification; Moulage sous vide. BMC; Injection-réaction.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

#### travail personnel

Pour pousser l'étudiant à se familiariser avec les différentes familles de polymères on lui demande de classifier 20 polymères de chaque famille selon la Tg et de conclure les liens avec les propriétés thermomécaniques et physiques et l'architecture moléculaire

-Faire un rapport détaillé sur au moins cinq (05) procédés de mise en forme après avoir regarder les vidéos

### **Références bibliographiques:**

1. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
2. J.P. Trotignon, M. Piperaud, J. Verdu, A. Dobraczynski, "Précis de matières plastiques", AFNOR- Nathan.
3. J. Bost. "Matières plastiques; tome 2. Technologie, plasturgie. Technique et documentation", Lavoisier.
4. F.W. Billmeyer, "Textbook of polymer science". Wiley Intersciences.
5. J.A. Rydson, "Plastics Materials", Butterworth.
6. R.J. Young, "Introduction to Polymers", Chapman and Hall
7. Noëlle BILLON, Comportement mécanique des polymères
8. J. Lecomte-Beckers, physique des matériaux: partie polymères
9. HAMAIDE Thierry, FONTAINE Laurent, SIX Jean-Luc, Chimie des polymères ? Exercices et problèmes corrigés (2° Éd.), 2014.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEF 3.2.1****Matière 2: Matériaux Composites****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

La matière commence par donner une vue générale sur les matériaux composites mais s'étale surtout sur les composites à matrice polymérique et leurs méthodes de mise en œuvre. Il est donné par la suite une introduction sur l'élasticité dans un laminé unidirectionnel à fibres longues et à fibres courtes, il est expliqué le principe de transfert de charge de la matrice à la fibre. Enfin, il est donné la démarche dans le calcul des stratifiés.

**Connaissances préalables recommandées:**

RDM, Mécanique des milieux continus. Comportement mécanique des polymères, Elaboration des matériaux plastiques et polymères

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Généralités sur les Matériaux Composites****(1 Semaine)**

Définition, caractéristiques générales, classification des matériaux composites, classification suivant la forme des constituants, classification suivant la nature des constituants, fractions volumiques fractions massiques, relations entre fractions volumiques et massiques.

**Chapitre 2. Éléments Constituants d'un Matériau Composite à matrice polymérique****(2 Semaines)**

Les matrices thermodurcissables. Les matrices thermoplastiques. Les charges, les additifs; Les fibres et les tissus de renfort; formes linéaires, formes surfaciques, structures tissées multidirectionnelles. Les principales fibres; les fibres de verre, les fibres de carbone, les fibres aramides, les fibres céramiques, autres fibres.

**Chapitre 3. Mise en œuvre et structure des Matériaux Composites à matrice polymérique****(3 Semaines)**

Mise en œuvre des matériaux composites, moulages sous pression, moulage sous vide, moulage par projection, Moulage par compression, moulage en continu, moulage par pultrusion, moulage par centrifugation, moulage par enroulement filamentaire, utilisation de demi-produits, préimprégnés, les composés de moulage, Structure des matériaux composites; les stratifiés, les sandwiches, autres Structure; Relation entre structure et comportement mécanique.

**Chapitre 4. Introduction à l'élasticité dans les matériaux composites****(4 semaines)**

Interaction fibre matrice dans un laminé unidirectionnelle à fibres continues; Suppositions de base. Loi de mélange; Fraction volumique critique des fibres; Interaction fibre matrice dans un laminé unidirectionnelle à fibres courtes ; Mécanisme de transfert de charge. Longueur critique des fibres; Caractéristique de laminé renforcé unidirectionnel; Axes de coordonnées, notations, transformation de contraintes. Matériaux anisotropes, matériaux isotropes, matériaux orthotropes; Spécificité des composites dans l'interaction entre contraintes normales et de cisaillements.

**Chapitre 5. Propriétés élastiques des laminés****(4 Semaines)**

Relations d'élasticité, Modules d'élasticité, Relations entre les coefficients d'élasticité, Expressions des matrices de rigidité et de souplesse pour Laminé unidirectionnel à fibres continues orientées à un angle 0; Laminé unidirectionnel à fibres continues orientées à un angle Θ; Laminé unidirectionnel à fibres

discontinues orientées à un angle  $\theta$ ; Laminé unidirectionnel à fibres discontinues à orientation aléatoire.

**Chapitre 6. Introduction aux stratifiées et rupture des composites****(1 Semaine)**

Notations des stratifiés. Bases fondamentales pour la théorie des stratifiés et démarche du calcul. Suppositions de base de stratifiés. Les mécanismes de rupture dans les matériaux composites.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. D. Gay, "Matériaux composites". Hermès. 09/2005(5ème édition).
2. J.M.Berthelot, "Matériaux composites. Comportement mécanique et analyse des structures", Ed. Technique et documentation.1999.
3. S.W.Tsai , H.T. Hahn. "Introduction to Composite Materials". Technomic.1980.
4. M.Reyne, "Solutions composites", Hermès. 2006.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEF 3.2.1****Matière 3: Le bois et les mousses****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière présente deux matériaux ayant un intérêt très spécifique ; premièrement le bois qui possède une structure d'un composite complexe, il offre des caractéristiques pour des utilisations ordinaire ou technique. L'étudiant découvrira en plus de sa structure fascinante, qu'en valeur absolue les propriétés (rigidité et résistance) du bois sont moindres comparées à d'autres matériaux, mais en termes de propriétés spécifiques le bois a des propriétés comparables qui dépassent même quelques métaux, c'est pour cette raison que les premiers avions étaient fabriqués en bois. Deuxièmement les mousses ; là-aussi l'étudiant apprendra que la mousse offre des caractéristiques idéales pour l'emballage par exemple, ou en l'associant à d'autres matériaux composites donne des structures sandwichs pour atteindre des caractéristiques spécifiques sans égales.

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière S1, Sciences des Matériaux S4, Mécanique des milieux continus S5.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Structure du bois** **(1 semaine)**  
 Types de bois; Résineux (gymnospermes) et Feuillus (angiospermes); Structure macroscopique du bois en coupe; axial, radial et tangentielle: Écorce; Libér; Cambium; Aubier; Duramen ; Moelle.

**Chapitre 2. Structure microscopique du bois** **(1 semaine)**  
 Plan ligneux typique des résineux et des feuillus; Structure d'une cellule fibreuse du bois; Représentation des différentes couches de la paroi cellulaire. Couche intercellulaire, couche primaire, couche secondaire.

**Chapitre 3. Composition chimique du bois** **(3 semaines)**  
 Constituants chimiques du bois; Cellulose, Lignine, Hémicellulose, eau, autres. La cellulose; Structure chimique. Proportion dans le bois. Disposition. Rôle. Hémicellulose; Structure chimique; Proportion dans le bois. Disposition. Rôle. Lignine; Structure chimique; Proportion dans le bois. Disposition; Rôle. Interaction entre cellulose; lignine et hémicellulose dans la paroi cellulaire du bois.

**Chapitre 4. Propriétés mécanique du bois** **(3 semaines)**  
 L'anisotropie du bois; Module d'Young du bois ; Effet de l'anisotropie. Effet de la densité (humidité). Ténacité du bois; Effet de l'anisotropie ; Effet de la densité (humidité). Propriétés du bois comparé aux autres matériaux (Propriétés absolue et propriétés/masse volumique).

**Chapitre 5. Bois modifiées** **(2 semaines)**  
 Bois Lamellés-collés; Bois contre-plaqués; Panneaux de particules; Panneaux de fibres.

**Chapitre 6. Mousses ou solides cellulaires** **(3 semaines)**  
 Les mousses naturelles; Le bois, l'os, le liège. Les mousses synthétiques; Polymères expansés; Modes d'obtention des mousses expansés; Utilisation des mousses expansés; Représentation de la structure cellulaire des mousses; cellules polyédriques ouvertes ou cellules polyédriques fermées; Exemple d'utilisation de la mousse.

**Chapitre 7. Propriétés mécanique des mousses****(2 semaines)**

Courbe type contrainte/déformation en compression d'une mousse; interprétation; Effet de la densité de la mousse sur ses propriétés; Expression du module de la mousse en fonction des propriétés du polymère solide; Expression de la contrainte d'effondrement élastique de la mousse en fonction des propriétés du polymère solide; Expression de la contrainte d'effondrement plastique de la mousse en fonction des propriétés du polymère solide.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. D. Guitard, "Mécanique du matériau bois et composites", Cépadues Ed.
2. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
3. J. Bodig, B.A. Jayne, "Mechanics of Wood and Wood composites", Van Nostrand Reinhold.
4. J.M. Dinwoodie, "Timber, its Naure and behavior", Van Nostrand Reinhold.
5. H.E. Desch, Timber, its Structure, Proprieties, and utilization". Macmillan.
6. D. Gay, "Matériaux composites", Hermès.
7. N.C. Hillyard, "Mechanics of Cellular Plastics" Ap. Sc. Publishers.
8. M. Grayson, "Encyclopedia of Composite Materials and Components".

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEF 3.2.2****Matière 1: Rhéologie des matériaux****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

La matière rhéologie programmée en S6 vient en complément à la matière mécanique des milieux continus enseignée en S5, cette dernière traite l'élasticité et la plasticité des matériaux. Car tous les matériaux, au-delà d'une certaine température, acquièrent un comportement dépendant du temps. Ceci impose le recours aux lois de la rhéologie pour représenter leurs comportements. D'autre part, la mise en forme d'une grande partie des matériaux se fait à l'état fluide, là-aussi les lois rhéologiques se trouvent indispensables.

La matière rhéologie est l'occasion permettant à l'étudiant de prendre connaissance du comportement fonction du temps des matériaux. Elle est donnée en deux parties; la première traite la rhéologie à l'état solide alors que la deuxième partie considère la rhéologie à l'état liquide des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées:**

Mécanique des milieux continus S5, Résistance des matériaux S4.

**Contenu de la matière:****Partie A. Rhéologie des corps solides****Chapitre 1. Introduction****(1 Semaine)**

Définitions; Matériaux et conditions imposant l'utilisation des lois rhéologiques pour la représentation du comportement des matériaux; La contrainte normale et la contrainte de cisaillement. La déformation conventionnelle; La déformation réelle. La déformation de cisaillement. Le module de rigidité et de souplesse d'un matériau. Le fluege. La relaxation; La recouvrance; Définitions des éléments (corps) rhéologiques fondamentaux et leurs comportements respectifs; Le solide Euclidien ou solide indéformable; Le solide Hookéen ou ressort linéaire; Le fluide Pascalien ou fluide parfait; Le solide parfaitement pastique de St-Venant; Le fluide Newtonien.

**Chapitre 2. Comportement viscoélastique linéaire sous un chargement statique uniaxial****(3 Semaines)**

Définition des modèles; Fluide de Maxwell. Solide de Kelvin-Voigt. Solide à trois paramètres (Kelvin-Voigt généralisé); Réponse des trois modèles aux essais de; Fluege; Recouvrance; Relaxation; Effacement ; Traction. La souplesse de fluege, le module de relaxation et le temps caractéristique.

**Chapitre 3. Comportement viscoélastique sous un chargement cyclique****(2 Semaines)**

Réponse des modèles viscoélastiques aux vibrations; Modèle de Maxwell. Modèle de Kelvin.

**Chapitre 4. Principe de superposition de Boltzmann****(1 Semaine)****Partie B. Rhéologie des fluides****Chapitre 5. La viscosité d'un fluide****(2 Semaines)**

Fluides newtoniens; Fluides non-newtoniens; Le corps de Bingham; Les fluides pseudo-plastiques; Les fluides dilatants.

**Chapitre 6. Modèles rhéologie des fluides****(3 Semaines)**

Variation de la viscosité avec le taux de cisaillement; Fluide Newtonien ; Pseudo-plastique; Dilatant. Variation type de la viscosité d'un fluide pseudo-plastique (un polymère fondu) en fonction du taux de cisaillement; Modèle de la loi de puissance pour la viscosité.

**Chapitre 7 Étude de cas****(3 Semaines)**

Écoulement d'un fluide newtonien dans un capillaire; Écoulement d'un fluide avec une viscosité obéissant à la loi de puissance dans un capillaire; Écoulement d'un fluide newtonien entre deux plaques; Écoulement d'un fluide avec une viscosité obéissant à la loi de puissance entre deux plaques.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. G. Couarraze, J.L. Grossiord, "Initiation à la rhéologie", Technique et documentation, Lavoisier, 3<sup>ème</sup> édition (2000).
2. P. Coussot, J.L. Grossiort, "Comprendre la rhéologie", EDP Sciences (2001)
3. J.L. Grossiord, P. Coussot, "Comprendre la rhéologie - De la circulation du sang à la prise du béton", EDP Sciences
4. C. W. Macosko, "Rheology: Principles, Measurements, and Applications", Wiley

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEF 3.2.2****Matière 2: Dégradation et protection des matériaux****VHS: 45h (Cours: 1h.30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient:2****Objectifs de l'enseignement:**

La présente matière illustre les différents modes de dégradation des matériaux. Il est commencé par la corrosion qui est le problème le plus délicat pour la dégradation des métaux, il est donné aussi les moyens de protection des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées:**corrosion**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Corrosion des métaux en milieu aqueux (5 Semaines)**

Définitions ; Nature électrochimique de la corrosion; Réactions anodique/cathodique;Les principales réactions cathodiques. Potentiels d'équilibre; Relation de Nerst; Électrode d'hydrogène normale; Loi de Nerst généralisée; Cinétique de la corrosion; Loi de Faraday. Montage de mesure des courbes de polarisation anodique et cathodique;Courbe de polarisation; Courants seuil à la cathode et à l'anode; Surtensions cathodique et anodique; Loi de Tafel;Polarisation d'activation et Polarisation de diffusion; Passivation; Mode de corrosion; Corrosion galvanique; Facteurs métallurgique; Effets de l'écrouissage et des contraintes.

**Chapitre 2. Protection contre la corrosion des métaux en milieu aqueux. (2 Semaines)**

Protection électrochimique; Protection cathodique;Protection anodique;Protection par revêtements et traitements des surfaces.

**Chapitre 3. Oxydation sèche des métaux et alliages (2 Semaines)**

Aspect thermodynamique;Processus de formation de la couche d'oxyde;Cinétique de l'oxydation;Mode de protection.

**Chapitre 4. Dégradation des matières plastiques (3 Semaines)**

Vieillissement physique; Migration des plastifiants. Action des solvants;Fissuration sous contrainte en milieu tensioactif;Vieillissement et dégradation chimiques; Oxydation; Photo-dégradation; Dégradation thermique.

**Chapitre 5. Dégradation des céramiques (3 Semaines)**

Dégradation du béton; Dégradation par les sulfates. Dégradation climatique;Dégradation climatique du calcaire;Propagation des fissures dans les verres par oxydation.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave, "Des Matériaux", Ed. école Polytechnique de Montréal.
2. D. Landoldt: "Corrosion et chimie de surface des métaux".
3. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod

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

Assimiler de manière globale et synthétique les connaissances des différentes matières du parcours de la formation. Mettre en pratique et concrètement les concepts théoriques enseignés pendant toute la formation. Développer chez l'étudiant le sens de l'autonomie et de l'initiative tout en lui apprenant à travailler dans un cadre collaboratif pour résoudre un problème spécifique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Tout le programme de la Licence.

**Contenu de la matière:**

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

**Remarque:**

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

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

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

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

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEM 3.2****Matière 2: TP Polymères****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

La matière représente pour les étudiants le premier pas pratique dans le monde des matériaux plastique. La matière constitue l'occasion pour mettre en exergue des connaissances théoriques acquises dans les cours. Par ailleurs, il est indispensable que l'établissement se dote au moins d'une machine de transformation de matériaux plastique en plus d'équipements de rhéologie.

**Connaissances préalables recommandées:**

Dessin Industriel, DAO. Polymères. Rhéologie des matériaux.

**Contenu de la matière:**

L'établissement réalise quelque TP parmi la liste proposée selon ses possibilités.

**TP1.** Effet de la température sur la viscosité d'un polymère thermoplastique.

**TP2.** Effet du taux de cisaillement sur la viscosité d'un polymère thermoplastique.

**TP3.** Démontage et placement d'une vis d'extrudeuse de laboratoire et description du principe de fonctionnement de l'extrudeuse.

**TP4.** Mise en marche d'une extrudeuse de laboratoire.

**TP5.** Description et mise en marche d'une presse à injection de laboratoire.

**TP6.** Moulage par injection : Conception d'une pièce simple en plastique et la simulation de son injection dans le moule par un logiciel (Moldflow,...).

**TP7.** Réalisation d'une pièce en plastique par une presse à injection.

**TP8.** Réalisation d'une pièce dans un moule par chauffage et sous pression.

**TP9.** Réalisation d'un film plastique par calandrage.

**TP10.** Visite d'unités industrielles de transformation de matière plastique (lignes de production grandeur nature).

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement: UEM 3.2****Matière 3: TP Matériaux Composites****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de la matière est de donner à l'étudiant la possibilité de fabriquer un composite et de vérifier les lois de comportement applicables aux composites unidirectionnels.

**Connaissances préalables recommandées:**

Polymères S5. Matériaux Composites S5.

**Contenu de la matière:**

- Présentation de différentes résines, durcisseurs et renforts, ainsi que l'outillage de production de matériaux composites disponibles.
- Production d'une pièce composite par moulage contact.
- Production d'une pièce par moulage sous vide.
- Vérification de la loi de mélange par la variation du taux de renforcement et par la variation de la direction du renforcement d'un composite.
- Visite d'unités industrielles de matériaux composites.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**references bibliographiques**

- 1- J. renard, Fatigue des composites à matrice organique. Édition : Hermès
- 2- Malika Khadhraoui Lattreche Rapport de recherche, Etude de l'endommagement des composites graphites/epoxy soumis à des chargements quasi-statiques répétés en cisaillement, , Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avances, septembre 1984
- 3- D. Gay. Matériaux composites. Hermès, 5ème édition, 1997.
- 4- J.M. Berthelot. Matériaux composites : comportement mécanique et analyse des structures. Lavoisier, 4ème édition édition, 2005.
- 5- M.Geier ,D.Duedal «Guide pratique des matériaux composites», TEC & DOC (Lavoisier), Paris, 1985, 349P.
- 6- Mallick, P.K., Fiber-Reinforced Composites, in Fiber-Reinforced Composites. 2007, CRC Press.
- 7- C. Baley. (2005, Fibres naturelles de renfort pour matériaux composites. Available: <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/materiaux-fonctionnels-ti580/fibres-naturelles-de-renfort-pour-materiaux-composites-n2220/>
- 8- C.A.R.M.A, "Glossaire des Matériaux Composites Renforcés des Fibres d'origine Renouvelable," 2006.
- 9- J.Weiss, C. Bord «Les matériaux composites, Tome I: Structure, constituants, fabrication», Ed. l'Usine nouvelle, Paris, 1983, Partie: A-B-C

**Semestre: 6**

**Unité d'enseignement: UEM 3.2**

**Matière 4: TP Corrosion**

**VHS: 15h00 (TP: 1h00)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

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

Il s'agit de tester et réaliser quelques expériences exploitables lors de l'étude de la corrosion. de mettre en évidence la corrosion d'un métal ; - de mettre en évidence les facteurs favorisant la corrosion ; - d'étudier quelques mécanismes de la corrosion ; - de mettre en évidence quelques systèmes de protection électrochimique contre la corrosion

### **Connaissances préalables recommandées:**

Métaux et alliages. Dégradation des matériaux

### **Contenu de la matière:**

- 1- Fonctionnement d'un potentiostat couplé à une cellule électrochimique.
- 2- Courbe de polarisation d'un matériau non passivable.
- 3- Courbe de polarisation d'un matériau passivable.
- 4- Méthode d'impédance électrochimique.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

### **Références bibliographiques:**

- 1-D.Landolt, " Corrosion et chimie de surface des métaux".
- 2- <http://electrochimie.minatec.grenoble-inp.fr/TPelec.pdf>
- 3- C. Gabrielli, "Méthodes électrochimiques Mesures d'impédances", techniques de l'ingenieur. PE 2210.

**Semestre: S6****Unité d'enseignement: UED3.2****Matière 1: Initiation aux Biomatériaux****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Permettre à l'étudiant de connaître les différentes classes de biomatériaux et de relier leurs propriétés aux domaines de leurs utilisations possibles. Il sera ainsi en mesure de comprendre les phénomènes qui pourraient se produire lors de l'interaction du biomatériau avec le tissu biologique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Eléments de physique dispensés durant la première année.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Notions de biocompatibilité****(1 Semaine)**

Surfaces des solides et adhésion; tissus et cellules biologiques; effets de l'hôte sur l'implant et de l'implant sur l'hôte; dégradation des matériaux dans un environnement biologique.

**Chapitre 2. Notions de cellules et systèmes immunitaire****(2 Semaines)**

Exigences mécaniques pour les biomatériaux; Mécanismes de dégradation des biomatériaux et ses conséquences; Nature du milieu biologique; Système immunitaire; (Corrosion, usure, vieillissement, en dissolution, oxydation, biodégradation, ...).

**Chapitre 3. Biomatériaux métalliques****(2 Semaines)**

Structure des métaux; Classification; Principaux biomatériaux métalliques, Propriétés; Caractéristiques et applications principales.

**Chapitre 4. Biomatériaux céramiques et composites****(2 Semaines)**

Structure; composition; fabrication; frittage; concept de biomatériaux inertes/bioactifs. Caractéristiques et applications principales.

**Chapitre 5. Biomatériaux polymériques****(2 Semaines)**

Propriétés de service de polymères ; principaux biomatériaux polymériques; biodégradabilité; Caractéristiques et applications principales.

**Chapitre 6. Biomatériaux naturels****(1 Semaine)**

Biomatériaux naturels et interactions biomatériaux/organisme et matrice (cellules extracellulaire et leurs interactions, biomatériaux naturels, biomimétisme).

**Chapitre 7. Etude de cas****(5 Semaines)**

Implant dentaire; Prothèse de Hanche; Prothèse de genou; Prothèse de pied.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

1. J. Park, R. S. Lakes. "Biomaterials: An Introduction", Springer Science & Business Media, 2007.
2. M. Degrange, L. Pourreyron, "Société Francophone des Biomatériaux Dentaires (SFBD)", (Livre en ligne (<http://umvf.univ-nantes.fr/odontologie/>)).
3. B. Ratne et al, "Biomaterials science: An Introduction to Materials in Medicine", Academic Press, 1996.
4. Michael F. Ashby. David R. H. Jones. **Matériaux**. 2. Microstructures et procédés de mise en œuvre. 4e édition

**Semestre: S6****Unité d'enseignement: UED 3.2****Matière 2: Impact des matériaux sur l'environnement****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

La production de tout matériau génère des déchets. D'autre part, tout matériau ayant une durée d'utilisation limitée, finira par être jeté et devenir lui-même un déchet. Cette matière traite l'aspect de la protection de l'environnement et la gestion des déchets ainsi que la réglementation en vigueur dans ce domaine.

**Connaissances préalables recommandées:****Contenu de la matière:****Chapitre 1. Généralités la pollution (2 Semaines)**

L'envers de la production : la pollution et le gaspillage; La politique de gestion des déchets.

**Chapitre 2. Le cadre législatif : lois, règles, obligations (3 Semaines)**

L'esprit des lois; Le cadre législatif Algérien et européen; Les textes réglementaires; Les obligations des communes; Les obligations des producteurs de déchets; La notion de déchet: Définitions, différents types de déchets.

**Chapitre 3. La situation actuelle (3 Semaines)**

Les plans d'élimination; Les déchets ménagers et assimilés; Les déchets industriels; La production des déchets industriels; Caractérisations des déchets industriels.

**Chapitre 4. Valorisation des déchets (4 Semaines)**

Traitements et valorisation; Valorisation par filières; Stockage des déchets ultimes; Les emballages, les écoproduits.

**Chapitre 5. Évolutions constatées (3 Semaines)**

La production des déchets dangereux et non dangereux; L'élimination des déchets dangereux et non dangereux.

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

- 1- Claude Duval, "Matières plastiques et environnement", Dunod.
- 2- Alain Damien, "Guide du traitement des déchets", Dunod.
- 3- Analyse de cycle de vie – Bilan environnemental comparé, ACOB (Association Française des Fabricants de Charpentes en Béton), février 2009
- 4- Norme NF EN ISO 14044 : Analyse du cycle de vie
- 5- [http://www.enrdd.com/documents/documents/Construction-Ecoconstruction/Architecture%20responsable%20et%20developpement%20durable/batiment\\_sante\\_b31.pdf](http://www.enrdd.com/documents/documents/Construction-Ecoconstruction/Architecture%20responsable%20et%20developpement%20durable/batiment_sante_b31.pdf).
- 6- Dr. Hakim BEN SABRA, Cours de Corrosion et Protection des Métaux, Université de JIJEL 2016.
- 7- Okba belahssen, corrosion cours et exercice, 2014.

**Semestre: 6****Unité d'enseignement : UET 3.2****Matière : Entrepreneuriat et start-up****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1****Objectifs de l'enseignement:**

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

**Connaissances préalables recommandées:**

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

**Compétences visées :**

Capacités d'analyser, de synthétiser, de travailler en équipe, de bien communiquer oralement et par écrit, d'être autonome, de planifier et de respecter les délais, d'être réactif et proactif. Être sensibilisé à l'entrepreneuriat par la présentation d'un aperçu des connaissances de gestion utiles à la création d'activités.

**Contenu de la matière:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Mode d'évaluation :** Examen : 100%

**Références :**

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

