الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

عرض تكوين

مهندس دولة

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
جامعة سطيف1 فرحات عباس	التكنولوجيا	الهندسة الميكانيكية

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	هندسة ميكانيكية	التصنيع الميكانيكي والصيانة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

Setif 1 University - Ferhat ABBAS

OFFRE DE FORMATION

INGENIEUR D'ETAT

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Sétif 1 Ferhat ABBAS	Technologie	Génie Mécanique

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	Génie mécanique	*Fabrication Mécanique et Maintenance*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

Training Offer

STATE ENGINEER

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department
Setif 1 University Ferhat ABBAS	**Technology**	**Mechanical Engineering**

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	***Mechanical Engineering***	***Mechanical Manufacturing and Maintenance***

Fiches d'organisation semestrielles des enseignements

Semestre 1 : Toutes les filières du domaine ST

Unités d'Enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 12 Coefficients : 7	Analyse 1	IST 1.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 1	IST 1.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Probabilités et statistiques	IST 1.3	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Structure de la matière	IST 1.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	Eléments de Mécanique (Physique 1)	IST 1.5	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Structure des ordinateurs et applications	IST 1.6	2	2			3h00	45h00	100%	
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Dimension éthique et déontologique (Les fondements)	IST 1.7	1	1	1h30			22h30		100%
	Histoire de l'Algérie	**IST 1.8**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**		**100%**
Volume Horaire Total du semestre 1			**30**	**19**	**10h30**	**12h00**	**6h00**	**427h30**		

Semestre 2 : Toutes les filières du domaine ST

Unités d'Enseignement	Matières Intitulés	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire Cours	 TD	 TP	Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation Contrôle continu	 Examen final
UE Fondamentale Code : UEF .12.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	IST 2.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 2	IST 2.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF .12.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Electricité et Magnétisme (Physique 2)	IST 2.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Thermodynamique	IST 2.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM .12 Crédits : 3 Coefficients : 3	Dessin technique	IST 2.5	2	2			3h00	45h00	100%	
	Initiation à la Programmation	IST 2.6	**1**	**1**			1h30	**22h30**	100%	
UE Transversale Code : UET .12 Crédits : 3 Coefficients : 3	Logiciel libres et open sources	IST 2.7	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Nationalisme et Citoyenneté	**IST 2.8**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**	**-**	**100 %**
Volume Horaire Total du semestre 2			30	19	9h00	10h30	9h00	427h30		

Semestre 3 : Filières du groupe B : Génie mécanique, aéronautique, génie civil, génie climatique, génie maritime, hydraulique, ingénierie des transports, optique et mécanique de précision, métallurgie, travaux publics.

Unité d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé				Cours	TD	TP		Contrôle Continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Analyse 3	IST 3.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Analyse numérique 1	IST 3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Ondes et vibrations	IST 3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Eléctricité fondamentale	IST 3.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Mécanique rationnelle	IST 3.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Programmation phyton	IST 3.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Dessin assisté par ordinateur	IST 3.7	1	1			1h30	22h30	100%	
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 2 Coefts : 2	Matériaux composites	IST 3.8	1	1	1h30			22h30		100%
	Energie et environnement	IST 3.9	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 3			**30**	**19**	**12h00**	**9h00**	**7h30**	**427h30**		

Semestre 4 : Filières du groupe B : Génie mécanique, aéronautique, génie civil, génie climatique, génie maritime hydraulique, ingénierie des transports, optique et mécanique de précision, métallurgie, travaux publics

Unités d'Enseignement	Modules	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Exam en final
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Construction mécanique	IST.4.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Mécanique des Fluides	IST.4.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 12 Coefficients : 6	Résistance des matériaux	IST.4.3	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Structures Métalliques	IST.4.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Matériaux	IST.4.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 7 Coefficients : 6	Mesures et métrologie	IST.4.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Analyse numérique 2	IST.4.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Conception Assistée par Ordinateur	IST.4.8	3	2			3h00	45h00	100%	
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Techniques d'information et de communication	IST.4.9	2	2	1h30	1h30 atelier		45h00	40%	60%
Volume Horaire Total du semestre 4			**30**	**19**	**12h00**	**7h30**	**9h00**	**427h30**		

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS		
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
5	UE Fondamentale Code : UEF 5.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Construction mécanique1	IGMF5.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Mécanique analytique	IGMF5.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 5.2 Crédits : 16 Coefficients : 9	Mécanique de la rupture et fatigue	IGMF5.3	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Cristallographie	IGMF5.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Matériaux non métalliques	IGMF5.5	2	1	1h30			22h30		100%
		Automatisation des systèmes industriels	IGMF5.6	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 5.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	Projet Tutoré 1	IGMF6.7	2	2		3h00		45h00	100%	
		Organisation et méthodes de maintenance	IGMF5.8	1	1	1h30			22h30		100%
		Maintenance Préventive	IGMF5.9	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Découverte Code : UED 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recyclage et valorisation des déchets	IGMF5.10	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique en relation avec la spécialité	IGMF5.11	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 5				**30**	**19**	**15h00**	**10h30**	**3h00**	**427h30**		

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
6	UE Fondamentale Code : UEF 6.1 Crédits : 12 Coefficients : 7	Construction mécanique 2	IGMF6.1	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Rhéologie des matériaux	IGMF6.2	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Traitement thermique	IGMF6.3	**3**	**2**	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 6.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Dynamique des structures	IGMF6.4	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Théorie des mécanismes	IGMF6.5	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Moteur à combustion interne	IGMF6.6	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 6.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Stage en entreprise 1	IGMF6.7	1	1	Volume horaire hors quota (En moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
		Diagnostique et gestion des pannes	IGMF6.8	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Découverte Code : UED 6.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Logistique et gestion des stocks	IGMF6.9	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 6.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	**Entrepreneuriat et-Lean start-up**	IGMF6.10	1	1	1h30			22h30		100%
		Introduction à la propriété industrielle	IGMF6.11	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 6				**30**	**19**	**15h00**	**7h30**	**4h30**	**405h00**		

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
7	UE Fondamentale Code : UEF 7.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	**Corrosion et protection des surfaces**	IGMF7.1	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Elasticité	IGMF7.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 7.2 Crédits : 12 Coefficients : 7	Coupe des métaux 1	IGMF7.3	3	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Procédés de mise en forme	IGMF7.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Fabrication Mécanique	IGMF7.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 7.1 Crédits : 8 Coefficients : 6	Programmation avancée Python	IGMF7.6	2	2	1h30	-	1h30	45h00	40%	60%
		Projet Personnel Professionnel	IGMF7.7	2	1	Volume horaire hors quota (En moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
		Technique de mesure	IGMF7.8	2	1	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Techniques de détection des défauts	IGMF7.9	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Transversale Code : UET 7.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	**Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**	IGMF7.10	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total du semestre 7				**30**	**19**	**13h30**	**7h30**	**7h30**	**427h30**		

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
8	UE Fondamentale Code : UEF 8.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Éléments des Machines-outils	IGMF8.1	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	(20% TD+20%TP)	60%
		Coupe des métaux 2	IGMF8.2	3	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 8.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Techniques de Soudage	IGMF8.3	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Méthode des éléments finis	IGMF8.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20% TP)	60%
		Systèmes et dispositifs hydrauliques et pneumatiques	IGMF8.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 8.1 Crédits : 3 Coefficients : 2	Propriétés Mécaniques des Matériaux	IGMF8.6	2	1	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Stage en entreprise 2	IGMF8.7	1	1	Volume horaire hors quota (En moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
	UE Transversale Code : UET 8.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	Eléments d'IA appliquée en ingénierie mécanique	IGMF8.8	**2**	**2**	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Lean start-up	IGMF8.9	**2**	**2**	**1h30**	**1h30**		**45h00**	**80% (20% Atl + 60% Prj)**	**20%**
Volume Horaire Total du semestre 8				**30**	**19**	**12h00**	**09h00**	**7h30**	**427h30**		

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
9	UE Fondamentale Code : UEF 9.1 Crédits : 13 Coefficients : 7	Dynamique des structures avancée	IGMF9.1	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Usinage à grandes vitesses	IGMF9.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Installation des équipements	IGMF9.3	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 9.2 Crédits : 11 Coefficients : 6	Dynamique des machines tournantes	IGMF9.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Tribologie et lubrification des systèmes mécaniques	IGMF9.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Robotique industrielle	IGMF9.6	2	1	1h30			22h30		100%
	UE Méthodologique Code : UEM 9.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Bureau des Méthodes	IGMF8.7	1	1	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Informatique Industrielle (GMAO)	IGMF9.8	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Transversale Code : UET 9.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Recherche documentaire et conception de mémoire	IGMF9.9	1	1	1h30			22h30		100%
		Reverse engineering	IGMF9.10	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	40%	60%
Volume Horaire Total du semestre 9				**30**	**19**	**15h00**	**9h00**	**6h00**	**450h00**		

Semestre10	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire	VHS	Mode d'évaluation	
						Cours TD TP		Contrôle continu	Examen final
	UE Fondamentale Code : UEF 10.1 Crédits : 30 Coefficients : 19	Projet de Fin d'Etude	IGMF10.1	**30**	**19**	**28h30**	**427h30**		100%
		Volume Horaire Total							

- Programme détaillé par matière du semestre 1

Semestre: 1

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 3: 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 :

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1re& 2e 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 3: 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 :
Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

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

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière : Probabilités et statistiques
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière
Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles da 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 évènements
B.2.2 Définitions
B.2.3 Espaces probabilisés
B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance (1 semaine)
B.3.1 Conditionnement,
B.3.2 Indépendance,
B.3.3 Formule de Bayes.

Chapitre 4 : Variables aléatoires (1 Semaine)
B.4.1 Définitions et propriétés,
B.4.2 Fonction de répartition,
B.4.3 Espérance mathématique,
B.4.4 Covariance et moments.

Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes et continues usuelles (3 Semaines)
Bernoulli, binomiale, Poisson, ... ; Uniforme, normale, exponentielle, ...

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. Polycopié 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: 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:
Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.4
Matière 3: 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), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

Chapitre 3 : Radioactivité – Réactions nucléaires (2Semaines)
Radioactivité naturelle (rayonnements α, β et γ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

Chapitre 4 : Structure électronique de l'atome (2Semaines)
Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire.

Chapitre 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, 3e 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.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.1
Matière : TP Elément 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 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 : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière 3: 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 (1er, 2ème, 3ème et 4ème 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

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, 3e 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.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.3
Matière 3: Structure des ordinateurs et applications
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
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: 100%
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 – مفاهم أساسية (2 semaines)
Définitions :
1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir »:
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
A. Distinction entre éthique et Morale
B. Distinction entre éthique et déontologie
II. Les Référentiels – المرجعيات (2 semaines)
Les références philosophiques
La référence religieuse
L'évolution des civilisations
La référence institutionnelle
III. La Franchise Universitaire – الحرم الجامعي (3 semaines)
Le Concept des franchises universitaires
Textes réglementaires
Redevances des franchises universitaires
Acteurs du campus universitaire
IV. Les Valeurs Universitaires – القيم الجامعية (2 semaines)
Les Valeurs Sociales
Les Valeurs Communautaires
Valeurs Professionnelles
V. Droits et Devoirs (2 semaines)
Les Droits de l'étudiant
Les devoirs de l'étudiant
Droits des enseignants
Obligations du professeur-chercheur
Obligations du personnel administratif et technique
VI. Les Relations Universitaires (2 semaines)
Définition du concept de relations universitaires
Relations étudiants-enseignants
Relation étudiants – étudiants
Relation étudiants - Personnel
Relation Etudiants – Membres associatifs
VII. Les Pratiques (2 semaines)
Les bonnes pratiques Pour l'enseignant
Les bonnes pratiques Pour l'étudiant

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 .**

Mode d'évaluation:

Examen final : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UED 1.1.1
Matière 3: Les métiers de l'ingénieur
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 21eme 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 publiques : (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, Digues, Production des équipements industriels, Sidérurgie, Transformation des métaux, …)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

Travail en groupe : Élaboration de fiches de postes pour des métiers de chaque filière à partir des annonces de recrutement retrouvées sur les sites de demande d'emploi (ex. http : //www.onisep.fr/Decouvrir-les-metiers, www.indeed.fr, www.pole-emploi.fr) (1 filière / groupe).
Selon les capacités des établissements, préconiser de faire appel aux doctorants et anciens diplômés de l'établissement dans un dispositif de tutorat/mentoring où chaque groupe pourra faire appel à son tuteur/mentor pour élaborer la fiche de poste/ découvrir les différents métiers du ST.

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

Mode d'évaluation :
Examen final 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: 1
Unité d'enseignement : UET 1.1.2
Matière : Histoire d'Algérie
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants une vision globale et chronologique des grandes étapes de l'histoire de l'Algérie, depuis l'avènement de l'islam jusqu'à l'édification de l'État national indépendant. Il permet de comprendre les dynasties musulmanes, la régence ottomane, la colonisation française, les résistances populaires, le mouvement national et la révolution de libération. Il vise également à développer l'esprit critique de l'étudiant face aux sources historiques et à renforcer sa conscience identitaire et son attachement à la mémoire nationale.

Connaissances préalables recommandées

Aucune.

Contenu de la matière

I. L'Algérie et l'âge d'or de la civilisation islamique (VIIe – XVIe siècle) – ازدهار وعصر الجزائر الإسلامية الحضارة *(2 semaines)*

- La conquête islamique du Maghreb et le rôle de l'Algérie dans la diffusion de l'islam en Afrique.
- Les savants et érudits algériens (Ibn Khaldoun, Abderrahmane Thaâlibi, Abou Zeid El Kairouani, Abdelhamid Ibn Badis…).
- Les mouvements réformistes religieux et la résistance culturelle face à la pénétration européenne.
- Les dynasties musulmanes d'Algérie : Rostémides, Fatimides, Zirides, Hammadides, Almohades, Zianides et Hafsides.
- La vie scientifique, culturelle et urbaine : zaouïas, médersas, traduction, architecture islamique.

II. L'Algérie ottomane : pouvoir, marine et diplomatie (1519-1830) – العثماني العهد في الجزائر: والدبلوماسية والبحرية السلطة *(3 semaines)*

- Le contexte du rattachement d'Alger à la Régence ottomane et les étapes du pouvoir (Beylerbeys, Pachas, Aghas, Deys).
- L'organisation politique, administrative, militaire et économique de la Régence.
- La marine algérienne : naissance, apogée (XVIe-XVIIe siècle), déclin, puis disparition avec l'occupation française.
- Les relations internationales de l'Algérie avec l'Empire ottoman, les puissances européennes et les puissances émergentes (États-Unis, Russie).
- La vie sociale, culturelle et religieuse de l'Algérie à l'époque ottomane.

III. La conquête française et l'effondrement de la souveraineté nationale (1830-1847) – الوطنية السيادة وانهيار الفرنسي الاحتلال *(3 semaines)*

- Le contexte international et interne précédant l'occupation, et l'incident dit du « coup d'éventail » (1827).
- La campagne militaire française, le débarquement de Sidi-Ferruch et la chute d'Alger (5 juillet 1830).
- Les méthodes de l'occupation coloniale et ses premières conséquences politiques, économiques et socioculturelles.
- La résistance de l'Émir Abdelkader (1832-1847) : l'émirat, les grandes batailles, les traités et la reddition.
- La résistance d'Ahmed Bey à Constantine (1830-1848).

IV. Les résistances populaires (1850-1871) – المقاومات الشعبية *(2 semaines)*

- Les résistances des zaouïas et des tribus (Zaâtcha, Ouled Sidi Cheikh, Bouamama…).
- La résistance d'El Mokrani et du Cheikh El Haddad (1871) : causes, déroulement, répression.
- Les caractéristiques communes des résistances populaires : spontanéité, dispersion géographique, absence de direction unifiée.
- Les conséquences de la répression française (confiscations de terres, déportations en Nouvelle-Calédonie).

V. Le mouvement national et la préparation de la révolution (1900-1954) – الحركة الوطنية للثورة والتحضير *(2 semaines)*

- Les courants politiques et intellectuels : l'élite réformiste, l'Association des Oulémas musulmans algériens, le Parti communiste algérien, l'Étoile nord-africaine puis le PPA.
- L'évolution du mouvement national pendant la Seconde Guerre mondiale, le Manifeste du peuple algérien (1943) et les massacres du 8 mai 1945.
- La crise du parti du peuple et du MTLD, la création de l'Organisation spéciale (OS) et la réunion historique des « 22 » (juin 1954).

VI. La Révolution de libération et la construction de l'État indépendant (1954-1978) – ثورة التحرير وبناء الدولة المستقلة *(3 semaines)*

- Le déclenchement de la révolution du 1er novembre 1954 et les réactions locales et internationales.
- Les grandes étapes de la révolution (1954-1962) : Congrès de la Soummam, internationalisation de la cause algérienne, négociations et accords d'Évian.
- L'indépendance (5 juillet 1962) et les premiers défis de l'État algérien naissant.
- Les grandes réformes politiques, économiques (nationalisations, plans de développement) et éducatives de la période 1962-1978.

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. Mahfoud Kaddache, L'Algérie durant la période ottomane, Office des Publications Universitaires, Alger.
2. Mahfoud Kaddache, Histoire du nationalisme algérien (1919-1951), SNED, Alger, 1980.
3. Abou El Kacem Saadallah, تاريخ الجزائر الثقافي (Histoire culturelle de l'Algérie), plusieurs tomes.

4. Charles-Robert Ageron, Histoire de l'Algérie contemporaine, PUF, Paris, 1979.
5. Charles-André Julien, Histoire de l'Afrique du Nord, Payot, Paris.
6. Yves Lacoste, André Nouschi, André Prenant, L'Algérie, passé et présent, Éditions sociales, Paris, 1960.
7. Ministère des Moudjahidine et des Ayants droit, documents et archives officielles sur la Révolution algérienne.

Programmes détaillés des matières du semestre 2

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

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, différientiabilité

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 $f:\mathbb{R}\to\mathbb{R}$.
Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables $f:\mathbb{R}^2\to\mathbb{R}$
Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$. Relation entre différentiabilité et continuité.
2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.
2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.
Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.
2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.
Dérivées partielles d'ordre n, n>2.
2.10 Optimisation différentiable dans $\mathbb{R}^2$.
Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

Chapitre 3

1. Intégrales doubles
1.1 Définition de l'intégrale double
1.2 Exemples
1.3 Propriétés de l'intégrale double
- **Linéarité,**
- **Conservation de l'ordre,**
- **Additivité.**

1.4 Théorème de Fubini dans le cas d'un domaine borné $\mathbb{R}$.
1.5 Calcul des intégrales doubles
- **Calcul direct,**
- **Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).**

1.6 Applications :Centre de gravité, Moment d'inertie.
2. Intégrales Triples
2.1 Généralisation de la notion d'intégrales doubles aux intégrales triples.
2.2 Calcul d'une intégrale triple

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

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

Mode d'évaluation :
Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:
[1] 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 1er semestre.**
- **Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.**
- **Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.**

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 1 : Espaces vectoriels
- **Définition (sur $\mathbb{R}$ et$\mathbb{C}$).**
- **Sous-espaces vectoriels.**
- **Somme de sous-espaces.**
- **Sous-espaces supplémentaires.**
- **Famille libre. Famille liée. Base (finie).**

Chapitre 2 : Applications linéaires
- **Définition (opérations).**
- **Noyau et image.**
- **Rang d'une application linéaire.**
- **Théorème du rang.**
- **Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.**

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

Chapitre 4 : Systèmes d'équations linéaires
- **Définitions et interprétations.**
- **Systèmes de Cramer (cas général).**

Chapitre 5 : Réduction des matrices.
- **Valeurs propres.**

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

Références bibliographiques :

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

Modalités d'évaluation :
Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

Semestre: 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.

Références bibliographiques :

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

Modalités d'évaluation :

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

Semestre: 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

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
Matière : Dessin technique
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Pré-requis :
- **Formes géométriques de base**

Objectifs:
- **Acquisition des notions de base du dessin**
- **Connaître la terminologie technique**
- **Lire un plan**

A l'issue de ce contenu, il est attendu que l'étudiant soit capable de :
- **Reconnaître les différents formats de présentation des dessins et leurs différents éléments**
- **Lecture d'un plan**
- **Acquisition des notions de base du dessin**
- **Connaître la terminologie technique**
- **Apporter des corrections à un dessin**

Contenu de la matière :

Chapitre 01 : Dessin technique (03h00)
1.1 Introduction générale
1.2 Écritures
1.3 Présentation des dessins
1.4 Traits
1.5 Échelles

Chapitre 02 : Tracés géométriques (03h00)
2.1 Intersections
2.2 Raccordements

Chapitre 03 : Géométrie descriptive (03h00)
3.1Projection du point
3.2 Projection d'une droite sur un plan
3.2.1 Droite parallèle au plan
3.2.2 Droite perpendiculaire au plan
3.3 Projection d'une surface sur un plan
3.3.1 Surface parallèle au plan
3.3.2 Surface inclinée par rapport au plan
3.3.3 Surface perpendiculaire au plan

Chapitre 04 : Projections orthogonales (06h00)
4.1 Projection des pièces prismatiques
4.2 Projection des pièces cylindriques
4.3 Projection des pièces coniques
4.4 Projection des pièces mixtes

Chapitre 05 : Dessin en perspectives (1h30)
5.1 Perspectives cavalières
5.2 Perspectives isométriques

Chapitre 06 : Cotation (1h30)
6.1 Règles générales de cotation
6.2 Applications

Chapitre 07 : Sections et coupes (1h30)
7.1 Coupes simples
7.2 Sections sorties
7.3 Sections rabattues

Chapitre 08 : Dessins d'ensembles (1h30)
8.1 Définition
8.2 Application
8.3 Dessins de définitions des pièces composantes

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

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

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.1
Matière 1: TP Electricité et magnétisme
VHS: 45h00 (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

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.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.3
Matière 3: Initiation à la programmation
VHS: 45h00 (TP:3h00)
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 programmem 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 donnéesm Expressions et ordre d'évaluationm Conversions de types**

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

- **Instructions if-elsem Opérateurs de comparaisonm Opérateurs logiquesm Structure switch-casem Boucles while et do-whilem Boucle form Imbrication des bouclesm Instructions break et continue**

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

- **Définition et déclaration de fonctionsm Passage de paramètresm Valeurs de retourm Fonctions récursives, Déclaration et utilisation des tableauxm Tableaux multidimensionnelsm Chaînes de caractères en Cm Fonctions standard pour les chaînes**

Chapitre 6 : Pointeurs et allocation dynamique (2 Semaines)

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

Chapitre 7 : Structures et énumérations (2 Semaines)

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

Contenu détaillé des séances de 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

<u>Mode d'évaluation:</u>

Contrôle continu:100%

<u>Références bibliographiques:</u>

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*, 5eme 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, 2e 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 1: 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 appliqué 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 TP : 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.**
7. **Documentation du projet GNU: https://www.gnu.org/doc/doc.html**

Stallman, R. M. (2002). ***Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman.***

Semestre: 2
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière : Nationalisme et Citoyenneté
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à faire acquérir aux étudiants les concepts fondamentaux relatifs à la patrie, à la citoyenneté et à l'unité nationale, et à leur faire prendre conscience du rôle de l'histoire dans la construction de la mémoire collective et de l'identité nationale. Il met l'accent sur le rôle de la famille, de l'école et de l'université dans le renforcement de l'appartenance nationale, ainsi que sur l'importance de la cohésion du front intérieur face aux défis internes et externes. Il a pour finalité de former un citoyen conscient de ses droits et de ses devoirs, attaché aux constantes nationales et capable de contribuer positivement à la stabilité et au développement du pays.

Connaissances préalables recommandées

Aucune (le module s'appuie cependant utilement sur les acquis du module Histoire dispensé au premier semestre).

Contenu de la matière

I. Notions fondamentales : Watan, Wataniya, Muwatana – المفاهيم الأساسية: الوطن، الوطنية، المواطنة *(3 semaines)*

- Définition du concept de patrie (Watan), de patriotisme (Wataniya) et de citoyenneté (Muwatana).
- Les classifications de la patriotisme : affective, active, constitutionnelle.
- Les classifications de la citoyenneté : légale, active (participative), numérique.
- Les dimensions de la citoyenneté : politique, juridique, sociale, économique et environnementale.
- Les constantes nationales algériennes : l'islam, l'arabité et l'amazighité, l'unité du territoire national, la révolution de novembre 1954, la démocratie populaire.

II. Les piliers de l'unité nationale – أركان الوحدة الوطنية *(2 semaines)*

- Le concept et l'importance de l'unité nationale dans la cohésion de la société et la résistance aux divisions.
- La langue (arabe et amazighe), la religion et l'identité commune comme fondements de l'unité.
- La justice, l'égalité entre citoyens, le sentiment d'appartenance et de loyauté envers la patrie.
- Le référentiel historique commun et les institutions fédératrices (l'École, l'Armée Nationale Populaire, les médias…).
- Les principales menaces pesant sur l'unité nationale : régionalisme, extrémisme, injustice sociale, campagnes médiatiques hostiles.

III. Histoire et construction de la mémoire collective nationale – التاريخ والذاكرة الجماعية الوطنية *(2 semaines)*

- Définitions de l'histoire et de la mémoire collective, et relation entre les deux notions.
- Le rôle de l'histoire dans l'ancrage de l'identité nationale et dans la protection contre la falsification du passé.
- Les vecteurs de construction de la mémoire collective : l'école, les médias, le cinéma et le théâtre, les musées et monuments, les témoignages des moudjahidine.
- Les menaces contemporaines pesant sur la mémoire collective : oubli des jeunes générations, désinformation étrangère, instrumentalisation politique de l'histoire.

IV. Rôle de la famille et de la société civile – دور الأسرة والمجتمع المدني ***(2 semaines)***

- Le concept d'esprit national (الوطنية الروح) et son importance dans la construction de l'identité et de la stabilité sociopolitique.
- L'éducation à l'amour de la patrie dès le jeune âge et la transmission des valeurs nationales au sein de la famille.
- Le rôle du bon exemple parental et l'encouragement à la participation aux manifestations nationales.
- Le rôle de l'école, des médias, des associations culturelles et de la mosquée dans le renforcement de l'esprit national au sein de la société.

V. Rôle de l'école et de l'université – دور المدرسة والجامعة ***(3 semaines)***

- Le concept d'image mentale de la patrie et ses principales sources de formation (famille, médias, environnement social, école, université, histoire).
- Le rôle des programmes éducatifs et des activités parascolaires dans la consolidation d'une image positive de la patrie.
- Le rôle de l'université : programmes académiques, vie associative étudiante, rôle de l'enseignant-chercheur et de la recherche académique.
- Les risques liés à l'absence d'images mentales positives sur la patrie : sentiment d'aliénation, désaffection, repli identitaire, migration.

VI. Esprit national, cohésion du front intérieur et mobilisation générale – الوطنية الروح العامة والتعبئة الداخلية الجبهة وتماسك ***(3 semaines)***

- Définitions de l'esprit national, du front intérieur (الداخلية الجبهة) et de la mobilisation générale (العامة التعبئة).
- La relation entre l'unité d'objectif, la confiance dans les institutions et la résistance aux campagnes de désinformation.
- L'esprit national comme condition de réussite de la mobilisation générale : motivation, acceptation des sacrifices temporaires, participation populaire large.
- Études de cas nationales et internationales : la Révolution algérienne, la gestion de la pandémie de Covid-19, la résilience face aux crises.
- Les mécanismes pratiques de renforcement de l'esprit national au service de la cohésion du front intérieur.

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. Constitution de la République Algérienne Démocratique et Populaire (révision de 2020).
2. Charte et Plate-forme du Congrès de la Soummam (20 août 1956).

3. Déclaration du 1er novembre 1954, Front de Libération Nationale.
4. Loi d'orientation sur l'éducation nationale n° 08-04 du 23 janvier 2008.
5. Dominique Schnapper, La Communauté des citoyens, Gallimard, Paris, 1994.
6. Mostefa Lacheraf, L'Algérie : nation et société, Maspero, Paris, 1965.
7. Documents et publications du Ministère des Moudjahidine et de la Mémoire Nationale.

Programmes détaillés des matières du semestre 3

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UEF 3.1
Matière : Analyse 3
VHH : Cours: 1h30, TD: 3h00 VHS: 67h30
Crédits: 6 Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement :
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**

Connaissances préalables recommandées
Analyse 1 & 2 et Algèbre 1 & 2

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 (Laplacien 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⇒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 ∞ 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. **Egalité de Parseval.**
6. **Application : exemples simples de problèmes de Sturm-Liouville.**

Chapitre 4 : Transformées de Fourier et de Laplace

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**

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 :

EX= 60% CC=40%

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. 1er cycle universitaire. Chiheb. (Intégrales doubles et triples, Séries, Transformations de Fourier et de Laplace, Equations aux dérivées partielles du 2iéme ordre).**
9. **B.DEMIDOVITCH. Recueil d'exercices et de problèmes d'analyse mathématiques.11iéme édition. Ellipses. (Fonctions de plusieurs variables, Séries, Intégrales multiples)**

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.1

Matière : Analyse numérique 1
VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30 TP: 1h30 VHS: 67h30
Crédits: 5 Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement :
Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- **Présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.**
- **Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.**
- **Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.**
- **Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.**
- **Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique**

Connaissances préalables recommandées
Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Contenu de la matière :

Chap. 1 Introduction à l'analyse numérique

1.1. Sources d'erreurs : erreurs de modélisation, erreurs sur les données, valeur approchée, propagation des erreurs, erreur relative et erreur absolue, arithmétique flottante, norme IEEE-754, erreurs d'arrondis, erreur de troncature, chiffres significatifs exacts, opérations risquées.

1.2. Conditionnement et stabilité : exemple d'instabilités numériques, conditionnement d'un problème.

1.3. Méthodes et algorithmes : méthodes exactes, méthodes approchées, méthodes itératives.

Chap. 2 Résolution d'équations non linéaires

2.1. Fonctions d'une variable réelle : théorèmes de localisation et séparation des racines.

2.2. Méthodes classiques : méthode de dichotomie, Méthode de la sécante, critère d'arrêt.

2.3. Méthodes itératives : méthode de point fixe, méthode de newton, ordre de convergence, critères d'arrêts.

2.4.

Chap. 3 Résolution de systèmes linéaires

3.1. Méthodes directes : matrice triangulaire supérieure (ou inférieure), matrices symétriques (définitions et propriétés), méthode d'élimination de Gauss, factorisation LU (Crout, Doolittle), factorisation de Cholesky (matrice symétrique définie positive).

3.2. Vocabulaire d'algèbre numérique : normes vectorielles, normes matricielles, conditionnement d'une matrice (définitions et propriétés), rayon spectrale, exemple de système linéaire mal conditionné.

3.3. Méthodes itératives : méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, étude de la convergence des méthodes itératives, critères d'arrêt

Travaux Pratiques :

- **Prise en main de Matlab**
- **Résolution des équations non-linéaires**

- **Résolution des systèmes linéaires : Méthodes directes**
- **Résolution des systèmes linéaires : Méthodes itératives**

Modalités d'évaluation :

EX= 60% CC=40%

Références bibliographiques :

[1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
[2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
[3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
[4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, Applied numerical methods using matlab, John Wiley end Sons (2005).
[5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
[6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
[7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
[8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
[9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
[10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
[11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
[12] Nicholas J. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms,siam (1996).
[13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.2
Matière : ondes et vibrations
VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30 TP: 1h30 VHS: 67h30
Crédits: 5 Coefficient: 3

Objectifs :

L'acquisition de connaissances théoriques et pratiques de tout système de vibration ou d'ondes par :

- **La compréhension et la résolution des mouvements vibratoires et les différents types d'oscillations engendrées**
- **L'étude de la propagation des ondes mécaniques et les mouvements ondulatoires engendrés**

Prérequis :

Avoir assimilé les matières traitant de la mécanique du point et les Mathématiques d'analyse de la première année

Contenu de la matière :

PARTIE I : MOUVEMENT OSCILLATOIRE

Chapitre 1 : Généralités sur les oscillations

1- Rappels mathématiques
2- Définitions générales
- **Coordonnées, nombre de degrés de liberté.**
- **Énergie cinétique ; énergie potentielle, énergie totale**
- **Système conservatif ; Système dissipatif**

3- État d'équilibre
- **Cas d'équilibre stable ; Cas d'équilibre instable**

4- Oscillations :
- **Méthode de Newton**
- **Méthode de moment cinétique**
- **Principe de conservation de l'énergie totale**

Chapitre 2 : Mouvement oscillatoire libre

1- Définitions et propriétés
- **Formalisme de Lagrange-Euler**

2- Exemples d'applications :
- **Oscillateurs mécaniques : Masse-Ressort ; pendules (pesant et simple)**
- **Oscillateurs électriques : Modèle L-C**
- **Oscillateur acoustique : Modèle résonateur d'Helmholtz**

3- Bilan énergétique

Chapitre 3 : Mouvement oscillatoire amorti
1- Bilan énergétique
2- Les oscillations libres
3- L'oscillateur harmonique
4- Pulsation propre d'un oscillateur harmonique
5- L'énergie d'un oscillateur harmonique
6- Les oscillations libres amorties
7- Forces d'amortissement
8- Équation des mouvements
9- Oscillations pseudo-périodiques (décrément logarithmique, facteur de qualité)
10- Les oscillations libres forcées
11- Définition
12- Cas d'une excitation sinusoïdale (résonance, déphasage)
13- Cas d'une excitation périodique quelconque
14- Les oscillations amorties forcées
15- Équation des mouvements
16- Régime transitoire, régime permanent. Bande passante. Facteur de qualité
17- Analogie entre systèmes oscillants mécaniques et électriques

PARTIE II : ONDES MÉCANIQUES
Chapitre 4 : Généralités sur les ondes mécaniques
- **Classification des ondes**
- **Intégrale générale de l'équation générale d'ondes progressives**
- **Vitesse de phase, vitesse de groupe**
- **Notion de front d'onde. Exemple des ondes planes, ondes sphériques**
- **Réflexion et transmission des ondes**
- **Relation entre les différentes grandeurs représentant l'onde**

Chapitre 5 : Ondes transversales sur une corde
- **Équation de propagation**
- **Impédance caractéristique**

- **Énergie d'une onde progressive**
- **Réflexion et transmission des ondes**
- **Ondes stationnaires**

Chapitre 6 : Ondes longitudinales dans les fluides

- **Ondes planes dans un tuyau cylindrique**
- **Équation d'ondes dans un gaz**
- **Équation d'ondes dans un liquide**
- **Impédance acoustique**
- **Impédance caractéristique**
- **Énergie transportée par une onde**
- **Coefficients de réflexion et de transmission d'ondes (conditions aux limites)**

Chapitre 7 : Ondes élastiques dans les solides

Travaux Pratiques

TP1. Masse –ressort
TP2. Pendule simple
TP3. Pendule de torsion
TP4. Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé
TP5. Pendules couplés
TP6. Oscillations transversales dans les cordes vibrantes
TP7. Poulie à gorge selon Hoffmann
TP8. Systèmes électromécaniques (Le haut-parleur électrodynamique)
TP9. Le pendule de Pohl
TP10. Propagation d'ondes longitudinales dans un fluide.

Modalités d'évaluation :

- **CC= 40% EX = 60%**

Références bibliographiques :

- ***Ondes*, Jean-Claude Hulot, éditions Nathan**
- ***Ondes et physique moderne*, M. Séhuin, éditions De Boeck**
- ***Physique des ondes*, C. Frère, éditions Ellipses**

.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.2
Matière : Electricité fondamentale
VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30 TP: 1h30 VHS: 67h30
Crédits: 5 Coefficient: 3

Pré-requis
Notions de mathématique, notion de physique
Objectifs

- **Maîtriser les lois fondamentales de l'électricité (lois de Kirchhoff, Théorèmes).**
- **Savoir analyser et résoudre des circuits en régime continu et alternatif.**
- **Manipuler des instruments de mesure en TP et interpréter les résultats.**
- **Introduire les notions de puissance, rendement et bases du triphasé.**

Chapitre.1 Introduction et rappels (1.Semaine)

- **Grandeurs électriques (tension, courant, puissance, énergie).**
- **Conversion d'unités, exercices simples (loi d'Ohm).**

Chapitre.2 Lois fondamentales des circuits

- **Loi des nœuds, loi des mailles.**

Chapitre.3 : Association des résistances

- **Série, parallèle, diviseur de tension et de courant.**
- **Exercices de simplification de circuits.**

Chapitre.5 : Sources et Théorèmes

- **Sources de tension/courant, Théorème de superposition.**

Chapitre 6 : Théorèmes de Thévenin et Norton

- **Théorèmes d'équivalence, résistance équivalente. Calcul de circuits équivalents.**

Chapitre.7 : Régime transitoire RC

- **Charge/décharge du condensateur (équation différentielle). Étude analytique et graphique.**

Chapitre.8 : Régime transitoire RL

- **Réponse temporelle d'un circuit RL. Résolution d'équations différentielles.**

Chapitre.9 : Introduction au régime sinusoïdal

- **Grandeurs sinusoïdales, représentation temporelle et complexe. Calcul de valeurs efficaces, phaseurs.**

Chapitre.10 : Circuits R, L, C en alternatif

- **Impédance, admittance, diagrammes de phase.**
- **Résolution de circuits RL, RC, RLC.**

Chapitre.11 : Résonance

- **Résonance série et parallèle, bande passante, Q.**

<u>Travaux Pratiques</u>
TP1 : Étude de circuits résistifs et lois fondamentales

- **Réalisation de montages résistifs simples.**
- **Vérification expérimentale des lois des nœuds et des mailles.**

TP2 : Étude des circuits avec plusieurs sources et théorèmes de base

- **Montage avec plusieurs sources.**
- **Validation expérimentale des théorèmes de superposition et d'additivité.**

TP3 : Théorème de Thévenin

- **Vérification pratique du Théorème de Thévenin.**
- **Comparaison théorie/expérience.**

TP4 : Étude des régimes transitoires RC et RL

- **Mesure des constantes de temps à l'oscilloscope.**
- **Vérification expérimentale de la réponse d'une bobine + résistance.**

TP5 : Introduction aux signaux sinusoïdaux et au déphasage

- **Utilisation du générateur BF et de l'oscilloscope.**
- **Étude de circuits RL et RC : mesure de déphasage courant/tension.**

TP6 : Étude de la résonance en série

- **Vérification expérimentale de la résonance série RLC.**
- **Analyse de l'influence de la fréquence sur courant et tension.**

Mode d'évaluation

CC=40% EX=60%

Références bibliographiques

1. J.P Perez, Electromagnétisme Fondements et Applications, 3eme Edition, 1997.
2. C. François, Génie électrique, Ellipses, 2004
3. S. Nassar, Circuits électriques, Maxi Schaum.
4. H. Lumbroso, Problèmes résolus sur les circuits électriques, Dunod.
5. Edminster, Théorie et applications des circuits électriques, Mc. Graw Hill.
6. D. Hong, Circuits et mesures électriques, Dunod, 2009

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.2
Matière : Mécanique rationnelle
VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30 VHS: 45h00
Crédits: 4 Coefficient: 2

Prérequis :

- **Mécanique du point**
- **Analyse Mathématique**
- **Algèbre**

Objectifs :

- **Fournir tous les éléments et outils permettent l'étude de la mécanique des corps rigides ou systèmes de corps rigides.**
- **Apprendre comment poser un problème relevant de la mécanique rationnelle en insistant sur le choix judicieux de repères et de paramètres permettant de traiter un problème donné.**

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, linéique, 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
5.42 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.

<u>Mode d'évaluation</u> : contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

<u>Références bibliographiques:</u>
(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 3.1
Matière : programmation python
VHH : Cours: 1h30, TP: 1h30 VHS: 45h00
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
(Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)
Les limites de la condition simple en if
Les opérateurs de comparaison
Prédicats et booléens
Les mots-clés and, or et not
Chapitre 4. Les boucles
La boucle while
La boucle for
Les boucles imbriquées
Les mots-clés break et continue
Chapitre 5. Les fonctions
La création de fonctions
Valeurs par défaut des paramètres

Signature d'une fonction
L'instruction return
Les modules,
La méthode import
La méthode d'importation : from ... import ...
Les packages
Importer des packages
Créer ses propres packages
Chapitre 6: Les listes et tuples
Création et éditons de listes
Définition d'une liste, Création de listes
Insérer des objets dans une liste
Ajouter un élément à la fin de la liste
Insérer un élément dans la liste
Concaténation de listes
Suppression d'éléments d'une liste
Le mot-clé del
La méthode remove
Le parcours de listes
La fonction enumerate
Création de tuples
Chapitre 7 : Les dictionnaires
Création et édition de dictionnaires
Créer un dictionnaire
Supprimer des clés d'un dictionnaire
Les méthodes de parcours
Parcours des clés
Parcours des valeurs
Parcours des clés et valeurs simultanément
Les dictionnaires **et paramètres de fonction**
Chapitre 8: Objets et classes
Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets
Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.
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
Chemins ***relatifs et absolus***
Lecture et écriture dans un fichier
Ouverture du fichier
Fermer le fichier
Lire l'intégralité du fichier
Écriture dans un fichier
Écrire d'autres types de données
Le mot-clé with
Enregistrer des objets dans des fichiers
Enregistrer ***un objet dans un fichier***

Références bibliographiques :

[1] . **Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;**
[2] . **Zed A. Shaw Learn Python 3 the Hard Way: A Very Simple Introduction to the Terrifyingly Beautiful World of Computers and Code, Addison-Wesley Professional, 2017;**
[3] . **Barry, P. Head first Python: A brain-friendly guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2016;**
[4] . **Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;**

[5] . **Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;**
[6] . **Le Goff, V.. Apprenez à programmer en Python. Editions Eyrolles, 2019;**
[7] . **Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019;**

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**
   - **Exécution de commandes simples en mode interactif**
   - **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**
   - **Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens**
   - **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: 60%.

Références bibliographiques :

1. **Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214**
2. **Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu**
3. **Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses**
4. **Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni**
5. **Lutz, M. (2013). Learning Python, 5ème edition O'Reilly. ISBN: 978-1449355739**

Ressources en ligne
- **Documentation officielle Python : docs.python.org**
- **Exercices Python sur Codecademy :codecademy.com/learn/learn-python-3**
- **W3Schools Python Tutorial :w3schools.com/python/**

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 3.2
Matière : DAO : Dessin assisté par ordinateur
VHH : TP: 1h30 VHS: 22h30
Crédits: 1 Coefficient: 1

Objectifs:
Initiation à l'utilisation des outils de la conception assistée par ordinateur en utilisant deux logiciels (AutoCad et SolidWorks) afin d'optimiser la réalisation d'une pièce, schémas ou d'un assemblage.

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 01 : Introduction à la CAO (1,5 h)

1. **Partie I : Modélisation 2D/3D à l'aide de l'outil informatique**
   - **Les logiciels de DAO**
   - **Les logiciels de CAO**
   - **Les logiciels de FAO**
   - **Les logiciels de simulation**
2. **Partie II : Principe de fonctionnement des modeleurs 3D**
   - **Modélisation polygonale**
   - **Modélisation par courbes (NURBS)**
   - **Modélisation par subdivision de surface**
   - **Modélisation par surfaces implicites**
   - **Modélisation par géométries**
   - **Modélisation volumique**

Chapitre 02 : AutoCad(11 h)
Partie I : Dessin 2D
1. **Présentation du logiciel**
2. **Coordonnés cartésiennes et polaires**
3. **Dessin de base**
   - **Utiliser les aides aux dessins : accrochage, grille**
   - **Annoter et composer les plans**
   - **Créer un plan 2D**
   - **Gérer les échelles et l'affichage**
   - **Créer et gérer des bibliothèques**
   - **Importer et exporter dans les différents formats**
   - **Gestion et sauvegarde des mises en page**
   - **Éditer les plans (imprimante/traceur)**
   - **Gérer les calques et les blocs**
4. **Commandes de dessin et de modifications**

Partie II : Modélisation3D
1. **Système de coordonnées utilisateur dans l'espace (SCU)**
2. **Eléments de base et opération booléenne**
3. **Visualisation et affichage**

Chapitre 03 : SOLIDWORKS (10h00)

Partie I : PIECES
1. **Introduction**

2. **Interface utilisateur**
3. **ESQUISSE**
4. **FONCTION**

Partie II : ASSEMBLAGE

1. **Introduction**
2. **Interface utilisateur**
3. **Les contraintes**

Partie III : MISE EN PLAN

1. **Introduction**
2. **Interface utilisateur**
3. **fond de plan**
4. **disposition des vue**
5. **Annotation.**

Modalités d'évaluation :

CC=100%

Références bibliographiques :

- **AutoCAD 2009, Olivier Le Frapper, Edition Eni 2009.**
- **Les secrets du dessinateur AutoCAD,PatrickDiver, Edition Pearson 2010.**
- **SolidWorks 2012, Thierry CRESPEAU, Edition Eni 2012.**

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UET 3.1
Matière : Matériaux composites
VHH : Cours: 1h30, VHS: 22h30
Crédits: 1 Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :
Ce cours consacré aux matériaux composites : définition, historique, utilisation, fabrication

Connaissances préalables recommandées :
Ce cours requiert des connaissances de base sur le calcul matriciel, élasticité, mécanique de la rupture, résistance des matériaux et structures mécaniques

Contenu de la matière :
Chapitre 1 : Introduction

- **Définition et historique d'un matériau composite.**
- **Evolution des composites.**
- **Intérêt et applications dans différents domaines :**
- **Aéronautique (fuselages, ailes).**
- **Automobile (pièces structurelles, carrosserie).**
- **Génie civil (béton armé de fibres, structures marines).**
- **Sport et biomédical (prothèses, raquettes, vélos).**
- **....**

Chapitre 02 : Matériaux composites

A. Constituants d'un composite

- **Renforts : fibres de verre, carbone, aramide, fibres naturelles.**
- **Matrices : polymères (thermodurcissables, thermoplastiques), métaux, céramiques.**
- **Interfaces fibre/matrice et rôle de l'adhésion.**

B. Types de composites

- **Composites à matrice polymère (CMP).**
- **Composites à matrice métallique (CMM).**
- **Composites à matrice céramique (CMC).**
- **Hybrides.**

C. Autres types

- **Matériaux composites**
- **Matériaux multimatériaux**
- **Panneaux sandwichs**
- **Matériaux intelligents et adaptroniques**
- **Nanomatériaux**
- **Comportements mécaniques et rupture**

Chapitre 03 : Propriétés et caractéristiques

- **Propriétés mécaniques : résistance, rigidité, légèreté.**
- **Propriétés thermiques et électriques.**
- **Comparaison avec les matériaux traditionnels (métaux, polymères classiques).**

Chapitre 04 : Méthodes de fabrication

- **Stratification manuelle, moulage sous vide.**
- **Pultrusion, enroulement filamentaire.**
- **Injection, infusion, impression 3D.**
- **Techniques industrielles modernes.**

Chapitre 05 : Sélection des matériaux

- **Propriétés d'usage**

- **Adéquation matériau-fonction**
- **Adéquation matériau-Procédé**
- **Fabrication additive**
- **Sélection multicritère**
- **Choix entre alliage d'aluminium et composites organiques**
- **Renforcement et réparation des structures endommagées**

Mode d'évaluation:
Examen: 100 %.

Références :

1. **Kittel C., « Physique de l'état solide », Dunod, 1998.**
2. **Boch P., « Matériaux et processus céramiques », Hermès Science Publications, 2001.**
3. **Haussonne J.-M. et al., « Céramiques et verres, Principes et techniques d'élaboration », Traité des Matériaux, vol 16, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2005.**
4. **Cornet A.et Deville J.P, « Physique et Ingénierie des surfaces », Monographie de Matériologie, EDP Sciences, 1998**
5. **Gourgues-Lorenzon A. F. et Naze L., Matériaux pour l'ingénieur, comportement, endommagement et rupture par fatigue 2008.**
6. **Jefferson Andrew, J. Arumugam, V., Saravanakumar, K., Dhakal, H.N. and Santulli, C., 2015. Compression after impact strength of repaired GFRP composite laminates under repeated impact loading. Composite Structures, 133: 911-920.**
7. **Aggelopoulos, E.S., Righiniotis, T.D. and Chryssanthopoulos, M.K., 2014. Composite patch repair of steel plates with fatigue cracks growing in the thickness direction. Composite Structures, 108:729-735.**

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UET 3.2
Matière : Energie et environnement
VHH : Cours: 1h30, VHS: 22h30
Crédits: 1 Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

- **Connaître les différentes formes et sources d'énergie (fossiles, renouvelables, nucléaires).**
- **Comprendre les procédés de conversion et de stockage de l'énergie.**
- **Analyser les impacts environnementaux liés à la production et à l'utilisation de l'énergie.**
- **Introduire les concepts de durabilité, d'efficacité énergétique et de transition énergétique.**
- **Préparer les étudiants à intégrer la dimension environnementale dans la conception et l'exploitation des procédés**

<u>Connaissances préalables recommandées:</u>

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

Chapitre 1. Introduction générale

- **Définition et rôle de l'énergie dans les procédés industriels.**
- **Place de l'énergie dans l'économie et le développement durable.**
- **Indicateurs énergétiques (consommation mondiale, intensité énergétique)..**

Chapitre 2 : Formes et sources d'énergie

- **Énergies fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel.**
- **Énergie nucléaire : fission et fusion (principes, avantages et risques).**
- **Énergies renouvelables : solaire, éolien, hydraulique, biomasse, géothermie.**
- **Ressources énergétiques : disponibilité, limites, enjeux géopolitiques.**

Chapitre 3. Conversion, transport et stockage de l'énergie

- **Principes de conversion énergétique (thermique, mécanique, électrique).**
- **Rendement et efficacité énergétique.**
- **Réseaux électriques, smart grids.**
- **Stockage de l'énergie (batteries, hydrogène, STEP).**

Chapitre 4. Impacts environnementaux de l'énergie

- **Pollution de l'air, de l'eau et des sols.**
- **Effet de serre et changement climatique.**
- **Déchets radioactifs et pollution thermique.**
- **Empreinte carbone et cycle de vie des énergies.**

Chapitre 5 : Efficacité énergétique et optimisation

- **Rendement des procédés énergétiques.**
- **Analyse exergétique.**
- **Techniques d'amélioration de l'efficacité dans les procédés (isolation, récupération de chaleur, échangeurs).**
- **Audit énergétique industriel.**

Chapitre 6 : Politiques énergétiques et transition

- **Politiques énergétiques nationales et internationales.**
- **Marchés de l'énergie et prix du carbone.**
- **Stratégies de transition énergétique.**
- **Normes ISO (14001, 50001).**

Chapitre 7 : Études de cas et applications industrielles

- **Énergie et procédés pétrochimiques.**

- **Production d'hydrogène et économie de l'hydrogène.**
- **Valorisation énergétique de la biomasse et des déchets.**
- **Études comparatives (fossiles vs renouvelables).**

Mode d'évaluation:
Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

1- ***De Jouvenel, B., 1970, « Le thème de l'environnement, Analyse et prévision », 10, pp. 517533.***
2- ***Faucheux S., Noël J-F, « Economie des ressources naturelles et de l'environnement », Armand Collin, Paris.***
3- ***Reed D. (Ed.), 1999, « 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- **B. Equer, J. Percebois, « Énergie solaire photovoltaïque, 1 : Physique et technologie de la conversion photovoltaïque », Ellipses, 1993.**
6- **P. Gipe, "Wind power : Renewable energy for home, farm, and business", Chelsea green publishing co, 2004.**
7- **A. Filloux, « Intégrer les énergies renouvelables », 2014.**
8- **J. Vernier, « Les énergies renouvelables », 2014.**

Programmes détaillés des matières du semestre 4

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 4.1
Matière 2: Construction mécanique
VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30 VHS: 22h30
Crédits: 4 Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:
Cette matière constitue une introduction à la construction mécanique. Elle s'intéresse essentiellement à l'étude des principaux éléments et solutions d'assemblage des systèmes mécaniques, notamment les assemblages filetés et non démontables, les emmanchements forcés ainsi que les éléments de positionnement et de blocage. Elle vise également à familiariser l'étudiant avec les principes de choix et de représentation des solutions constructives mécaniques.

Connaissances préalables recommandées: Mécanique générale, Dessin industriel, Technologie générale et notions de base sur les matériaux et les procédés de fabrication.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction (2 semaines)
Rôle et domaines de la construction mécanique ;
Fonctions techniques et analyse fonctionnelle.
TD :
Identification des systèmes et composants mécaniques.
Décomposition fonctionnelle d'un mécanisme

Chapitre 2. Les assemblages filetés (3 semaines)
Vis, boulons, écrous et filetage,
Principes de fonctionnement et applications ;
Représentation normalisée
TD :
Identification et lecture des assemblages filetés ;
Choix d'un assemblage fileté ;
Lecture de dessins techniques.

Chapitre 3. Assemblages indémontables (4 semaines)
Principes du soudage,
Rivetage et brasage,
Collage et autres solutions.
Critères de choix des assemblages.
TD :
Identification des assemblages soudés ;
Comparaison des procédés ;
Étude de cas ;
Exercice de synthèse.

Chapitre 4. Assemblages par emmanchement forcé (3 semaines)
Principe de l'emmanchement ;

Conditions de montage et démontage
Applications des emmanchements;
TD :
Identification des applications ;
Exercices d'application ;
Étude d'un assemblage ;

Chapitre 5. Éléments de blocage **(3 semaines)**
Clavettes, goupilles et circlips ;
Positionnement et blocage des pièces;
Synthèse des solutions constructives.
TD :
Identification et fonction
Choix d'une solution
Évaluation / étude globale

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

Références bibliographiques:

1. Buchet Jean David Morvan. *Les engrenages* Ed. : Delcourt G. Productions 01/2004
2. Georges Henriot. *Les engrenages* Ed. : Dunod
3. Alain Pouget , Thierry Berthomieu , Yves Boutron, Emmanuel Cuenot. *Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique* Ed. Hachette Technique
4. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. *Précis de Construction Mécanique*, Tome 1, *Projets-études, composants, normalisation*, AFNOR, NATHAN 2001.
5. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. *Précis de Construction Mécanique, Tome 3, Projets-calculs, dimensionnement, normalisation*, AFNOR, NATHAN 1997.
6. YoudeXiong, Y. Qian, Z. Xiong, D. Picard. *Formulaire de mécanique, Pièces de construction*, EYROLLES, 2007.
7. Jean-Louis FANCHON. *Guide de Mécanique*, NATHAN, 2008.
8. Francis ESNAULT. *Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 1, Principes et Ecoconception*, DUNOD, 2009.
9. Francis ESNAULT. *Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 2, Applications*, DUNOD, 2001.
10. Francis ESNAULT, DUNOD. *Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 3, Transmission de puissance par liens flexibles*, 1999.
11. Bawin, V. et Delforge, C., *Construction mécanique* , Edition originale : G. Thome, Liège, 1986.
12. M. Szwarcman. *Eléments de machines*, édition Lavoisier 1983
13. W. L. Cleghorn. M*echanics of machines*, Oxford University Press, 2008.

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 4.1
Matière 2: Mécanique des fluides
VHS: 67h30 , VHH : 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 détaillée dans la première partie. Ensuite dans la deuxième partie l'étude du mouvement des fluides non visqueux sera considérée

Connaissances préalables recommandées: mathématiques, calcul intégral,

Chapitre 1: Généralités sur la Mécanique des fluides. (02 semaines)
I.1 Qu'est-ce que la Mécanique des fluides ; I.2 Description du mouvement.; I.3 Lignes de courant et trajectoires.; I.4 Configurations d'écoulement : profils de vitesse.; I.5 Rappels d'analyse vectorielle et éléments de calcul indiciel.
Chapitre 2: Propriétés physiques des fluides. (02 semaines)
II.1 Masse volumique; II.2 Compressibilité isotherme; II.3 Tension superficielle; II.4 Viscosité;
II.5 Problème mathématique de la Mécanique des fluides; II.6 Dérivée particulaire; II.7 Conditions aux limites; II.8 Dimensions, équations aux dimensions et unités.
Chapitre 3: Hydrostatique. (03 semaines)
III.1 Loi fondamentale de l'hydrostatique; III.2 Pression hydrostatique dans un fluide incompressible.
III.3Fluide compressible : gaz parfait, III.4 Résultante des forces de pression hydrostatique.; III.5 Force exerces sur une paroi par un fluide.; III.6 Poussée d'Archimède.
Chapitre 4: Conservation de la masse. (02 semaines)
IV.1 Théorème de Leibniz; IV.2 Equation de Continuité; IV.3 Conservation du débit.
Chapitre 5: Fluide parfait. (05 semaines)
V.1 Rappels de Mécanique ; V.2 Théorème de la quantité de mouvement.V.3 Equations d'Euler.; V.4 Théorème de Bernoulli., V.5. Exemples d'application du Théorème de Bernoulli: Sonde de Pitot; Tuyère de Venturi; Vidange instationnaire d'une cuve; V.6 Echappement d'air d'un réservoir sous pression : limite de compressibilité.

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: Contrôlecontinu:40% ; Examenfinal:60%

Référencesbibliographiques:

R.Comolet,'Mécanique des fluides expérimentale', Tomes 1, 2 et 3, Ed. Masson et Cie.
R.Ouziaux, 'Mécanique des fluides appliquée', Ed.Dunod,1978

B.R.Munson,D.F.Young,T.H.Okiishi,'Fundamentals of fluid mechanics', Wiley & sons .R.V.Gilles,'Mécaniquedesfluidesethydraulique:Cours et problèmes',SérieSchaum,McGrawHill,1975.
C.T.Crow,D.F.Elger,J.A.Roberson,'Engineering fluid mechanics', Wiley & sons
R.W.Fox,A.T.McDonald,'Introduction to fluid mechanics', fluid mechanics'
V.L.Streeter,B.E.Wylie,'Fluid mechanics', McGrawHill
F.M.White,''Fluid mechanics', McGrawHill
S. Amiroudine, J. L. Battaglia, 'Mécanique des fluides Cours et exercices corrigés', Ed.Dunod
-N. Midoux, Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique, *Ed. Lavoisier, 1993*.
- M. Fourar, Equations générales, solides élastiques, fluides, turbomachines, similitude, *Ed. Ellipses, 2ème Edition 2015*.

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 4.2
Matière 2: résistance des matériaux
VHS: 45h00 , VHH : 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 (3 semaines)
DES SECTION DROITES
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 :
CC = 40% EX=60%

Références bibliographiques :

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

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 4.2
Matière: Structures métalliques
VHS: 45h00 , VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30
Crédits: 4 Coefficient: 2

La matière « Structures métalliques » en découverte universitaire introduit les bases du dimensionnement, du comportement et de l'utilisation de l'acier et des alliages métalliques dans la construction et l'ingénierie.
Voici un contenu type adapté à un module de découverte :

Contenu de la matière :
Chapitre 1. Introduction
- **Rôle et importance des structures métalliques dans le génie civil et mécanique.**
- **Domaines d'application : bâtiments, ponts, charpentes, tours, réservoirs, etc.**
- **Comparaison avec le béton armé et autres matériaux de structure.**

Chapitre 2. Matériaux métalliques pour structures
- **Aciers de construction : caractéristiques mécaniques (limite élastique, résistance, ductilité).**
- **Propriétés des alliages d'aluminium et autres métaux.**
- **Durabilité, protection contre la corrosion et traitement de surface.**

Chapitre 3. Comportement mécanique des éléments métalliques
- **Notions de contraintes et déformations.**
- **Résistance et stabilité des poutres, poteaux et assemblages.**
- **Flambement et instabilité des éléments comprimés.**
- **Fatigue et comportement à long terme.**

Chapitre 4. Éléments de base des structures métalliques
- **Poutres et portiques.**
- **Poteaux et colonnes.**
- **Treillis et charpentes métalliques.**
- **Planchers et toitures métalliques.**

Chapitre 5. Assemblages
- **Assemblages boulonnés : types de boulons, efforts transmis.**
- **Assemblages soudés : principes et précautions.**
- **Choix du type d'assemblage selon l'application.**

Chapitre 6. Méthodes de calcul et dimensionnement (initiation)
- **Principes généraux de calcul (Eurocode 3, normes équivalentes).**
- **Hypothèses simplificatrices pour structures isostatiques.**
- **Introduction aux méthodes de calcul assisté par ordinateur (logiciels type SAP2000, Robot, ETABS).**

Chapitre 7. Durabilité et maintenance
- **Protection anticorrosion (peintures, galvanisation).**
- **Inspection et entretien des structures métalliques.**
- **Réparation et renforcement.**

Chapitre 8. Aspects environnementaux et économiques
- **Avantages : recyclabilité de l'acier, rapidité de montage.**
- **Limites : coût, sensibilité au feu et à la corrosion.**
- **Développement durable dans la construction métallique.**

Chapitre 9. Applications et études de cas
- **Étude de charpentes métalliques pour hangars industriels.**
- **Exemple de pont métallique.**
- **Comparaison coût/temps entre structure béton et structure métallique.**

<u>Mode d'évaluation</u> :
CC=40% EX=60%

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 4.2
Matière : Matériaux
VHS: 45h00 , VHH : Cours: 1h30, TD: 1h30
Crédits: 4 Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :
Cette matière permet à l'étudiant de connaitre 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 :
CC=40% EX=60%

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 Baïlon. Presses internationales Polytechnique.**
- **Structures et matériaux : L'explication mécanique des formes, James Gordon**

Semestre 4
Unité d'enseignement: UEF 4.2
Matière : Mesure et métrologie
VHS: 45h00, VHH : Cours : 1h30, TP: 1h30
Crédits: 2 Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :
Acquérir les différentes techniques expérimentales et de mesure particulièrement celles utilisées en énergétique. Apprendre à choisir les bons instruments et les bons capteurs pour monter ses propres expériences. Être capable d'apprécier les erreurs.

Connaissances préalables recommandées :
électricité, MDF , appareil de mesures, …

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 jauges 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 à coulisse,
du micromètre et du rapporteur d'angle);

4.2 Mesure des températures, des Débits, des Vitesses, des pressions

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

Travaux pratiques.

Suivant les moyens de l'établissement et la disponibilité du matériel

Mode d'évaluation :

EX=60% CC=40%

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*

10- **R.J. Goldstein, "Fluid Mechanics Measurements", 1983.**
11- **J.O. Hinze, "Turbulence", Mc Graw-Hill Book Cie, Inc, 1975.**
12- **E. Guyon, J.P. Hulin et L. Petit, « Hydrodynamique physique », CNRS Ed. 2001.**

Semestre 4
Unité d'enseignement: UEM 4.1
Matière : Analyse numérique 2
VHS: 45h00 , VHH :(Cours : 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 2 Coefficient: 2

Objectifs :
Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- **présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.**
- **Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.**
- **Savoir développer et mettre en oeuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.**
- **Maîtriser et savoir mettre en oeuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.**
- **Savoir mettre en oeuvre les techniques de base du calcul numérique**

Pré-requis :
Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Contenu de la matière : Chap. 1 Interpolation et approximation polynomiale

1. **Interpolation de Lagrange : existence et unicité du polynôme de Lagrange, Calcul du polynôme de Lagrange, estimation de l'erreur d'approximation.**
2. **Interpolation de Newton : table des différences Divisées, Polynôme de Newton, estimation de l'erreur d'approximation.**
3. **Interpolation de Hermite : existence et unicité du polynôme d'interpolation de Hermite, estimation de l'erreur d'approximation.**
4. **Approximation au sens des moindres carrés : méthode classique des moindres carrés, polynômes orthogonaux, Polynômes trigonométriques, transformée de Fourier rapide.**
5. **Fonctions splines.**

Chap. 2 Dérivation et intégration numérique

1. **Dérivation numérique : dérivée première, formules à deux points, formules à trois points, dérivées d'ordre supérieur, estimation de l'erreur de dérivation.**
2. **Intégration numérique : méthodes de quadrature élémentaires, formules de Newton-Cotes, formules de Gauss, estimation de l'erreur d'intégration.**

Chap. 3 Equations différentielles du premier ordre

1. **Méthode d'Euler-Cauchy : estimation de l'erreur de discrétisation, influence des erreurs d'arrondis, méthode d'Euler implicite**
2. **Méthodes de Runge-Kutta : méthode de Runge-Kutta d'ordre 2, Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4.**
3. **Systèmes d'équations différentielles ordinaires du premier ordre.**
4. **Problèmes aux conditions aux limites : méthode des différences finies, exemple simple 1D avec conditions de Dirichlet, Neumann et mixtes.**

Travaux Pratiques :

1. **Interpolation et approximation polynômiale**
2. **Dérivation et intégration numérique**
3. **Equations différentielles du premier ordre**

Modalités d'évaluation :

CC=40% EX=60%

Bibliographie

[1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
[2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
[3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
[4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, applied numerical methods using matlab, John Wiley end sons (2005).
[5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
[6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
[7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
[8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
[9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
[10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
[11] JacquesRappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
[12] Nicholas J. Higham, accuracy and stability of numerical algorithms, siam (1996).
[13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

Semestre 4
Unité d'enseignement: UEM 4.1
Matière 2: Conception assisté par ordinateur
VHS: 45h00, VHH : (TP: 3h00)
Crédits: 3 Coefficient: 2

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, DAO
Contenu de la matière :
Chapitre 0 : Rappels sur le dessin technique (3 semaines)

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

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

1. **Introduction et historique du DAO**
2. **Configuration du logiciel choisis**
3. **Éléments de référence du logiciel (aides du logiciel, tutoriels, etc.)**
4. **Sauvegarde des fichiers (fichier de pièce, fichier d'assemblage, fichier de mise en plan, procédure de sauvegarde pour une remise à l'enseignant)**
5. **Communication et interdépendance entre les fichiers.**

Chapitre 2 : NOTION D'ESQUISSES (3 semaines)

1. **Les outils d'esquisses (point, segment de droite, arc, cercle, ellipse, polygone, etc.) ;**
2. **Relations d'esquisses (horizontale, verticale, égale, parallèle, collinaire, fixe, etc.) ;**
3. **Cotation des esquisses et contraintes géométrique.**
4. **Modélisation 3d (1ère partie)**

Chapitre 3. MODELISATION 3D (3 semaines)

1. **Notions de plans (plan de face, plan de droite et plan de dessus)**
2. **Fonctions de bases (extrusion, enlèvement de matière, révolution)**
3. **Fonctions d'affichage (zoom, vues multiples, fenêtres multiples etc.)**

3.5 Les outils de modifications (Effacer, Décaler, Copier, Miroir, Ajuster, Prolonger, Déplacer)
3.6 Réalisation d'une vue en coupe du modèle.

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

1. **Édition du plan et du cartouche**
2. **Choix des vues et mise en plan**
3. **Habillages et Propriétés objets (Les hachures, la cotation, le texte, les tableaux, etc...**

Chapitre5 : ASSEMLAGES (2 semaines)

1. **Contraintes d'assemblage (parallèle, coïncidence, coaxiale, fixe, etc.):**
2. **Réalisation de dessins d'assemblage**

3. **Mise en plan d'assemblage et nomenclature des pièces**
    1. **Vue éclatée.**

Mode d'évaluation :
CC= 100%
Références bibliographiques :

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

Semestre 4
Unité d'enseignement: UET 4.1
Matière : Technique d'information et de communication
VHS: 45h00 (Cours, VHH : Cours 1h30, TD/TP : Atelier
Crédits: 2 Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:
Ce cours a pour objectif de développer chez les étudiants les compétences transversales nécessaires à la communication des savoirs scientifiques. Il vise à maîtriser la recherche documentaire et l'usage des outils numériques (TIC) pour collecter et organiser l'information, à rédiger des documents scientifiques clairs et bien structurés (introduction, méthodologie, résultats, discussion selon le schéma IMRaD), à réaliser des présentations orales convaincantes et adaptées à l'auditoire, et à respecter les règles d'éthique et d'intégrité (notamment l'intégrité intellectuelle lors de la citation des sources). Le cours insiste sur la clarté et la concision du style scientifique – la rédaction doit être « précise, claire, concise » – ainsi que sur la déontologie des communications (éviter le plagiat, citer correctement les sources, etc.).

Prérequis :

Les étudiants doivent disposer d'un niveau bac scientifique ou équivalent, avec une bonne maîtrise du français écrit et oral. Des connaissances de base en informatique sont recommandées (traitement de texte, navigation Internet, messagerie).

Contenu de la matière:
Chapitre 1 : Introduction à la communication scientifique 1 semaines
Présentation du cours, enjeux de la communication scientifique (écrite et orale), exemples de supports (articles, rapports, exposés). Sensibilisation à l'importance de l'intégrité et de l'éthique dans le travail universitaire.

Chapitre 2 : Recherche documentaire et TIC 1 semaines
Initiation à la recherche d'information en ligne : moteurs de recherche, bases de données universitaires (Google Scholar, Persee, bibliothèques numériques). Utilisation des opérateurs booléens (ET, OU, SAUF) pour affiner les recherches. Présentation des compétences numériques de base (traitement de texte, tableurs, logiciels de présentation).

Chapitre 3 : Référencement et bibliographie 1 semaines
Principes de la citation et normes bibliographiques (formats APA, IEEE, autres). Règles anti-plagiat : comment citer et paraphraser correctement. Importance de noter scrupuleusement tous les éléments bibliographiques. Introduction à un logiciel de gestion de références (Zotero, Mendeley).

Chapitre 4 : Structure d'un document scientifique 1 semaines
Présentation de la structure standard d'un article ou rapport (schéma IMRaD) : rôle de chaque partie (introduction, méthodologie, résultats, discussion, conclusion). Importance d'un titre clair et informatif. Discussion sur la logique générale du document (problématique, hypothèses).

Chapitre 5 : Rédaction du document scientifique 3 semaines
Rédaction de l'introduction et du résumé (abstract) :
Comment rédiger une introduction efficace : présentation du contexte, formulation de la question de recherche et des objectifs. Écrire un résumé (abstract) informatif : structure (contexte, objectif, méthodes, résultats, conclusion) et mots clés. Techniques pour accrocher le lecteur dès le départ.
Rédaction de la méthodologie et des résultats :
Conseils de rédaction pour la section méthodologie (description précise des procédures, matériel, conditions) et résultats (présentation claire des données, utilisation de tableaux/figures). Distinction entre faits (résultats) et interprétation (discussion). Règles de clarté : phrases simples, voix active/précision des verbes.
Discussion, conclusion et style :

Rédiger la discussion (mettre les résultats en perspective, comparer à d'autres travaux) et formuler une conclusion concise. Règles de style en rédaction scientifique : clarté, concision et précision du langage, gestion de la cohérence et de la cohésion (connecteurs logiques). Erreurs fréquentes à éviter.

Chapitre 6 : Introduction à l'exposé oral et Techniques de prise de parole 2 semaines
Méthodologie de la présentation orale : préparer un plan (introduction, développement, conclusion), définir son objectif et connaître son auditoire. Importance d'une introduction engageante (accroche), d'une conclusion récapitulative.
Techniques de prise de parole :
Techniques corporelles et vocales pour capter l'attention : posture, gestuelle, regard, variations de ton et de rythme. Gestion du stress et du trac. Bonnes pratiques : ne pas lire ses notes mot à mot, n'emporter que des mots-clés pour éviter de « dormir » l'auditoire. Usage de supports (papier, diapos).

Chapitre 7 : Supports visuels et TIC pour l'exposé 1 semaines
Utilisation des outils informatiques (PowerPoint, Beamer…) pour créer des diapositives. Principes de base : diapositives lisibles et épurées (KISS), usage de schémas/images pertinents, police et couleurs adaptées. Ne pas surcharger les slides. Démonstration de logiciels de capture d'écran ou de montage pour la recherche de contenu scientifique (Zotero, bases de données, Google Drive).

Chapitre 8 : Expression écrite professionnelle 1 semaines
Techniques de communication écrite hors article : rédaction d'emails académiques (objets clairs, formules de politesse), compte-rendus de réunion, synthèses de projet. Notions de style formel (objectivité, impersonalité). Orthographe et grammaire – revue des erreurs fréquentes (accords, conjugaison, confusions de mots).

Chapitre 9 : Communication interpersonnelle et écoute 1 semaines
Dynamiques de communication en groupe : écoute active, argumentation, reformulation. Rôle de l'oral dans le travail en équipe. Techniques pour présenter et défendre ses idées dans un débat ou un petit groupe.

Chapitre 10 : Éthique et intégrité académique 1 semaines
Principes d'éthique universitaire : intégrité, honnêteté intellectuelle, respect des résultats et des personnes. Exemples de manquements (plagiat, fabrication de données, usurpation d'auteurs). Présentation des chartes et réglementations universitaires nationales (obligations et sanctions). Insister sur l'importance de l'« intégrité intellectuelle » dans la recherche.

Chapitre 11 : Normes et usages scientifiques 1 semaines
Récapitulation des normes internationales de publication (revue à comité de lecture, factor d'impact, peer-review). Formats standards (APA, etc.) vus plus tôt. Règles de présentation des examens et rapports (marges, police, pagination). Introduction à la rédaction d'un mini-projet ou rapport de stage.

Ateliers:
Atelier : Exercice de prise de notes lors d'une courte vidéo ou d'un texte scientifique ; mise en commun des techniques efficaces de prise de notes (écoute active, mots-clés, organisation).

ATL 2 : Atelier de recherche bibliographique : trouver 5 références pertinentes sur un thème donné, les télécharger ou en extraire les résumés; évaluation critique de la fiabilité des sources (évaluateur, date, contenu).
ATL 3 : Exercice de citation : repérer et formater les références dans un texte donné. Création d'une bibliographie selon un style donné.
ATL 4 : Rédaction d'un plan détaillé (IMRaD) pour un sujet de recherche donné (par exemple, un problème scientifique simple), en identifiant les idées-clés de chaque section.
ATL 5 :

- **Rédaction d'un résumé de 150-200 mots à partir d'un article scientifique ou d'un court exposé fourni. Exercices de reformulation d'arguments pour l'introduction.**
- **Exercice de rédaction : décrire brièvement une méthode ou expérience simple sur la base d'un protocole donné. Création de tableaux ou graphiques à partir de données simulées.**
- **Atelier de révision : à partir d'un paragraphe scientifique volontairement confus, retravailler la formulation pour la rendre plus claire et concise. Correction de phrases longues ou alambiquées.**

ATL : 6

- **Exercice de préparation d'exposé : chaque étudiant prépare en quelques minutes un mini plan oral sur un sujet simple, puis le présente brièvement. Feedback sur l'argumentation et la structure.**
- **Courtes présentations orales individuelles sur un thème familier, avec enregistrement vidéo optionnel. Auto-évaluation et retours du groupe sur la voix et la gestuelle.**

ATL 7 : Réalisation d'un court diaporama (3–5 diapositives) sur un sujet scientifique simple. Échanges sur l'efficacité visuelle.
ATL 8 :Rédaction d'un e-mail professionnel à un professeur ou à un encadrant (demande d'information, dépôt de projet). Correction collaborative d'un texte pour éliminer les fautes courantes.
ATL 9 :Jeu de rôle : débat structuré sur un sujet scientifique (avec prise de tour de parole), ou feedback pair-à-pair sur un mini-exposé.
ATL 10 :Mise en forme sous Word ou LaTeX d'un document type (page de garde, sommaire, chapitres, bibliographie).

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

Références bibliographiques :

1. **D. Lindsay & P. Poindron (2011), Guide de rédaction scientifique : L'hypothèse, clé de voûte de l'article scientifique, Éditions Quae, Versailles.**
2. **J.E. Harmon & A.G. Gross (2010), The Craft of Scientific Communication, University of Chicago Press.**
3. **Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Algérie), Charte d'éthique et de déontologie universitaires, 2010 (voir notamment l'accent sur l'intégrité académique), https://www.mesrs.dz/index.php/fr/ethique-et-deontologie/charte-ethique-et-deontologie/.**
4. **Baril. D (2008), Techniques de l'expression écrite et orale, Sirey .**
5. **Jean-Denis Commeignes (2013), 12 méthodes de communications écrites et orale – 4éme édition, Michelle Fayet et Dunod.**
6. **Cardon, D. (2019). *Culture numérique,* Paris, Presses de Sciences Po**

7. **Frédéric Wauters (2023). Rédiger efficacement à l'ère du digital Techniques de communication écrite, 2e édition - ISBN 978-2-8073-3772-5.**
8. **Chartier, M. (2013). Le guide du référencement web. First.**
9. **Duarte, N. (2019). *DataStory: Explain Data and Inspire Action Through Story* Story Paperback. IdeapressPublishing.ISBN-10 : 1940858984**
10. **Levan, S. K. (2000). *Le projet Workflow* Concepts et outils au service des organisations. Eyrolles.**
11. **Anderson, C. (2016). *TED Talks: The Official TED Guide to Public Speaking* (1st edition). Houghton Mifflin Harcourt.**
12. **Reynolds, G. (2009). *Présentation Zen : Pour des présentations plus simples, claires et percutantes* . Pearson.**
13. **Thierry , L. (2014). Introduction à la communication - 2ème. Dunod.**

Serres, A. (2021). *Dans le labyrinthe : Évaluer l'information sur internet*. C&F Éditions

Programmes détaillés des matières du semestre 5

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEF 5.1 IGMF 5.1
Matière : Construction mécanique 1
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:
Cette matière constitue un approfondissement des connaissances acquises en construction mécanique. Elle s'intéresse essentiellement à l'étude des tolérances et ajustements, des systèmes de guidage en rotation et en translation ainsi qu'au dimensionnement des éléments mécaniques soumis à différentes sollicitations. Elle aborde également les principes de choix et d'intégration des composants mécaniques dans la conception de mécanismes simples.

Connaissances préalables recommandées: Mécanique rationnelle, Dessin industriel, Résistance des matériaux, Technologie mécanique et Construction mécanique de base.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Tolérances et ajustements (3 semaines)
Tolérances dimensionnelles;
Systèmes d'ajustements.
Ajustements fonctionnels.

TD :
Lecture de cotations.
Exercices de choix d'ajustements.
Études de cas.

Chapitre 2. Guidage en rotation (3 semaines)
Principes du guidage en rotation;
Roulements : types et caractéristiques;
Montage et positionnement des roulements.
TD :
Identification des solutions;
Choix d'un roulement;
Analyse d'un montage.

Chapitre 3. Guidage en translation (4 semaines)
Principes et solutions technologiques;
Glissières et systèmes de guidage;
Critères de choix d'un guidage.
TD :

Identification des systèmes;
Comparaison des solutions;
Étude de cas.

Chapitre 4. Dimensionnement des éléments mécaniques (3 semaines)

Sollicitations mécaniques;
Flexion et torsion;
Vérification simplifiée des éléments.
TD :
Exercices de traction, compression et cisaillement;
Applications numériques;
Étude d'un composant.

Chapitre 5. Conception d'un mécanisme simple (3 semaines)

Démarche de conception;
Choix et intégration des composants;
Présentation de la solution constructive.
TD :
Analyse d'un cahier des charges;
Conception d'une solution;
Étude / mini-projet.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEF 5.1 IGMF 5.2
Matière 2 : Mécanique analytique
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

L'enseignement de cette matière donne à l'étudiant les outils nécessaires pour analyser un problème de mécanique, de choisir la méthode de résolution la plus appropriée par rapport à la nature du problème, de ses données et de ses inconnues. La matière est scindée en deux parties ; la première partie concerne la dynamique du solide par l'utilisation de la mécanique classique, alors que la seconde partie concerne la mécanique analytique en utilisant les principes énergétiques dans la résolution des problèmes de la mécanique.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique rationnelle, Physique1, Mathématiques

Contenu de la matière:

Partie A : compléments de mécanique du solide

Chapitre 1:**Dynamique du solide (3 semaines)**

Mouvement de translation, mouvement de rotation autour d'un axe fixe, mouvement plan. Mouvement d'un solide à un point fixe dans l'espace, équation d'Euler, angles d'Euler, le mouvement d'un solide dans l'espace. Mouvements à force centrale.

Chapitre 2: Eléments de cinétique (1 semaine)

Tenseur d'inertie. Energie cinétique

Partie B : Mécanique analytique

Chapitre 3 : Notions fondamentales (2 semaines)

Liaisons mécaniques et leurs classifications, systèmes mécaniques et leurs classifications, équation de liaison, déplacements possibles et virtuels, degrés de liberté, travail des forces de liaisons, coordonnées et vitesses généralisées, équations de transformation de coordonnées.

Chapitre 4 : Principe des travaux virtuels (1 semaine)

Chapitre 5 : Principe d'Alembert (1semaine)

Chapitre 6 : Equationde Lagrange de première espèce (1 semaine)

Chapitre 7 : Equation de Lagrange de deuxième espèce (3 semaines)

Chapitre 8 : **Equation de Hamilton (3 semaines)**

Formalisme de Hamilton, Equation de Hamilton, Equation de Routh.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. S. Targ, « Éléments De Mécanique Rationnelle », éditions Mir, Moscou.
2. J. Starjinski, « Mécanique rationnelle » , édition Mir, Moscou.
3. V. I. Arnold, « Les méthodes mathématiques de la mécanique classique », Editions Mir, Moscou.
4. H. Cabannes, « Problèmes de mécanique générale », Dunod.
5. M. Combarnous, D. Desjardin& C. Bacon, « Mécanique des solides et des systèmes : Cours et exercices corrigés », Dunod.
6. W. B. Kibble & F. H. Berkshire, "Classical Mechanics", 5th Edition, Imperial College Press.
7. G. Kotkine& V. Serbo, « Recueil de problèmes de mécanique classique- réponses et solutions », éditions Mir, Moscou.
8. Jozef HERING, « Cours de mécanique, Mécanique analytique », OPU, Alger, 1993.

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEF 5.1 IGMF 5.3
Matière : Automatisation des systèmes industriels
VHS :67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'assimilation des connaissances fondamentales dans le domaine de l'automatique, et l'acquisition des notions nécessaire à la commande de processus industriels.En général c'est connaitre définir, implanter les règles de commande d'un système à partir de la connaissance du comportement dynamique du procédé à automatiser et des objectifs à atteindre.

Connaissances préalables recommandées :

Mathématique, régulation, construction mécanique, électricité…..

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction, systèmes de commande, systèmes de supervision, ManufacturingExecution system (MES). (2 Semaines)

Chapitre 2: Systèmes automatisés (Contrôle et commande industriels) (3 Semaines)

- Introduction
- Objectif de l'automatisation des systèmes industriels
- Rentabilité d'un automatisme
- Cycle de vie d'un système industriel
- Conception modulaire
- Implantation

Chapitre 3: Systèmes d'applications de supervision (2Semaines)

Chapitre 4: Structure des automates programmables (4Semaines)

- rôle d'un automate, principes de la logique programmable,
- principe de l'automate programmable,
  Technologie de réalisation
- les automates programmables virtuels (Soft PLC)

Chapitre 05: Interface industrielles et dispositifs de sécurité (2Semaines)

TP Automatisation des systèmes industriels

Visite des entreprises (chaines de production automatisées) et TP Selon la disponibilité des moyens

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. *Henri Bourles. « Systèmes linéaires de la modélisation à la commande ». Editions Lavoisier 2006, Paris.*
2. *Jean Marie Flans. « La régulation industrielle ». Hermès 1994 ; Paris.*
3. *Philippe de Larminat. « Automatique commande des systèmes linéaires ». Editions Hermès 1996 ; Paris*
4. *Patrick Prouvost. « Automatique – Contrôle et régulation », Edition Dunod 2010.*
5. *Yves GRANJON. « Automatique ». Edition Dunod 2010*
6. *Olivier Le Gallo. « Automatique des systèmes mécaniques ». Edition Dunod, 2009.*
7. *Gérard Boujat, Patrick Anaya. « Automatique industrielle », Edition Dunod, 2007.*
8. *JANET Maurice. « Précis de calcul matriciel et de calcul opérationnel », Edition Euclide 1982.*
9. *Patrick Prouvost. « Automatique – Contrôle et régulation ». Edition Dunod, 2010.*

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEF 5.2 IGMF 5.4
Matière 1 : Mécanique de la rupture et fatigue
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif du cours de mécanique de la rupture procure des méthodes de calcul et d'analyse permettant l'optimisation de la conception et le design des structures en prenant en considération les concepts : suivi, fiabilité et économique. Elle offre également un contrôle rigoureux des structures sensible aux agressions imprévisibles des fissures.

Connaissances préalables recommandées:

Matériaux et méthodes numériques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Structure, matériaux et propriétés **(1 semaines)**
Chapitre 2 : La fatigue des matériaux **(3 semaines)**
Chapitre 3 : Mécanique linéaire de la rupture **(4 semaines)**
Chapitre 4 : Etude de comportement du matériau au voisinage d'une fissure **(4 semaines)**
Chapitre: Les lois de fissuration par fatigue **(3 semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques:

1- *RECHO Naman, Mécanique de la rupture par fissuration - Aspects théorique, conceptuel et numérique, Editeur : Lavoisier, 2012.*
2- *Alain Cardou, Plasticité, fatigue et rupture des matériaux métalliques : modèles mécaniques, Editeur : Loze-Dion éditeur, 2006.*
3- *Dominique François, André Pineau, André Zaoui, Viscoplasticité, endommagement, mécanique de la rupture et mécanique du contact, Hermes – Lavoisier, 2009.*
4- *Claude Bouhelier, Mécanique de la rupture seuil de propagation, propagation des fissures par fatigue, Éditeur : CETIM – Centre Technique des Industries Mécaniques, 1989.*
5- *RECHO Naman, Mécanique de propagation et de bifurcation des fissures, HERMES SCIENCE PUBLICATIONS / LAVOISIER, 2012.*
6- *Clément Lemaignan, La rupture des matériaux, Editeur : Edp Sciences, 2003.*
7- Dominique François, Endommagement et rupture de matériaux, *Editeur : Edp Sciences, 2004.*

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEF 5.2 IGMF 5.5
Matière 2 : Cristallographie
VHS :67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement:

- Acquérir les connaissances et les compétences permettant de faire face aux problèmes théoriques et expérimentaux relatifs aux matières enseignées dans ce module .
- Savoir exploiter la symétrie pour expliquer les phénomènes physiques.
- Permettre aux étudiants d'acquérir la stéréochimie des structures métalliques et ioniques classiques

Connaissances préalables recommandées:

Science des Matériaux.

Chapitre 1 : Les différentes classes de la matière solide (3 semaines)

I- Qu'est-ce que un solide ?
II- Structures d'un solide
III- Constituants d'un solide

Chapitre 2 : Cristallographie géométrie : Notions de base (2 semaines)

I- Lois et Postulas
II- Structures internes : unité asymétrique chimique ; le motif ; nœuds ; réseau ; rangée ; plan réticulaire ; la maille élémentaire.

Chapitre 3 : Cristallographie géométrie : Symétrie cristalline (2 semaines)

I- Définition et notations des éléments de symétrie d'orientation
II- Définition et notations des éléments de symétrie avec translations.
III- Représentation stéréographique des éléments de symétrie

Chapitre 4 : Classes cristallines & Groupes d'espace (4 semaines)

I- Association des éléments de symétrie
II- Groupes ponctuels de symétrie
III- Systèmes cristallins
IV- Modes de réseaux
V- Groupes spatiaux
VI- Notions de radiocristallographie : Diffraction des rayons X ; Technique de diffraction des rayons X ; Réseau réciproque

Travaux pratiques

- La symétrie cristalline.
- Modèles métalliques
- Modèles ioniques
- Diffraction des Rayons X

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Eléments de radiocristallographie. publisud. 1990
2. Cristallographie geometrique et radiocristallographie : cours et exercices corrigés. Pari Dunod. 2007
3. Exercices et problemes de cristallographie. Cépadxués. 2002

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEF 5.2 IGMF 5.6
Matière 1 : Matériaux non métalliques
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Initier les étudiants à la science des matériaux non métalliques en leur permettant d'acquérir les connaissances propres à ces matériaux. On s'intéressera en particulier, aux matériaux polymères, aux céramiques ainsi qu'aux matériaux composites.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances des sciences de bases acquises en tronc commun.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : **Généralités sur les matières plastiques** **(02 semaines)**
Structures et propriétés, Mise en œuvre, Normalisation.

Chapitre 2 : **Présentation des matériaux polymères** **(03 semaines)**
Nature et structure des matériaux polymères, La chaine macromoléculaire, Polymères thermoplastiques et thermodurcissables, Les élastomères, Polymères amorphes et polymères semi-cristallins, Propriétés des matériaux polymères, Propriétés mécaniques, Propriétés physiques, Essais thermomécaniques, Comportement à long terme (vieillissement), Combustion. Mise en forme des polymères. Polymérisation par addition ou condensation.

Chapitre 3 : **Verre et Céramiques** **(03 semaines)**
Structures des verres minéraux. Types de céramiques et domaines d'utilisation. Fabrication et microstructure des céramiques. Fabrication et mise en forme des verres. Propriétés mécaniques, électriques, thermiques et optiques. Dégradation des céramiques.

Chapitre 3:**Matériaux composites** **(04 semaines)**
Association de matériaux et anisotropie. Constituants, propriétés des constituants. Elaboration, mise en forme et propriétés des différentes familles de composites : matrice polymère, matrice métallique, matrice céramique, mousses. Problème d'assemblage et d'usinage. Essais mécaniques. Spécificités du comportement mécanique des matériaux composites. Calcul : homogénéisation, loi des mélanges, loi de comportement, critère de rupture.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Wilfried Kurz, Jean P. Mercier. « Introduction à la science des matériaux », 2ième édition, 1991.
2. Marc Carrega et Coll, « Matériaux polymères ». Dunod, 2000.
3. « Traités des matériaux , Matériaux polymères : propriétés mécaniques et physiques ». Presses polytechnique et universitaire Romandes. 2001.

Semestre 5
Unité d'enseignement : UEM 5.1 IGMF 5.7
Matière : Projet Tutoré 1
VHS : 45h00 (TD : 3h00)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Définir la méthode de présentation des modules pour chaque Projet.
(Méthodes : Séminaires, Conférences, Sorties en entreprise, mini projets)

Projet tutoré 1 : visite chantier (découverte)
Projet tutoré 2 : séminaire, journée d'étude
Projet tutoré 3 : Mini projet 1 (avec présentation)
Projet tutoré 4 : Mini projet 2 (avec présentation)
Projet tutoré 5 : Visite chantier (chaine de production)
Projet tutoré 6 : Présentation individuelle (sur l'un des sujets cités).

Sujets :

- Fiabilité des systèmes
- Maintenance et sécurité industrielle.
- Création d'entreprise et démarches
- Introduction à l'intelligence artificielle
- Introduction à l'innovation
- Control non destructif
- Réparations et Interventions
- Eco-Fabrication
- Capteurs et techniques de mesure
- Tribologie et lubrification des systèmes mécanique
- Management de la qualité
- Risques industriels et techniques de sécurité
- Facteurs humains
- Impression 3D

Semestre : 5
Unité d'enseignement UEM 5.1 IGMF 5.8
Matière : Organisation et méthodes de maintenance
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Ce programme permet à l'étudiant d'acquérir la formation nécessaire sur l'organisation de la maintenance au sein d'une entreprise, les méthodes de gestion du coût et des stocks.

Connaissances préalables recommandées :
Notions de base en maintenance, lois de probabilités.

Contenu de la matière :

Chapitre 1:Organisation de la maintenance (3 semaines)
Place de la maintenance dans la structure générale -Organisation interne de la maintenance -Moyens humains -Moyens matériels

Chapitre 2 :Coûts de la maintenance : (6 semaines)
-Composition des coûts -Analyse des coûts et méthode ABC - Entretien préventif optimal - Exemple de calcul de la MTBF- Optimisation du remplacement par l'utilisation du modèle des probabilités - Choix entre le maintien et le remplacement -Durée de vie économique -Déclassement de matériel.

Chapitre 3 : Gestion des stocks et des approvisionnements (4 semaines)
Catalogue du système, lire les schémas d'une installation,

Chapitre 4 : Utilisation de l'outil informatique dans la maintenance (2 semaines)
La gestion de maintenance assistée par ordinateur ; Introduction et exemple d'exécution.

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.

Références bibliographiques:

1- François Manchy, Jean Pierre Vernier : Maintenance : méthodes et organisations. 3ème édition DUNOD ;
2- *Jean-Claude Francastel, Ingénierie de la maintenance : De la conception à l'exploitation d'un bien, Editeur(s) : Dunod, L'Usine Nouvelle, Collection : Technique et ingénierie - Gestion industrielle, 2009.*

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UEM 5.1 IGM 5.9
Matière : Maintenance préventive
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Faire apprendre à l'étudiant les objectifs de la Maintenance Préventive tels que : l'augmentation de la durée de vie des matériels, la diminution de la probabilité des défaillances en service, la diminution du temps d'arrêt en cas de révision ou de panne, comment éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, l'amélioration des conditions de travail du personnel de production, la diminution le budget de maintenance, la suppression des causes d'accidents graves, etc.

Connaissances préalables recommandées :
Eléments de machines, Transfert thermique et Electrotechnique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Les types de la maintenance préventive (2semaines)
La maintenance systématique, la maintenance conditionnelle, la maintenance prévisionnelle.

Chapitre 2 : Mise en œuvre de la maintenance préventive (4semaines)
Définition du plan de maintenance préventive systématique, conditionnelle et prévisionnelle, définition et intégration des moyens de surveillance, planification et mise en œuvre du plan de maintenance préventive, exploitation des informations recueillies, mise à jour et optimisation du plan de maintenance préventive.

Chapitre 3: Les différents niveaux de maintenance. (9semaines)
Réglages simples ne nécessitant pas le démontage ou l'ouverture de l'équipement, exemple. Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opérations mineures de maintenance préventive, exemple. Identification et diagnostic de pannes, exemple. Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive {l'exception de la rénovation et de la reconstruction, exemple. Tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confiés à un atelier central de maintenance ou à une entreprise prestataire de services, exemple.

Mode d'évaluation:
Examen : 100%.

Références bibliographiques:
1. Jean Heng. Pratique de la maintenance préventive - 3ème édition: Mécanique. Pneumatique. Hydraulique. Électricité. Froid, 2011.
2. Who, World Health Organization, Unaids. Manuel De Gestion, Maintenance Et Utilisation :du matériel de la chaine du froid pour le sang, 2008.
3. François Monchy, Jean-Pierre Vernier. Maintenance. Méthodes et organisations pour une meilleure productivité. Collection: Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle, 3ème édition, 2012.

Semestre : 5
Unité d'enseignement : UED 5.1 IGMF 5.10
Matière : Recyclage et valorisation des déchets
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Reconnaître les notions de base en rapport avec les déchets solides, leurs vieillissements, leurs dégradations ainsi que les différents procédés de valorisation de ces résidus.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances des sciences de bases acquises en tronc commun.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Définitions et généralités sur les déchets et le recyclage (2 semaines)

Chapitre II : Analyse de cycle de vie d'un produit (3 semaines)

Chapitre III. Valorisation des déchets (2 semaines)

Chapitre IV : Recyclage des déchets (3 semaines)

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. BALET J.-M., « Aide-mémoire de Gestion des déchets », Dunod, 2e édition, 2008, 248 pages, ISBN 978-2-10-051627-8.
2. -Journal officiel algérien N°77, 15 Décembre 2001.
3. Brahim Djemaci, « La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité « ; Environmental Sciences. Université de Rouen, FRANE ,2012.
4. Abrassart C, « Introduction à l‟Analyse du Cycle de Vie et ses applications », cours, Ecole polytechnique de Montréal, 2011.
5. 5-Abrassard C., Aggeri F., « La naissance de l‟éco-conception, Du cycle de vie du produit au management environnemental produit », Responsabilité et environnement, n° 25, Janv. 2002
6. Caillol S., (2008), «Analyse de cycle de vie et éco -conception: les clés d‟une chimie nouvelle», Annales des Mines -Réalités industrielles, novembre, p.34-41.
7. Butel-Bellini B., Janin M., (1999), «Ecoconception : état de l‟art des outils disponibles », Techniques de l‟ingénieur, p.1-12.
8. Puaut M., (2008), «L‟éco-conception: une valeur ajoutée pour les entreprises et un enjeu futur de compétitivité?», Annales des Mines-Réalités industrielles, p.85–93.
9. Matthieu Puigt, « Gestion des déchets. Une introduction », IUT du Littoral Côte d‟Opale Licence Professionnelle GRIT, FRANCE. Cours. Année universitaire 2015–2016.
10. Alain Damien, « GUIDE DU TRAITEMENT DES DÉCHETS ; Réglementation et choix des procédés », 6e édition, Dunod, Paris, 2002, 2004, 2006, 2009, 2013 ISBN 978-2-10- 058532-8
11. Denis Bouyer , « Le traitement des déchets, Laboratoire de Génie des Procédés d‟élaboration des Bioproduits » ; Licence Professionnelles ALIPACK ; Université Montpellier 2 .

12. CHENANE A., « Analyse des coûts de la gestion des déchets ménagers en Algérie à travers la problématique des décharges publiques : Cas des communes de la wilaya de TiziOuzou ». Faculté des sciences économiques et de gestion, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
13. Jean-Pierre MICHEL, « Propriétés mécaniques des matériaux ;Critères de choix et méthodes de sélection », B U L L E T I N D E L ' U N I O N D E S P H Y S I C I E N S, École des Mines - Parc de Saurupt - Nancy, France.
14. MOUPELE N.G., « Proposition d‟un plan de gestion des déchets applicable dans les pays en développement », université de PORTO, 2013.111 70.
15. Utilisation des déchets et sous-produits en technique routière, Rapport préparé par un groupe de recherche routier de L'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique, Paris, septembre 1977.

Semestre 5
Unité d'enseignement : UET 5.1 IGMF 5.11
Matière : Anglais technique en relation avec la spécialité
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Programme détaillé par matière du semestre 6

Semestre : 6
Unité d'enseignement : UEF 6.1 IGMF 6.1
Matière : Construction mécanique 2
VHS : 67H30 (cours : 1h30 ; TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière constitue la suite de la Construction mécanique 1. Elle s'intéresse essentiellement aux calculs de dimensionnement des principaux éléments de transmission du mouvement et de la puissance des machines, notamment les engrenages, les arbres et les axes. Elle aborde également l'étude technologique générale des mécanismes de transmission, tels que les transmissions par courroies et chaînes, les réducteurs, les boîtes de vitesses, les accouplements, les embrayages et les freins.

Connaissances préalables recommandées: Mécanique rationnelle, Dessin industriel, Résistance des matériaux, Technologie mécanique et Construction mécanique 1.

Contenu de la matière:

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

Fonction et principe des engrenages;
Engrenages cylindriques et coniques;
Rapport de transmission.
TD :
Identification des différents types;
Exercices géométriques;
Applications numériques

Chapitre 2 : Arbres et Axes **(3 semaines)**

Fonctions et différences entre arbres et axes;
Sollicitations des arbres;
Dimensionnement simplifié des arbres.
TD :
Identification sur systèmes réels;
Exercices de calcul;
Étude d'un arbre.

Chapitre 3 : **Transmission de mouvement** **(3 semaines)**

Principes de transmission;
Transmission par courroies et chaînes;
Puissance, couple, vitesse et rendement;
TD :
Analyse fonctionnelle;
Choix d'une solution;

Applications numériques.

Chapitre 4 : Réducteurs et boîtes de vitesses (3 semaines)

Fonction et architecture des réducteurs;
Trains d'engrenages;
Analyse d'une boîte de vitesses.
TD :
Identification des composants;
Calcul des rapports de réduction;
Étude d'un mécanisme réel.

Chapitre 5 : Accouplements, embrayages et freins (3 semaines)

Accouplements et fonctions;
Embrayages et freins;
Intégration des organes dans un système de transmission.
TD :
Choix d'un accouplement;
Analyse du fonctionnement;
Projet / étude de système complet.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40 %; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Buchet Jean David Morvan, « Les engrenages », Ed. Delcourt G. Productions 01/2004.
2. Georges Henriot, « Les engrenages », Ed. Dunod.
3. F. Esnault, « Construction mécanique. Transmission de puissance », volume 3, Ed. Dunod.
4. Alain Pouget, Thierry Berthomieu, Yves Boutron, Emmanuel Cuenot. « Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique ». Ed. Hachette Technique.
5. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. « Précis de Construction Mécanique : Projets-études, composants, normalisation », Tome 1, Afnor, Nathan 2001.

R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. « Précis de Construction Mécanique : Projets-calculs, dimensionnement, normalisation », Tome 3, Afnor, Nathan 1997

Semestre : 6
Unité d'enseignement : UEF 3.2.1
Matière 2 : Rhéologie des matériaux
VHS : 67h30 (Cours : 1h30 ; TD : 1h30, TP 1h30)
Crédits : 5
Coefficient :32

Objectifs de l'enseignement:
La matière rhéologie est l'occasion permettant à l'étudiant de prendre connaissance du comportement fonction du temps des matériaux.

Connaissances préalables recommandées:
Mécanique des milieux continus et Résistance des matériaux.

Contenu de la matière:

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 fluage. 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 uni-axial (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; Fluage; Recouvrance; Relaxation; Effacement ; Traction. La souplesse de fluage, le module de relaxation et le temps caractéristique.

Chapitre 3. Comportement viscoélastique sous un chargement cyclique (2Semaines)
Réponse des modèles viscoélastiques aux vibrations; Modèle de Maxwell. Modèle de Kelvin.

Chapitre 4. Principe de superposition de Boltzmann (1Semaines)

TP Rhéologie des materiaux
Détermination des paramètresrhéologiques(viscosité pour les fluides complexes et essais pour déterminer la viscoélasticité des matriarcaux (courbes de fluage et relaxation)

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

Références bibliographiques:

1. G. Couarraze, J.L. Grossiord, " Initiation à la rhéologie", Technique et documentation, Lavoisier, 3ème 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 6.1 IGMF 6.3
Matière: Traitement Thermique
VHS:45h00 (Cours : 1h30 , TP: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

- Mettre en oeuvre les principaux traitements thermiques et les principales techniques expérimentales pour l'étude des transformations structurales des alliages métalliques
- Mettre en évidence les modifications des propriétés et la valorisation des matériaux obtenues à l'issue des traitements
- Mettre en évidence les corrélations entre les comportements, les traitements et les structures.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique (compréhension des diagrammes d'équilibre et de phase, thermochimie), notions de mécanique. Métaux et alliages

Contenu de la matière:

- ✓ Les traitements thermiques industriels classiques (recuits et trempes, recuits)
- ✓ Traitements thermochimiques de diffusion (Cémentation, Nitruration etc…)
- ✓ Les observations micrographiques et la mesure des caractéristiques physiques et mécaniques
- ✓ Utilisation de documents et de logiciels professionnels (diagrammes de transformations, traitements thermiques, prévision des caractéristiques)

(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)

Les manipulations : Chaque manipulation est conçue comme un projet expérimental associant le matériau objet de l'étude, les traitements, et la caractérisation. Les différentes manipulations abordent les thèmes suivants :

- ✓ La modification des propriétés des alliages par traitement thermique dans la masse et l'étude des mécanismes de durcissement des alliages métalliques
- ✓ La prévision des caractéristiques mécaniques des aciers
- ✓ La modification des propriétés superficielles des matériaux
- ✓ La déformation à froid et les effets des recuits après écrouissage

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

Précis de métallurgie : élaboration, structures-propriétés, normalisation / J. Barralis ; G. Maeder / AFNOR /1997
- Matériaux industriels : matériaux métalliques / M. Colombié / Dunod / 2000
-Métallurgie : métaux, alliages, propriétés / G. Murry / Dunod / 2004
- Métallurgie Tome I : alliages métalliques / C. Chaussin ; G. Hilly / Dunod /1967
- Principes de base des traitements thermiques, thermomécaniques et thermochimiques des aciers / A. Constant ; G. Henry ; J.C. Charbonnier / Pyc Edition / 1992
- Eléments de Métallurgie Physique T3 à T5 / Adda ; Philibert ; Quere ; Dupouy / CEA / 1988
-Science des matériaux : métallurgie mécanique - Du microscopique au macroscopique / Cornet ; Hlawka / Ellipses / 2006 / Technosup

Semestre : 6
Unité d'enseignement : UEF 6.2 IGMF 6.4
Matière : Dynamique des Structures
VHS : 45h00 (cours : 1h30 ; TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Maitrise des méthodes permettant l'étude des déplacements et des contraintes communiqués à une structure donnée soumise à un chargement dynamique arbitraire.

Connaissances préalables recommandées:

RDM1**,** Résolution des équations différentielles.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction a la dynamique des structures (2 semaines)
Objectif de la dynamique des structures, Caractéristiques d'un problème dynamique, Types de chargements, Mouvements harmoniques simples, Représentation vectorielle des mouvements harmoniques.

Chapitre 2 : Vibrations forcées des Systèmes à 1 degré de liberté (4 semaines)
Excitation harmonique, Excitation périodique, Excitation dynamique quelconque.

Chapitre 3 : systèmes à N degrés de liberté (5 semaines)
Propriétés des matrices, Calcul des fréquences et des modes, Réponse à une excitation.

Chapitre 4 : Systèmes continus (4 semaines)
Equations des mouvements, Fréquences, modes et orthogonalité.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 %; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1- R. Glough, J. Penzien, « Dynamique des structures » Pluralis, 1980.
2- M. Lalanne, P. Berthier, J.D.Hagopian, « Mécanique des vibrations linéaires », Masson, 1980.
3- S.G.Kelly, Mechanical Vibrations. «Theory and applications». Cengage learning, 2012.
4- Thomas Gmür, « Dynamique des Structures - Analyse Modale Numérique », Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1997.
5- Patrick Paultre. « Dynamique des structures », Hermès - Lavoisier, 2005.
6- Samikian A. « Analyse et calcul des structures », Québec, 1984.
7- ,Studer M.A. et Frey F. « Introduction à l'analyse des structures », Lausanne, 1997.

Clough R. et Penzien J. A. « Dynamics of Structures », deuxième édition, C. Berkeley, 2004

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEF 6.2 IGMF 6.5
Matière : Théorie des mécanismes
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Le contenu de ce cours permettra aux étudiants de pouvoir entreprendre une étude d'analyse ou de synthèse des systèmes mécaniques. Au stade de licence trois parties essentielles sont à considérées: (i) un rappel mathématique sur l'essentiel des outils mathématique nécessaires l'étude des mécanismes (torseur, produit vectoriel, co-moment, systèmes linéaires etc..). (ii) Une bonne lecture d'un plan d'un système mécanique en vu du dégagement des classes d'équivalence, graphe de contact, liaisons mécaniques normalisé, schématisation minimale et classification des mécanismes et (iii) études statiques et cinématique des liaison en parallèles, des liaison en séries et des chaines fermées.

Connaissances préalables recommandées:

Analyse vectorielle, Dessin industriel, technologie générale, fabrication mécanique et mécanique rationnelle. Algèbre: Matrices, systèmes linéaires et opérations matricielles.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Préliminaire et Rappels (3 semaines)
Notion du torseur et ses caractéristiques, Définitions et hypothèse : Machine. Mécanismes. Chaine cinématique. Elément fixe ou bâti. Liaison/Couple cinématique. Mécanisme plans. Mécanisme sphériques. Mécanismes spatiaux. Exemple de mécanismes. Liaisons mécaniques usuelles.

Chapitre 2 : **Modélisation des mécanismes** (**3 semaines)**
Graphe associé à un système mécanique. Chaines et schémas cinématique d'un système mécanique.

Chapitre 3 : Mobilité et hyperstatisme d'un mécanisme (5 semaines)
Définitions : Analyse cinématique et statique des liaisons en parallèle, Analyse cinématique et statique des liaisons en série, Analyse cinématique et statique des chaines fermées, Recherche systématique des solutions isostatiques.

Chapitre 4 : Analyse cinématique des mécanismes plans (3 semaines)
Définition d'un mécanisme plan, Identification des paramètres d'un mécanisme plan, Lois de Grashoff pour les mécanismes 4 barres articulées, Analyse des déplacements d'un mécanisme plan (Méthode graphique, Méthode analytique, Etude de cas).

Chapitre 5 : Initiation à la DAO et synthèse des mécanismes (1 semaine)
Conception d'un mécanisme isostatique à l'aide d'un logiciel DAO (solidworks), Simulation sur le Module CosmosMoution.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Marc Rossetto et Pierre Agati. Liaison, « Mécanismes et Assemblage ». 2ième édition, Collection science Sup. Dunod, 2001.
2. Michel Aublin, René Boncompain. « Systèmes Mécaniques. Théorie et dimensionnement », Collection science Sup. Dunod, 2005.
3. Marc Rossetto et Pierre Agati. « Liaisons et Mécanismes ». Dunod, 1994.
4. PartickBeynet. « Sciences industrielle pour l'ingénieur ». Ellipse édition Marketing S.A, 2012.
5. ViguenArakelian. « Structure et cinématiques des mécanismes », Hermes, 1997.
6. Artobolovsky I. I. « Théorie des mécanismes et des machine », Edition Sciences Moscou, 1988.
7. R. le Borzec et J. Lotterie. « Principe de la théorie des Mécanismes », édition Dunod, 1977.
8. Boudet- C. Bortolussi. « Présentation des mécanismes », Techniques de l'ingénieur- B 600/8600,1 – R. 1980.
9. Jean-Louis Fanchon. « Guide des sciences et technologies industrielles ». Edition Dunod, 2014.
10. HUNT K.H. «Kinematic geometry of mechanisms». EdtClordon Press oxford, 1978.

Semestre : 6
Unité d'enseignement : UEF 6.2 IGMF 6.6
Matière 3 : Moteurs à combustion interne
VHS :67h30 (Cours : 1h30,TD : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Connaître le fonctionnement des différents types de moteurs à combustion interne tant sur le plan thermodynamique que sur le plan mécanique.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique et mathématiques.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Généralités (2 Semaines)

Principe de fonctionnement et classification des moteurs thermiques, Carburants des moteurs à combustion interne.

Chapitre 2. La thermodynamique des cycles moteurs (4 Semaines)

Cycle Beau de Rochas, cycle Diesel, cycle Sabathé, cycles réels et les rendements. Bilan énergétique, Alimentation en carburant pour les moteurs à essence, Système d'allumage pour les moteurs à essence, Combustion.

Chapitre 3. Cycle réel d'un moteur à combustion interne (4 Semaines)

Admission, Compression, Combustion, Détente, Echappement, Les paramètres indiqués, Les paramètres effectifs, Construction du diagramme indiquée théorique.

Chapitre 4. Dynamique des moteurs alternatifs (3 Semaines)

Système bielle manivelle : Etude cinématique – Etude dynamique. Système de distribution : Etude cinématique – Etude dynamique. Equilibrage.

Chapitre 5 Performances et caractéristiques des moteurs alternatifs (2 Semaines)

Paramètres de performance, Normes, Caractéristiques : Pleine charge- charges partielles -universelles.

Travaux Pratiques :

Prévoir quelques expériences en relation avec les moteurs à combustion interne selon la disponibilité des moyens.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. J. B. Heywood, "Internal Combustion Fundamentals", McGraw Hill Higher Education, 1989.
2. P. Arquès, « Conception et construction des moteurs alternatifs », Ellipse, 2000.
3. J-C. Guibet, « Carburants et moteurs », 1997.
4. P. Arquès, « Moteurs alternatifs à combustion interne (Technologie) », Masson édition, 1987.

5. U.Y. FaminGorban, A.I., Dobrovolsky V.V, Lukin A.I. et al., « Moteurs marins à combustion interne », Leningrad:Sudostrojenij, 1989, 344p.
6. W. Diamant, « Moteurs à combustion interne », ECAM, 1984.
7. M. Desbois, R. Armao, « Le moteur diesel, Edition Foucher », Paris, 1974.
8. M. Menardon, D. Jolivet, « Les moteurs, Edition Chotard », Paris, 1986.
9. M. Desbois, « L'automobile : T1 : les moteurs à 4 temps et à deux temps. T2 : Les organes de transmission et d'utilisation », Edition Chotard, 1989.
10. P. Arques, « La combustion », Ellipses, Paris, 1987.
11. H. Memetau, « Techniques fonctionnelles de l'automobile : Le Moteur et ses auxiliaires », Dunod, Paris, 2002.

Semestre 6
Unité d'enseignement : UEM 6.1 IGMF 6.7
Matière : Stage en entreprise 1
VHS : volume horaire hors quota
Crédits : 1
Coefficient : 1

Semestre : 6
Unité d'enseignement : UEM 6.1 IGMF 6.8
Matière : Diagnostique et gestion des pannes
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Ce programme permet à l'étudiant de se former sur les méthodes de diagnostic des installations mécaniques et énergétiques ainsi la gestion des pannes accompagnée.

Connaissances préalables recommandées :
Notions de base en maintenance, connaissance des installations énergétiques.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : **Diagnostic et Détection des pannes** **(2 semaines)**
Introduction au diagnostic, l'expertise et le pronostic.

Chapitre 2 : Détection des anomalies **(4 semaines)**
Usure et lubrification, graissage, corrosion et état de surface.

Chapitre 3 : La gestion des pannes **(3 semaines)**
La détection et la gestion des pannes dans une installation mécanique ou énergétique, le diagnostic, le pronostique et l'intervention sur un système.

Chapitre 4 : Suivi de maintenance **(4 semaines)**
Fiche de suivi de maintenance, fiche de signalement, fiche historique. Documents techniques des systèmes énergétiques, lire et/ou rédiger un rapport technique de maintenance

Chapitre 5 : Utilisation de l'outil informatique dans le DGP **(2 semaines)**
Initiation aux outils de gestion de maintenance assistée par ordinateur ; Introduction et exemple d'exécution.

Mode d'évaluation :
Examen : 100%.

Références bibliographiques :
1- *Jean-Claude Francastel, Ingénierie de la maintenance : De la conception à l'exploitation d'un bien, Editeur(s) : Dunod, L'Usine Nouvelle, Collection : Technique et ingénierie - Gestion industrielle, 2009.*
2- F.Castellazi, D.Cogniel, Y.Gangloff : Memotech maintenance industrielle. Edition ELeducalivre

Semestre 6
Unité d'enseignement : UED 6.1 IGMF 6.9
Matière : Logistique et gestion des stocks
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours devrait initier les étudiants (es) à :

- La logistique,
- Le réseau de distribution et gestion des matières,
- La gestion des approvisionnements et le juste à temps,
- Les systèmes de stocks dans un contexte de demande indépendante et de demande dépendante,
- La planification des besoins-matières,
- L'évaluation des systèmes d'approvisionnement et des stocks,
- Divers modèles analytiques.

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : La chaine logistique (4 semaines)

- Introduction
  L'évaluation de la performance d'une chaîne logistique : la chaîne logistique inversée, La chaîne logistique verte
- Les modèles de prévisions
  Séries chronologiques, indices saisonniers, impact sur le processus de planification
- Les décisions de localisation des dépôts et leur aménagement interne
  La localisation d'un dépôt, la comparaison de la localisation de plusieurs dépôts, le choix d'une localisation à travers un réseau

Chapitre 2 : Les modèles de gestion des stocks (5 semaines)

- Quantités à commander lors d'une commande, demande et/ou délai de fabrication/livraison constants et/ou variables
- Stocks de sécurité SS, coût de pénurie, niveaux de service, critères de sélection
- Points clés de la mise en lots (Batching)
- Détermination de la taille des lots avec des produits multiples
- Escomptes de quantité (Quantity Discounts)
- Newsboy Modèle
- Simulation

Chapitre 3 : Les modèles de gestion des stocks (1 semaine)

- Intrants, extrants, nomenclatures des produits, comparaisons avec QEC, capacité, la formation de la taille des lots

Chapitre4 : Le transport (2 semaines)

- Les modèles de transport direct
- Les modèles transbordement

Chapitre 5 : Le choix des fournisseurs et la gestion des achats (2 semaines)

Le processus des achats

- La technique de « risk/value » pour déterminer l'importance des produits achetés
- Les critères et les modèles pour le choix des fournisseurs

Chapitre 6 : Les systèmes d'information et la chaîne logistique (1 semaine)

- Le commerce électronique et la gestion des stocks dans une chaîne logistique

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Références bibliographiques :

1. Volume obligatoire : Lakhal, Salem Y. (2003), Management Inventoriers in a Supply Chain : Strategy, Planning and Models, édité chez Prentice Hall. ISBN : 0-536-77504-4

2. Logiciels : a. Fichiers Excel, par C.DesRochers, disponible sur réseau au besoin b. Logiciels spécialisés au besoin (WinQSB, Crystal Ball, Simulation,.

Semestre 6
Unité d'enseignement : UET 6.1 IGM 6.11
Matière : Introduction à la propriété industrielle
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Le cours traite des conditions et de l'étendue de la protection accordée aux marques, aux brevets, aux designs et aux œuvres littéraires et artistiques. Il aborde également les relations avec le droit de la concurrence déloyale.

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière :

- Introduction
- Propriété intellectuelle
  Les deux branches de la propriété intellectuelle
- Les brevets d'invention
- Les modèles d'utilité
- Les dessins et modèles industriels
- La propriété intellectuelle et les circuits intégrés
- Marques
- Noms commerciaux
- Indications géographiques
- Protection contre la concurrence déloyale

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Références bibliographiques

Comprendre la propriété industrielle, ISBN : 978-92-805-2589-2. Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle.
https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/

Semestre: 6
Unité d'enseignement : UET 3.2
Matière : Entrepreneuriat et lean Start-Up
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours situe l'étudiant dans son futur rôle d'acteur économique et l'introduit aux fondements de la démarche entrepreneuriale moderne. Il présente le concept d'université de quatrième génération (University 4.0) et le rôle de l'université dans la valorisation de la recherche scientifique et la création de startups. L'étudiant découvre ensuite l'écosystème national de soutien à l'innovation en Algérie : incubateurs, accélérateurs, fonds d'investissement et cadre réglementaire applicable aux startups et aux micro-entreprises. La seconde partie du cours pose les bases de la méthodologie Lean Startup, à travers la compréhension du marché et des besoins réels du client (Customer Discovery) et la construction d'un modèle d'affaires (Business Model Canvas). À l'issue du cours, l'étudiant sait analyser un écosystème entrepreneurial, formuler des hypothèses entrepreneuriales et concevoir un modèle d'affaires préliminaire, compétences qu'il approfondira dans le module Lean Start-Up 2.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune connaissance technique préalable n'est requise. Une aisance avec le travail en équipe et les outils numériques de base (traitement de texte, présentation, recherche documentaire) facilite le suivi du cours.

Contenu de la matière:

I. L'université entrepreneuriale et l'université 4.0 (3 semaines)

- Évolution des générations d'université, de l'université 1.0 à l'université 4.0
- Caractéristiques de l'université 4.0
- Intelligence artificielle et transformation numérique dans l'enseignement supérieur
- Rôle de l'université dans l'économie de la connaissance
- Valorisation des résultats de la recherche scientifique
- Transformation de la recherche scientifique en startups
- Exemples d'universités entrepreneuriales à l'international (MIT, Stanford, Cambridge, Tsinghua, NUS, TUM, PSL/Polytechnique)

II. L'écosystème entrepreneurial et l'innovation en Algérie et à l'université (3 semaines)

- Concept d'écosystème entrepreneurial
- Acteurs de l'écosystème : incubateurs, accélérateurs, investisseurs, institutions publiques
- Politique algérienne de soutien à l'innovation
- Décision ministérielle n° 1275 relative aux statuts de startup, d'entreprise innovante et de détenteur de brevet
- Incubateurs universitaires et centres de soutien technologique et à l'innovation
- Rôle de l'intelligence artificielle dans l'écosystème entrepreneurial
- Articulation entre l'université et son environnement économique

III. Introduction aux startups et à la méthodologie Lean Startup (3 semaines)

- Différence entre entreprise traditionnelle et startup

- Notion d'innovation et d'incertitude dans le projet entrepreneurial
- Origines et principes de la démarche Lean Startup (Eric Ries)
- Apprentissage validé (Validated Learning) et réduction du gaspillage
- Le cycle Construire – Mesurer – Apprendre (Build – Measure – Learn)
- La comptabilité de l'innovation (Innovation Accounting)

IV. Compréhension du marché et du client : Customer Discovery (3 semaines)

- Les étapes de création d'une startup : idée, équipe, prototype, investissement
- Méthodologie de Steve Blank et Customer Development
- Identification du problème et analyse des besoins du client
- Conduite d'entretiens entrepreneuriaux
- Construction et test des hypothèses
- Adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)

V. Le modèle d'affaires : Business Model Canvas (3 semaines)

- Présentation du Business Model Canvas
- La proposition de valeur
- Les segments de clientèle et les canaux de distribution
- Les sources de revenus
- La structure des coûts

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

Références bibliographiques

1. Ries, E. (2011). The Lean Startup.
2. Blank, S., Dorf, B. (2012). The Startup Owner's Manual.
3. Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation.
4. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A. (2014). Value Proposition Design.
5. Blank, S. (2013). Why the Lean Start-Up Changes Everything. Harvard Business Review.
6. Y Combinator (2018). Startup Playbook.
7. OECD (2022). Entrepreneurship and Innovation Policy Frameworks.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions fondamentales introduites dans le cours et nécessaires à la compréhension du module Lean Start-Up 2.

Terme	Définition
University 4.0	Université qui relie étroitement l'enseignement, la recherche et l'innovation numérique.
Startup	Entreprise opérant dans un contexte d'incertitude, à la recherche d'un modèle d'affaires reproductible.
Uncertainty (incertitude)	État d'incertitude propre aux marchés émergents, dans lequel évolue toute startup.
Lean Startup	Méthodologie de création d'entreprises fondée sur l'apprentissage rapide et l'expérimentation.

Terme	Définition
Lean Thinking	Approche visant à réduire le gaspillage et à maximiser la valeur créée.
Build – Measure – Learn	Cycle de base de la démarche Lean Startup : construire, mesurer, apprendre.
Validated Learning (apprentissage validé)	Apprentissage fondé sur des expérimentations réelles plutôt que sur des suppositions.
Innovation Accounting (comptabilité de l'innovation)	Mesure du progrès par l'apprentissage plutôt que par le profit immédiat.
Entrepreneurial Hypothesis (hypothèse entrepreneuriale)	Hypothèse testable sur laquelle repose le projet.
Customer Discovery	Démarche de compréhension approfondie des problèmes réels rencontrés par les clients.
Customer Development	Méthodologie de Steve Blank pour la construction progressive de la clientèle.
Customer Validation	Vérification, sur le marché réel, de la viabilité de la solution proposée.
Problem-Solution Fit	Adéquation entre le problème identifié et la solution envisagée.
Business Model Canvas	Représentation visuelle synthétique du modèle d'affaires d'un projet.
Lean Canvas	Variante simplifiée du Business Model Canvas, centrée sur le problème et la solution.
Value Proposition (proposition de valeur)	Valeur concrète que le produit ou le service apporte au client.
Idea Validation (validation de l'idée)	Vérification préalable de la pertinence d'une idée avant son développement.
Hypothesis Testing (test d'hypothèses)	Vérification méthodique des hypothèses formulées par l'équipe.
Design Thinking	Démarche de résolution de problèmes centrée sur les besoins de l'utilisateur.
Waste (gaspillage)	Toute activité qui consomme des ressources sans créer de valeur pour le client.

Programme détaillé par matière du semestre 7

Semestre 7
Unité d'enseignement : UEF 7.1 IGMF 7.1
Matière : Méthode des éléments finis
VHS :67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP :1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Présenter la méthode des éléments finis et les méthodes de résolution modernes qui permettent de traiter les problèmes linéaires et non linéaires, les problèmes de champs à une et deux dimensions, les problèmes de champs non stationnaires et les problèmes de la mécanique des solides.

Il est principalement destiné aux étudiants qui souhaitent développer des compétences globales dans la méthodologie des éléments finis, des concepts fondamentaux à des implémentations informatiques pratiques.

Connaissances préalables recommandées :

Notions en : Mécanique des Milieux Continus, Formulation variationnelle, Calcul matriciel, Calcul différentiel, Analyse Numérique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Concepts de Base (2 semaines)
1-Introduction sur la méthode des éléments finis
2- Energie de déformation.
3- Méthodes d'analyse matricielle
4- Principe des travaux virtuels
5-Principe Variationnel
6- Méthode de Galerkin (Résidus pondérés)

Chapitre 2 : Eléments linéaires de structures (2 semaines)
1- Eléments ressorts linéaire et spiral.
2- Eléments de Barre élastique
3- Système treuils
4- Eléments de Poutre

Chapitre 3 : Eléments de structures bi -dimensionnels (3 semaines)
1- Introduction
2- Contraintes planes, déformations planes et relations contraintes-déformations
3- Eléments Plans triangulaires et rectangulaires (d'ordre 1 : T3 et Q4 et d'ordre élevés : T6 et Q8)
4- Formulation isoparametrique de l'élément quadrilatéral
5- Eléments pour la flexion des plaques (ACM, R4)

Chapitre 4 : Eléments de structures tri-dimensionnels (3 semaines)
1. Introduction
2. Eléments Tétraédriques (4, 10 et 20 nœuds)
3. Eléments Solides (Briques à 8 nœuds)

4. Formulation isoparamétrique des éléments de volume
5. Analyse de structures tridimensionnelles en utilisant des éléments plans.
6. Solide de révolution (Axisymétrique)

Chapitre 5 – Vibration par éléments finis (2 semaines)

1. Introduction
2. Rappel sur les vibrations (Vibration libre, Vibration forcée ; Système à plusieurs degrés de liberté…)
3. Elément de barre (Formulation consistante, Formulation non consistante)
4. Flexion de l'élément
5. Vibration des structures Treuils
6. Vibration composée (axiale-flexion) de l'élément barre (Vibration axiale, Vibration par flexion)

Chapitre 6- Formulations complémentaires (3 semaines)

- Techniques éléments finis
  - Conception de maillage
  - Distorsion
  - Comment choisir un maillage
  - Convergence
- Non linéarité matérielle
  - Elastoplasticité
  - Comportement élastoplastique
  - Techniques de résolution
- Problèmes thermiques

TP Methode des elements finis

Programmation et utilisation des codes de calcul (travaillant avec la méthode des éléments finis – Exemple Comsolmultiphysics)

Simulation numérique de quelques exemples dans le domaine

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *J.F. Imbert, "Analyse Des Structures Par Elements Finis", Cepadues, 3ème Éd., 1991.*
2. *Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Volume 1 : Solides Elastiques", Hermès Sciences Publication 1990.*
3. *Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Volume 2 : Poutres & Plaques", Hermès Sciences Publication 1990.*
4. *Jean-Louis Batoz, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Tome 3 : Coques", Hermès Sciences Publication 1992.*
5. *O.C.Zienkiewicz, "La Methode Des Elements Finis", Mc Graw Hill, 1979.*
6. *Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés)*
7. *Rahmani O et Kebdani S., Introduction à la méthode des éléments finis pour les ingénieurs, 2ème ed. OPU, 1994.*
8. *D. Ouinas « Application de la méthode des éléments finis à l'usage des ingénieurs, cours et exercices corrigés ». Tome 1-OPU 2012.*
9. *Paul Louis George, "Generation Automatique De Maillages: Applications Aux Methodes d'elements Finis", Dunod, 1990.*

10. *C. Zienkiewicz And R. L. Taylor, "The Finite Element Method For Solid And Structural Mechanics", Sixth Edition By O. Butterworth-Heinemann 2005.*
11. *AlaaChateauneuf, "Comprendre Les Elements Finis : Structures. Principes, Formulations Et Exercices Corriges", Ellipses Marketing, Juillet 2005.*

Semestre: 7
Unité d'enseignement : UEF 7.1 IGMF 7.2
Matière : Elasticité
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours est une initiation aux notions fondamentales de l'élasticité, il se focalise sur les tenseurs des contraintes et des déformations ainsi que les lois de Hooke.

Connaissances préalables recommandées:

Résistance des matériaux 1, calcul matriciel, calcul vectoriel

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Introduction, Rappel mathématique (2 semaines)
Calcul vectoriel, calcul tensoriel.

Chapitre 2: Tenseur des contraintes (4 semaines)
Coupure, facette et vecteur contrainte, Formule de Cauchy, tenseur des contraintes, Equations d'équilibre, Contraintes principales et directions principales, Invariants scalaires du tenseur des contraintes, Tenseur sphérique et déviateur.

Chapitre 3 : Tenseurs des déformations (4 semaines)
Vecteur de déplacement, Tenseur des déformations, Transformation des longueurs et des angles, Déformations principales, Invariants scalaires du tenseur des déformations, Tenseur sphérique et déviateur.

Chapitre 4 : Lois de Hooke (Relations contraintes – déformations) (4 semaines)
Formulation en contraintes, Formulation en déformations, Formulation Thermo-élastique.

Chapitre 5 : Critères de résistance (1 semaines)
Critère de la contrainte normale maximale (critère de Rankine), Critère du Cisaillement maximale (critère de Tresca), Critère de Von Mises.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. Martin H. Sadd. "Elasticity : Theory, applications and Numerics", Elsevier 2005.
2. Yves Debard. « Elasticité », Université Lemans, 2006.
3. Gabriel Lamé. « Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides », Editions Jacques Gabay, Paris 2006.
4. Denis Dartus. « Elasticité linéaire », Editions Cépaduès, paris 1995.
5. Jean Coirier. « Mécanique des milieux continus, Cours et exercices corrigés », Dunod, 2013.

Semestre : 7
Unité d'enseignement : UEF 7.2 IGMF 7.3
Matière : Coupe des métaux 1
VHS : 45h00(Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du programme est de soumettre aux étudiants un ensemble de connaissances indispensables et nécessaires pour la compréhension du phénomène de la coupe d'un métal lors de son façonnage. Ceci commence de l'arrachement du copeau jusqu'au calcul des forces de coupe et de la puissance nécessaire.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en fabrication mécanique et en usinage.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Analyse de la formation du copeau **(2 semaines)**
Chapitre 2 : Géométrie des outils de coupe **(2 semaines)**
Chapitre 3 Usure des outils de coupe **(2 semaines)**
Chapitre 4 : Actions mécaniques de la coupe (puissances et forces de coupe) **(4 semaines)**
Chapitre 5 : Choix des conditions de coupe **(5 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *L. Rimbaud, G. Layes, J. Moulin, Guide Pratique de l'usinage, Hachette Technique, 2006.*
2. *J. SAINT-CHELY, "CHOIX DES OUTILS ET DES CONDITIONS DE COUPE EN TOURNAGE", 1993.*
3. *Pierre Bourdet. La coupe des métaux. Cours Ecole normale supérieure de Cachan, Ver 5 2004*
4. *J. Jacob, Y. Malesson, D. Ricque, Guide pratique de l'usinage 2 : Tournage, Hachette Techniques.*
5. *François BAGUR, Matériaux pour outils de coupe, Techniques de l'Ingénieur, Référence BM7080 v1, 1999.*
6. *Eric FELDER, Modélisation de la coupe des métaux, Techniques de l'Ingénieur, Référence BM7041 v1, 2006.*
7. *Éric FELDER, Procédés d'usinage – Présentation, Techniques de l'Ingénieur, Référence BM7000 v1, 2008.*
8. *Fikret KALAY, Simulation numérique de l'usinage - Application à l'aluminium AU4G (A2024-T351), Techniques de l'Ingénieur, Référence BM7002 v1, 2010.*

Semestre: 7
Unité d'enseignement : UEF 7.2 IGMF 7.4
Matière: Procédés de mise en forme
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits : 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Les techniques de mise en forme des matériaux ont pour objectif de donner une **forme** déterminée au **matériau** tout en lui imposant une certaine **géométrie**, afin d'obtenir un objet ayant les **propriétés** souhaitées. Les techniques de mise en forme diffèrent selon les matériaux. Pour les métaux les principaux procédés sont : le **Forgeage**, la **Fonderie**, le **Frittage**, l'**Emboutissage.**

Connaissances préalables recommandées :

Notions de mécanique générale

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Principaux modes d'élaboration des matériaux **(2 semaines)**
Chapitre 2: Les procédés de formage par déformation **(3 semaines)**
Chapitre3: La fonderie **(3 semaines)**
Chapitre 4: Le moulage (moulage des aciers & des matières plastiques)**(3 semaines)**
Chapitre 5: Mise en forme des matériaux composite **(2 semaines)**
Chapitre 6: Mise œuvre des poudres : le frittage **(2 semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *Claude Corbet, Mémotech - Procédés de mise en forme des matériaux, Editeur(s) : Casteilla, Collection : Mémotech, 2005.*
2. *M. Ashby, Y. Bréchet, L. Salvo, SELECTION DES MATERIAUX ET DES PROCEDES D E MISE EN ŒUVRE, Vol. 20 du Traité des Matériaux, Presses polytechniques et universitairesromandes, 2001.*
3. *Eric FELDER, Mise en forme des métaux - Aspectsmécaniques et thermiques, Techniques de l'Ingénieur, Référence M3000 v2, 2015.*
4. *Éric FELDER, Lubrification en mise en forme - Principesgénéraux et choix, Techniques de l'Ingénieur, Référence M3015 v1, 2006.*
5. *SUÉRY Michel, Mise en forme des alliagesmétalliques à l'état semi-solide, Hermes, Lavoisier, 2002.*
6. *Battaglia Jean-Luc, Transfertsthermiquesdanslesprocédés de mise en forme des matériaux : cours et exercicescorrigés, Paris Hermes science publ. 2007 Lavoisier.*

Semestre : 7
Unité d'enseignement : UEF 7.2 IGMF 7.5
Matière : Fabrication Mécanique
VHS :67h30 (Cours :1h30, TD : 1h30,TP : 2h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement:

Pour être familiarisé avec les différents moyens de fabrication mécanique, cette matière vise à impliquer l'étudiant à manipuler les différentes machines-outils de l'atelier de fabrication mécanique, ainsi que les montages porte-pièces, porte-outils, les outils de coupe et d'autres accessoires comme les instruments de mesure et de contrôle.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit assimiler les notions et concepts de base dispensés durant les matières de procédés de fabrication Mécanique.

Contenu de la matière :

Prévoir quelques expériences en relation avec la fabrication mécanique et la métrologie selon les moyens disponibles. Les TP proposés en fabrication mécanique sur l'usinage sont :

TP1 Etude cinématique de la machine-outil (tours et fraiseuses) **(2 semaines)**
TP2 Réalisation d'une pièce modèle sur machine-outil **(4 semaines)**
TP3 Mesure des angles et réalisation d'un outil de coupe **(3 semaines)**
TP4 Détermination des temps d' 'usinage à l'aide de la méthode de calcul et du chronométrage **(2 semaines)**
TP5 : Projet de TP : Réalisation d'un dispositif d'usinage **(4 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

1- *André Chevalier, Technologie de fabrication mécanique, numéro 10, 1999.*
2- *René Pazot, Formulaire du technicien en fabrications mécaniques, Editions : Casteila, 2006.*
3- *Jean-Pierre Cordebois, Michel Colombié, Fabrication par usinage (Mécanique et matériaux), Dunod , 2008.*
4- *Jean-Pierre Urso, Mémo-formulaire : Fabrications mécaniques, Editions : El educalivre, 2002.*
5- *Jean-François Maurel, Génie mécanique - Conception, Matériaux, Fabrication, Contrôle: Conception, Matériaux, Fabrication, Applications industrielles, Editions : Dunod, 2015.*
6- *Claude Barlier, Mémotech plus - Usinage des matériaux métalliques, Editeur(s) : Casteilla, Collection : Mémotech,2010.*
7- *Souhir Gara, Procédés d'usinage, tournage - fraisage - perçage rectification, Editeur(s) : Ellipses, Collection : Technosup, 2014.*
8- *Louis Rimbaud, Gérard Layes, Joseph Moulin, Guide pratique de l'usinage - Volume 1, Editeur(s) : Hachette, Collection : Guides pratiques industriels, 2006.*
9- *Joseph Jacob, Y. Malesson, D. Ricque, Guide pratique de l'usinage - Volume 2, Editeur(s) : Hachette, Collection : Guide pratique, 2006.*
10- *Georges Paquet, Guide de l'usinage : Fraisage - Perçage - Alésage - Brochage - Plasturgie - Moulage – Tournage, Editeur(s) : Delagrave, Collection : Les guides industriels, 2000.*
11- *R. Dietrich, D. Garsaud, S. Gentillon, M. Nicolas, Précis de méthodes d'usinage, Editeur(s) : AFNOR, Nathan, Collection : Précis, 2003.*

Semestre: 7
Unité d'enseignement: UET 7.1
Matière : Programmation avancée en Python
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

- Utilisation des outils informatiques pour l'acquisition, le traitement, la production et la diffusion de l'information
- Compétences en Python et gestion de projets,
- Compétences en automatisation et visualisation de données.

Objectifs :

- Approfondir la maîtrise du langage Python et initier les étudiants aux bases de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle.
- Acquérir les bases de solides en informatique.
- Apprendre à programmer en Python, Excel
- Maitriser l'automatisation de tâches
- Maitriser un logiciel de gestion de projets

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch.

Prérequis : Programmation Python.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

1. Introduction : Concepts de base en informatique et outils numériques, installation de Python.
2. Présentation de la notion de système d'exploitation : Roles, types (Linux, Woindows , ..) Gestions des priorités,
3. Présentations des réseaux informatiques (Principe, Adresse IP, DNS, internet, …)
4. Programmation de base : Mode interactif et mode script, Variables, types de données, opérateurs. Structures conditionnelles et boucles (if, for, while).
5. Fonctions et éléments essentiels : Fonctions prédéfinies et création de fonctions. Modules standards (math, random). Chaînes de caractères, listes, manipulation de base des données.
6. Les Fichiers , Listes, Tuples, Dictionnaires,
7. Exercices :
   - Exercices d'apprentissage de Python
   - Exercices d'utilisation des bibliothèques vus au cours (Math, Random, NumPy, Pandas,…)
   - …

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
   - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
     - ✓ Pandas et NumPy.
     - ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
     - ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
   - Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,…)
2. Manipulation de fichiers avec Python :

- Utiliser les librairies pour :
  - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
  - ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
  - ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
  - ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
  - ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
  - ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
  - ✓ Tkinter, PyQT pour visualiser des données graphiques
- Copier ou déplacer des fichiers avec shutil…
- Recherche, tri et génération de rapports simples.
- Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
- Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
- ….

3. **Exercices** :
   - Utilisation de openpyxl et pandas pour lire, modifier et écrire des fichiers Excel ou CSV pour :
     - ✓ Créer des rapports automatiques
     - ✓ Extraire automatiquement des données
     - ✓ ….
   - Ecriture de scripts pour :
     - ✓ traiter des fichiers textes (recherche, tri)
     - ✓ automatiser des calculs techniques
     - ✓ gérer des rapports simples (PDF, Excel)
     - ✓ ….
   - Algorithmes de tri, de recherche et de tri par insertion
   - Implémenter une fonction de recherche dans une liste.
   - Opération sur les fichiers
   - Navigation sécurisée (configuration de réseaux simples, gestion des mots de passe)
   - ….

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel (02 semaines)

1. Principes des macros et création d'une macro simple,
2. Tableaux croisés dynamiques,
3. Histogrammes,
4. Diagrammes en barres,
5. Araignée,
6. Etc.
7. **Exercices** Excel …

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject (02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :
   - Qu'est-ce qu'un projet ?
   - Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
   - Interface de GanttProject
2. Les tâches (création, modification ,organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

Chapitre 5 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
   - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
   - Modules, importations et packages.

2. Structures de données complexes :
   - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
   - Classes, objets, attributs et méthodes.
   - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
   - **init**, **str**, **repr**, **len**.
5. Concepts avancés :
   - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
   - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

Chapitre 6 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
   - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:
   - Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
   - Validation croisée (cross-validation).
3. Techniques de Feature Engineering :
   - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
   - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. **Exercices**

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

(Structures de contrôle, types, boucles, fonctions simples)

1. Initiation
2. Lire et traiter des fichiers textes
3. Gérer des rapports simples (PDF, Excel)

TP 02 :

Elaborer un cahier de charges d'un mini projet d'automatisation de tâches avec Python consistant à identifier et à envoyer automatiquement des rapports par email avec Python :

1. Charger les données depuis un fichier (ex : mesures expérimentales),
2. Effectuer des statistiques simples sur les données (moyenne, écart-type avec interprétation),
3. Générer un graphique,
4. Envoi du résultat avec Python.

TP 03 :

1. Programmation ex Excel du tableau de bord vu en cours
2. Création de tableaux Excel automatisés
3. Macros simples,
4. Formules conditionnelles,
5. Recherche V.

TP 04 :

Organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
   - Nom du projet : « Réunion …..
   - Date de début : Date et heure de la réunion
   - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
   - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)

- Sous-taches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
- Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)

3. Définition des ressources :
   - Participants (chaque participant est une ressource)
   - Matériel (ordinateur, datashow…)
4. Estimation des durées :
   - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
   - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
   - Visualiser l'ordre du jour
   - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code
(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python
(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données
(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)

TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle
(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)

Projet final
Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple
Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn.
(Présentation orale + rapport écrit).
Mode d'évaluation :
examen 60% , CC=40%

Bibliographie

[8] . E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.

[9] . C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.

[10] . S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral

[11] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;

[12] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;

[13] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;

[14] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019

[15] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214

[16] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu

[17] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses

[18] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

Semestre 7
Unité d'enseignement : UEM 7.1 IGMF 7.6
Matière : Projet personnel professionnel
VHS : volume horaire hors quota
Crédits : 2
Coefficient : 2

Quelques exemples de Sujets :

- Fiabilité des systèmes
- Maintenance et sécurité industrielle.
- Création d'entreprise et démarches
- Introduction à l'intelligence artificielle
- Introduction à l'innovation
- Control non destructif
- Réparations et Interventions
- Eco-Fabrication
- Capteurs et techniques de mesure
- Tribologie et lubrification des systèmes mécanique
- Management de la qualité
- Risques industriels et techniques de sécurité
- Facteurs humains
- Impression 3D

Semestre : 7
Unité d'enseignement : UEF 7.2 IGMF 7.6
Matière 3 : Techniques de détection des défauts
VHS : 45h00(Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Dans ce module, l'étudiant connaîtra les différents types de diagnostic, saura classer les types de défaillances et choisir le (ou les) meilleur(s) outil(s) de détection

Connaissances préalables recommandées :

Notions sur la construction mécanique

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Introduction **(1 semaine)**

Chapitre 2 : Analyse Vibratoire, Domaines d'application, Principe de l'analyse vibratoire, Les principaux défauts.

(3 semaines)

Chapitre 3 : Analyse par thermographie infrarouge, Domaines d'application, Principe de l'analyse thermographique, Température et chaleur, Rayonnement infrarouge, Moyens de mesure, Structure d'un imageur, Méthodologie, Démarche, Création d'une signature.

(3 semaines)

Chapitre 4 : Contrôles non-destructifs, Les méthodes du CND, Le Ressuage, La Magnétoscopie, La Radiographie, Courants de Foucault, Domaines d'application.

(2 semaines)

Chapitre 5 : Analyse acoustique ultrasonore, Théorie des sons et des ultrasons, Présentation de la détection des ultrasons, L'inspection ultrasonore intégrée dans un programme de maintenance conditionnelle.

(3 semaines)

Chapitre 6 : Analyse des huiles, Types d'analyse d'huiles, Principaux moyens d'analyse d'huiles, Par Centrifugation, Par Filtrage, Par Ferrographie, Par Spectrométrie, Par Mesure du point éclair, Par Dosage d'eau, Par Comptage.

(3 semaines)

TP Techniques de détection des défauts

Objectifs de l'enseignement :

Ce TP permettra à l'étudiant d'appliquer les différents types de diagnostic, saura choisir le (ou les) meilleur(s) outil(s) de détection en fonction de la défaillance du système.

Connaissances préalables recommandées :

Maintenance, vibration et dynamique de structure, machines tournantes.

Contenu de la matière:

TP 1 : Analyse des défaillances par la méthode ABC
TP 2 : Etude des défaillances des moteurs électriques

TP 3 : détection des défaillances des systèmes automatisés
TP 4 : défaillance dans les systèmes électroniques
TP 5 : Méthode AMDEC et analyses dysfonctionnelles

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

Références bibliographiques :

1. *Gilles Zwingelstein , Diagnostic des défaillances , Hermes Science Publications , 2002.*
2. *Philippe Arquès, Diagnostic prédictif et défaillances des machines : Théorie, traitement, analyse, reconnaissance, prédiction, TECHNIP, 2009.*
3. *G. Zwingelstein, "Diagnostic des défaillances : théorie et pratique pour les systèmes industriels", Traité des Nouvelles Technologies, Édition Hermès 1995.*
4. *Flandrin, « Analyse temps-fréquence », Editions Hermes, 1994.*
5. *Chiollaz M, Favre B, " caractérisation fine de bruit moteur par analyse temps- fréquence", Revue traitement du signal, vol 8(5), 1990.*

Semestre : 7
Unité d'enseignement : UEM 7.1 IGMF 7.8
Matière : Techniques de mesure
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant va apprendre les principes d'Instrumentation et Régulation (Métrologie Contrôle des procédés, Grandeurs physiques, capteur passif, actif, intégré, Caractéristiques, Transmetteur et les normes et Schéma fonctionnel.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique générale, électricité, Eléments de base de l'électronique.

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Introduction **(1 semaines)**
Chapitre2 : Différents types de mesures **(4 semaines)**
2.1 Mesures des grandeurs acoustiques et vibratoires
2.2 Mesure des grandeurs électriques
2.3 Mesures des grandeurs hydrauliques et pneumatiques
2.4 Mesure des grandeurs thermiques
Chapitre3 : Techniques de mesure en mécanique des fluides **(4 semaines)**
- Techniques classiques (Pitot, Fil et Film chaud)
- Techniques optiques (LDA, PIV, PIV Stéréoscopiques)

Chapitre4 : Organisation, méthodes et techniques de mesure **(2 semaines)**
Chapitre7 : Traitement des Données **(2 semaines)**
Chapitre8 : Initiation aux plans d'expérience **(2 semaines)**

Mode d'évaluation :
Examen : 100%.

Références bibliographiques :

1. *"Mesures physiques et instrumentation : Analyse statistique et spectrale des mesures, capteurs », Barchiesi, Dominique, Paris, Ellipse, 2003.*
2. *« Les capteurs en instrumentation industrielle », Asch, Georges, Paris, Dunod, 1999.*

R.J. Goldstein, "Fluid Mechanics Measurements", 1983.

Semestre : 7
Unité d'enseignement : UED 7.1 IGMF 7.9
Matière : Robotique industrielle
VHS : 45h00(cours 3h00)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Acquisition des outils de description et de modélisation mécanique pour la robotique en considérant des systèmes en chaîne ouverte et des systèmes à cycles cinématiques.

Connaissances préalables recommandées:

Théorie des mécanismes, DAO ,**Mécanique rationnelle,** construction mécanique et technologie générale.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à la robotique **(2 semaines)**
(Définitions - Constitutions –Cinématique des robots, Robots sériels, Robots parallèles, Robots mobiles. Etc..)

Chapitre 2 : Paramétrage d'un solide et une chaine de solides dans l'espace **(2 semaines)**

Chapitre 3 : Modèles géométriques direct et inverse **(3 semaines)**

Chapitre 4 : Modèles cinématiques direct et inverse **(2 semaines)**

Chapitre 5 : Modélisation dynamique (Formalisme de Lagrange, Formalisme de Newton-Euler) **(3 semaines)**

Chapitre 6 : Génération de mouvement **(2 semaines)**

Chapitre 7 : Etalonnage géométrique **(2 semaines)**

Chapitre 8 : Modélisation géométrique des robots Parallèles
Etude d'un exemple: robot DELTA utilisé en FM **(1 semaines)**

- **Mini-projet :** Choix d'un robot pour une tâche en Fabrication Mécanique & productique et placement optimal d'un robot in-situ**.**

Ou un :

- **TP : Programmation d'un robot (tâches par points, tâches continus, pick and place)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. *Philippe Coiffet. La robotique : principes et applications. Hermes Science, 1992.*
2. *Max Giordano and Jacques Lottin. Cours de robotique : Description et fonctionnement des robots industriels. Armand Colin, 1997.*
3. *Wisama Khalil and Etienne Dombre. Modélisation, identification et commande des robots. Hermes Science, 1999.*
4. *J.P. Lallemand and S. Zeghloul. Robotique : Aspects Fondamentaux. Masson, 1994.*
5. *Alain Liégeois. Modélisation et commande des robots manipulateurs. Techniques de l'ingénieur, S7730 : 2000.*

Semestre 7
Unité d'enseignement : UET 7.1 IGMF 7,10
Matière 1 : H.S.I. en Fabrication Mécanique
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Initiation aux principaux aspects de la gestion des risques et introduction à la santé au travail et à la protection de l'environnement.

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière

Introduction à l'évaluation et à la maîtrise des risques, Analyse des accidents (3 sem)

- Comprendre les notions de base (danger, risque) et identifier les acteurs de la prévention.
- Maîtriser les indicateurs relatifs aux accidents du travail (taux de fréquence, taux de gravité, ...) et aux maladies professionnelles.
- Observer et analyser les risques liés à une situation de travail.
- Élaborer un arbre des causes.
- Se familiariser avec l'objectif du document unique.

Chapitre 2 : Introduction à la santé au travail et à la protection de l'environnement. (3s)

- Identifier les principaux aspects en matière d'hygiène et de santé publique.
- Connaître les notions d'hygiène de l'environnement de travail.
- Connaître les principaux domaines de la protection de l'environnement.
- Appréhender la problématique du développement durable.
- Identifier le rôle et la mission des différents organismes en matière de santé.
- Sécurité du travail et de santé publique.

Chapitre 3 : HSE spécifique au domaine de la fabrication mecamique (3sem)

Chapitre 4 : Législation algérienne sur l'HSE (2sem)

Chapitre 5 : Secourisme (3sem)

Connaître et pratiquer les gestes et actions de premier secours.

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 100%.

Références bibliographiques :

- Gilles Zwingelstein,IndustrialDiagnosis, Hermès 2003
- Gilles Zwingelstein, Maintenance based on reliability, Hermès 1997
- MAGNE Laurent, VASSEUR Dominique, Risques industrielsComplexité, incertitude et décision : une approche interdisciplinaire ; Directeur de Collection : EDF R&D, Lavoisier 2006

Semestre : 7
Unité d'enseignement : UET 8.1 IGME 8.8
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A.Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :
Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels.Cas spécifique des logiciels libres.

2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

Objectifs de l'enseignement :

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

B. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

2. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

4. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

3- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.

4- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)

II- Droit d'auteur

4. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

5. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

6. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

Programme détaillé par matière du semestre 8

Semestre : 8
Unité fondamentale : UEF 8.1 IGMF 8.1
Matière: Eléments des Machines-outils
VHS :90h00 (Cours : 1h30, TD : 3h00, TP : 1h30)
Crédits : 7
Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :
Apprendre des techniques numériques nouvelles permettant de résoudre les différentes équations apparaissant en énergétique (mécanique des fluides, thermique, …). L'accent sera mis sur la résolution des équations différentielles et aux dérivées partielles

Connaissances préalables recommandées :
Le cours de Mécanique des fluides MDF2 (L3), les mathématiques, les méthodes numériques (licence)

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : **Equations du 1erordre**, **(3 semaines)**
Développement en série de Taylor, Méthode d'Euler et propagation de l'erreur, Méthodes de Runge-Kutta et appréciation des erreurs, systèmes d'EDO, méthodes à pas multiples, méthode de prédiction-correction. Application aux équations de couches limites écoulement et convection forcées et naturelle sur plaques planes

Chapitre 2 : **Méthodes des différences finies** : **(3 semaines)**
Exposé de la méthode. Résolution d'un problème de conduction en 2D, stationnaire, représentant une équation elliptique. Solution directe et solution itérative du système obtenu. Méthodes à pas multiples et techniques de stationnarisation de Douglas-Rachford, optimisation de la convergence

Chapitre 3 : **Equations paraboliques** : **(2 semaines)**
Cas de la conduction instationnaire (ou diffusion de masse) 1D : Schémas explicite purs, schémas implicites purs et schémas de Crank-Nicholson. Cas 2D : Méthodes à deux niveaux de temps, ADE, ADI de Peaceman-Racheford

Chapitre 4 : **Equations hyperboliques** : **(2 semaines)**
Méthode des caractéristiques. Equation de Burger, ondes sonores dans un fluide

Chapitre 5 : Etude des erreurs conséquentes à ces types de schémas : **(2 semaines)**
Consistance, stabilité, convergence, dissipation et dispersion

Chapitre 6 : **Méthode des volumes finis** : **(3 semaines)**
Avantages et inconvénients vis-à-vis des différences finies. Application à la MDF (Algorithmes SIMPLE, SIMPLER, SIMPLEQ , QUICK, TEAMKE pour le turbulent). Comment choisir ?

TP Éléments des machines-outils

Le but est d'apprendre à l'étudiant la conception de tous les éléments d'une machine-outil (classique ou à commande numérique) et ensuite son assemblage en utilisant l'outil de CAO et ensuite faire la simulation de la cinématique du mouvement d'une structure et aussi d'un cycle d'usinage.

Connaissances préalables recommandées:

Notions en dessin industriel, en DAO et en CAO.

Contenu de la matière:

TP1 : Manipulation du logiciel de CAO 3D **(3 semaines)**

Manipulation du logiciel de CAO 3D (SOLIDWORKS, CATIA, INVENTOR,…)
Outils de création 2D : lignes, arcs de cercles.
Manipulation des outils de création 3D
Déplacement, la copie, la rotation suivant divers axes,

TP2 : Utilisation des objets de la bibliothèque CAO **(2 semaines)**

Objets de la bibliothèque : perçage, filetage, élément d'assemblage, …

TP3 : Assemblage des éléments de machine-outil **(2 semaines)**

Assemblage
Mise en plan

TP4 : Exemples de conceptions d'éléments de machines-outils **(3 semaines)**

Conception d'une table pivotante
Conception d'une table type berceau
Conception d'un mandrin

TP 5 : Conception d'un porte fraise **(3 semaines)**

Conception d'un porte fraise (cône mors et HSK)

TP 6 : Simulation de laCinématique du mouvement d'une structure **(2 semaines)**

Cinématique du mouvement d'une structure de machine-outil

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques:

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. *Heinrich Gerling, Les machines-Outils, Edition(s) :Eyrolles.*
2. *François Pruvot, Conception et calcul des machines-outils, volume 1, Généralités, Morphologie, Plan Général, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1993.*
3. *François Pruvot, Conception et calcul des machines-outils, volume 2, Les broches : Etude cinématique et statique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1993.*
4. *François Pruvot, Conception et calcul des machines-outils, volume 3, Les broches : Etude dynamique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1999.*
5. *Georges Spinnler, Conception des machines: principes et applications. 1- Statique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 2002.*
6. *François C. PRUVOT, Machine-outil - Principaux organes, Techniques de l'Ingénieur, Référence B7121 v1, 1997.*
7. *Georges Spinnler, Conception des machines: principes et applications. 2- Dynamique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1997.*

Georges Spinnler, Conception des machines: principes et applications. 3- Dimensionnement, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1998.

Semestre : 8
Unité fondamentale : UEF 8.1 IGMF 8.2
Matière : Coupe des métaux 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de la matière "**Coupe de métaux 2"** est d'approfondir les connaissances dispensées dans la matière "**Coupe de métaux 1".** On trouve ainsi, d'autres connaissances avec plus de détails. Ces deux matières visent pour atteindre une bonne compréhension et une maitrise du phénomène de coupe.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en fabrication mécanique et en usinage.

Contenu de la matière:

Chapitre I : : Aspect économique et optimisation des opérations d'usinage **(2 semaines)**

- critères d'optimisation des paramètres de coupe
- temps d'usinage
- coût d'usinage
- recherche du coût optimum en usinage

Chapitre II : Nature et propriétés des outils de coupe **(3 semaines)**
- Introduction
- Différentes natures d'outils de coupe
- Propriétés métallurgiques des outils de coupe

Chapitre III : Usinage dur et usinage à sec – l'usinabilité des matériaux **(3 semaines)**

Chapitre IV : Modélisation analytique de la coupe **(3 semaines)**

Chapitre V : Modélisation numérique de la coupe **(2 semaines)**
(modélisation thermomécanique)

Chapitre VI: Usinage des matières plastiques et des matériaux composites **(2 semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques:

1- Claude BARLIER, Industrialisation & Mécanique - Usinage des matériaux métalliques, Editeur : CASTEILLA, Collection : Mémotechplus , 2006.

2- Aouici, Hamdi, Yallese, Mohamed Athmane, Coupe des metaux, Edition(s) : KartonierterEinband (Kt), 2014.

3- Claude Barlier, Mémotech plus - Usinage des matériaux métalliques, Editeur(s) : Casteilla, Collection : Mémotech, 2010.

4- Souhir Gara, Procédés d'usinage, tournage fraisage perçage rectification, Editeur(s) : Ellipses, Collection : Technosup, 2014.

5- James A. Harvey, Michel Gauthier, Usinage - Les secrets du métier, Editeur(s) : Reynald Goulet, Tec et Doc - Lavoisier, Hermès - Lavoisier, 2006.

Semestre : 8
Unité fondamentale : UEF 8.2 IGMF 8.3
Matière : Techniques de Soudage
VHS :67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement
Cette matière vise à familiariser les étudiants aux différents types de soudage et de leur fournir les principes de prévention lors des opérations de soudage.

Connaissances préalables recommandées
Sciences des matériaux

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction **(2 semaines)**
1.1 Historique du soudage 1.2 Terminologie

Chapitre 2 : Soudage au gaz **(2 semaines)**

2.1 Introduction 2.2 Matériel 2.3 Flammes de gaz 2.4 Techniques de soudage 2.5 Applications

Chapitre 3 : Soudage à l'arc **(3 semaines)**
3.1 Introduction 3.2 Éléments de physique 3.3 Transfert du métal fondu 3.4 Soufflage d'arc 3.5 Gaz de protection
3.6 Normalisation des gaz de protection 3.7 Normes applicables aux fis-électrodes et métaux d'apport

Chapitre 4 : Alimentation du soudage à l'arc **(2 semaines)**
4.1 Introduction 63 4.2 Caractéristiques électriques et contrôle-commande 63 4.3 Différents types de sources d'alimentation de soudage 67 4.4 Contrôle-commande des sources d'alimentation 71 4.5 Caractéristiques des sources d'alimentation 74 4.6 Exigences de sécurité

Chapitre 5 : Soudage TIG **(1 semaine)**
5.1 Introduction 5.2 Matériel 5.3 Consommables 5.4 Problèmes de qualité

Chapitre 6 : Soudage plasma **(1 semaine)**
6.1 Introduction
6.2 Classification des procédés de soudage plasma
6.3 Matériel
6.4 Gaz utilisés pour le soudage plasma

Chapitre 7 : Soudage MIG/MAG (1semaine)
7.1 Introduction 7.2 Matériel 7.3 Consommables 7.4 Variantes du procédé MIG/MAG 7.5 Qualité du soudage MIG/MAG

Chapitre 8 : Autres procédés de soudage **(1 semaine)**
8.1Soudage à l'arc avec électrodes enrobées
8.2 Soudage à l'arc submergé
8.3 Procédés de soudage par pression

Chapitre 9 : Hygiène et sécurité du soudage **(2 semaines)**
9.1 Introduction
9.2 Fumées et gaz de soudage 9.3 Risques électriques

Travaux Pratiques :

TP 1 : Souder à plat des ouvrages métalliques en semi-automatique
TP 2 : Souder à plat des ouvrages métalliques en TIG
TP 3 : Souder à plat des ouvrages métalliques à électrode enrobée
TP 4 : Souder en position des ouvrages métalliques en semi-automatique
TP 5 : Soudage par points

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

Références bibliographiques
1. K. Weman et D Gouadec, « Aide-mémoire des procédés de soudage », Dunod, 2005
2. C. Paquet, L. Lévesque, M. Bramat, W. Bowditch, K. Bowditch, M. Bowditch, A. Althouse et C. Turnquist, « Procédés de soudage à l'arc », De Boeck, Reynald Goulet, 2007.

Semestre : 8
Unité fondamentale : UEF 8.2 IGMF 8.4
Matière : Corrosion et protection des surfaces
VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD :1h30, TP :1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Connaissances préalables recommandées :
Cette matière élaboré et structuré de manière à assurer à l'étudiant l'essentiel des connaissances sur le phénomène de corrosion et la protection des métaux avec beaucoup de simplicité. Il regroupe des connaissances sur le phénomène de corrosion (définition, type, causes, etc.) ainsi que sur les conditions thermodynamiques favorisants son déroulement et les paramètres qui gouvernes sa cinétique.

Connaissances préalables recommandées
Sciences des matériaux

Contenu de la matière :

CHAPITRE 1 :Introduction à la corrosion des métaux (3 semaine)

CHAPITRE 2 : Thermodynamique de la corrosion électrochimique (3 semaine)

CHAPITRE 3 : Cinétique de la corrosion électrochimique (3 semaine)

CHAPITRE 4 : Méthodes de protection contre la corrosion (4 semaine)

CHAPITRE 5 : La corrosion sèche (2 semaine)

Mode d'évaluation:
Examen: 100 %.

Références bibliographiques
.1 Dieter LANDOLT, Corrosion et chimie de surfaces des matériaux, Presse polytechniques et universitaires Romandes, première édition (1993).
2. François COEURET, Alain STORCK, Elément de Génie Electrochimique, Technique & Documentation-LAVOISIER, (1993).
3. Christian VARGEL, Corrosion de l'Aluminium, Edition Dunod.
4. François ROPITAL, Corrosion et Dégradation des Matériaux Métalliques, Yves CHAUVIN, Edition Technip, (2009).
5. André RAHARINAIVO, La Corrosion et la Protection des Aciers dans le Béton, Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
6. Paul ARNAUD, Chimie Physique, Cours et Applications, 5° Edition, Dunod, Paris, (2001).
7. Fabien MIOMANDRE, Electrochimie, Des Concepts aux Applications, Edition Dunod, Paris, (2005).
8. John CHRISTOPHER SCULLY, Corrosion Protection, Principes Fondamentaux, MASSON, Paris, Milan, Barcelone, (1995).
9. Jean.P MERCIER, Gérald ZAMBELLI, Wilfried KURZ, Traité des Matériaux, Introduction à la Science des Matériaux, 3° Edition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, (2002).
10. Christine LEFROU, Pierre FABRY, Jean-Claude POIGNET, L'Electrochimie, Fondamentaux aux Exercices Corrigés, EDP Science, France, (2009).

11. Jean BESSON, Précis de Thermodynamique & Cinétique Electrochimiques, Ellipses, Edition (1984).
12. Peter Wiliam ATKINS, Eléments de Chimie Physique, DeBook Université, Paris, Bruxelles, (1998).
13. https://fr.wikipedia.org/wiki/Corrosion
14. http://www.corrosion-doctors.org/

Semestre : 8
Unité fondamentale : UEF 8.2 IGMF 8.5
Matière : Systèmes et dispositifs hydrauliques et pneumatiques
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du programme est de faire apprendre aux étudiants un ensemble de connaissances indispensables et nécessaires pour la compréhension physique des systèmes hydrauliques et pneumatiques. Ceci débute par la description des différents organes (vérins, distributeurs, clapets,…), jusqu'à l'établissement des schémas hydrauliques ou pneumatiques

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances en mécanique des fluides, en organes de machines et sur lois de la physique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction et rappels **(2 semaines)**

- Les fluides hydrauliques : Les huiles minérales, les huiles de synthèse et leurs caractéristiques.
- Calcul de pertes de charge.
- Filtration de air et à l'huile.
- Les filtres à air et à l'huile : Types et choix.

Chapitre 2 : Pompes, compresseurs et moteurs hydrauliques **(6 semaines)**

- Les pompes :Types, construction et choix des pompes à pistons axiaux, pompes à pistons radiaux, pompes à palettes, pompes à engrenages, pompes à vis.
- Eléments de calcul des pompes.
- Les compresseurs : Types, construction et choix des compresseurs.
- Eléments de calcul des compresseurs.
- Les moteurs hydrauliques : Moteurs à pistons axiaux, moteurs à pistons radiaux, moteurs à engrenages, moteurs à palettes, moteurs lents à came et galets.
- Eléments de calcul des moteurs hydrauliques.
- Les vérins à simple effet, vérin à double effet, vérin à double effet double tige, vérin télescopique, vérin rotatif.
- Calcul des vérins.

Chapitre 3 : Autres organes utilisés dans les Circuits hydrauliques et pneumatiques **(3 semaines)**

- Les distributeurs : Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).
- Les limiteurs de pression: Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).
- Les limiteurs de débit: Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).
- Les accumulateurs et les réservoirs: Types, calcul et choix.
- Les canalisations : Matériaux, dimensions.
- Les capteurs : de force, de vitesse, de position, de température,…

Chapitre 4 : Exemples Pratiques : **(4 semaines)**

- Etablissement des schémas hydrauliques et pneumatiques.
- Calcul des circuits hydrauliques et pneumatiques.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

1. *Jacques Faisandier, Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, Collection:Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle, 2013.*
2. *José RoldanViloria, Aide-mémoire : Hydraulique Industrielle, L'Usine Nouvelle - Dunod.*
3. *R.-C. Weber, Sécurité des systèmes pneumatiques, Édition Festo, 2012.*
4. *Simon Moreno, Edmond Peulot, Pneumatique dans les systèmes automatisés de production, Editeur(s) : Casteilla, 2001.*

Semestre : 8
Unité d'enseignement : UED 8.1 IGME 8.6
Matière : Propriétés Mécaniques des Matériaux
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement
A la fin du cours, l'étudiant devra connaître la structure cristalline, la microstructure, ainsi que les propriétés mécaniques des principaux matériaux ferreux et non ferreux et leur désignation.

Connaissances préalables recommandées
Notions en Science des matériaux

Contenu de la matière :
Chapitre 1Généralités sur les contraintes et déformation **(1 semaine)**

Chapitre 2 Comportement mécanique **(2 semaines)**

Chapitre 3 Propriétés élastiques : modèles des ressorts, modèle électrostatiques, matériaux fragiles **(3 semaines)**

Chapitre 4 Propriétés plastiques **(2 semaines)**

Chapitre 5 Principaux types de défauts (ponctuels, linéaires, surfaciques, Volumique **(3 semaines)**

Chapitre 6 Rôle des dislocations dans la déformation plastique **(2 semaines)**

Chapitre 7 Modification des propriétés **(2 semaines)**

<u>Travaux pratiques :</u> Selon les moyens et disponibilités de l'établissement

Mode d'évaluation : contrôle continu 40%et Examen 60%

Références bibliographiques :
1- Traité des matériaux, Introduction à la science des matériaux, J.P.Mercier, G.Zambelli, W.Kurz, Presses polytechniques et universitaire romande
2- Des matériaux, Jean-Paul Baïlon, Jean-Marie Dorlot, Presses Internationales Polytechnique
3- Science et génie des matériaux, W.D.Callister,jr, MODULO

Semestre : 8
Unité d'enseignement : UET 8.1 IGME 8.7
Matière : Stage en entreprise 2
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Semestre : 8
Unité d'enseignement : UEM 8.1 GMF 8.8
Matière : Bureau des Méthodes
VHS : 22h30 (TD : 1h30, 1H30 TD)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Le bureau des méthodes constitue l'interface entre les ateliers de fabrication ou de production et les bureaux d'études. En effet, les rôles et les missions d'un bureau des méthodes admettent particulièrement la vérification, avec le bureau d'étude, de la faisabilité et de la fabricabilité d'un produit. L'enseignement prodigué a pour objectif principal d'initier les étudiants à élaborer un processus de fabrication en prenant en considération le dessin de définition du produit, le type de production ainsi que les moyens et des outils indispensables à la réalisation. La finalité réside dans l'acquisition, par l'apprenant, des connaissances requises pour l'établissement d'un processus complet de fabrication d'un produit, particulièrement la conception des projets de gamme d'usinage et l'élaboration des contrats de phase. Il est fondamental que ces projets intègrent, en adéquation avec les coûts de production, l'ordonnancement des différentes opérations d'usinage et leur regroupement en sous-phases et phases, le choix judicieux des machines-outils et des outillages et le calcul des temps d'usinage.

Connaissances préalables recommandées :

Dessin industriel, Technologie de base, Fabrications mécaniques, Sciences des matériaux, TP Fabrications mécaniques, Techniques de Fabrication Conventionnelles et Avancées.

Contenu de la matière :

Programme de cours (1h30/ semaine)

Chapitre 1 : Introduction (2 semaines)

I-1 La fonction production.
I-1 Rôle et mission d'un bureau des méthodes.
I-2 Analyse du dessin de définition.
I-3 Notions de tolérances de forme et de position.
I-1 Rôle et mission d'un bureau des méthodes.

Chapitre 2 : Isostatisme (3 semaines)

II-1 Prise de pièce.
II-2 Symbolisation géométrique.
II-3 Choix des surfaces de mise en position.
II-4 Symbolisation technologique.
II-5 Exemples d'application.

Chapitre 3 : Cotation de fabrication (3 semaines)

III-1 Cote de fabrication : cote-outil, cote-machine et cote-appareillage
III-2 Transfert de cote et d'orientation.
III-2 Exemples de transfert de cote.

Chapitre4 : Opérations **élémentaires et antériorités dues aux contraintes** *d'usinage* **(2 semaines)**

IV -1 Les opérations élémentaires d'usinage : tournage, fraisage, perçage, alésage, taillage d'engrenage et rectification.
IV -2 Les antériorités dues aux contraintes *d'usinage* : dimensionnelles, géométriques et technologiques.

Chaitre4 : Etablissement d'un processus complet de fabrication d'un produit et conception des gammes d'usinage (5 semaines)

V-1 Détermination du nombre des opérations d'usinage selon la qualité et l'état de la surface usinée.
V-2 Détermination des antériorités des opérations d'usinage.
V-3 Méthode matricielle d'établissement de l'ordre d'usinage.
V-4 Regroupement des opérations d'usinage en phase et sous phase.
V-5 Projet de gamme d'usinage.
V-6 Contrat des différentes phases d'usinage et choix du régime de coupe.
V-7 Dessin et réalisation de la pièce brute.
V-8 Exemples de gamme d'usinage.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% , Examen :60 %

Références bibliographiques:

[1]Anselmetti B., *'Manuel de tolérancement (Volume 4): Cotation de fabrication avec les normes ISO'*, Hermes Science Publications, 2010.
[2] Gara S., *'Productique - Procédés d'usinage :Tournage, fraisage, perçage, rectification'*, Editions Ellipses Marketing, 2014
[3] Pimbaud L., Layes G., Moulin J., *'Guide pratique de l'usinage (tome 1)'*, Edition Hachette, 2003.
[4] Barlier C., Poulet B., *'Productique mécanique'*, Collection Mémotech, Editions Casteilla, 1999
[5] Chevalier A, Bohan J., Molina A., *'Guide pratique de productique'*, Editions Hachette, 2000.
[6] Padilla P. et Thely A., *'Guide des Fabrications Mécaniques'*, Dunod, 1978.
[7] Padilla P., Anselmetti B., Mathieu L. et Raboyeau M., '*ProductionMécanique'*, Editions Dunod, 1986.
[8] Weill R. ,*'Conception des gammes d'usinage'*, Techniques de l'ingénieur Doc B2 025, 1993
[9] Matthieu L. et Weill R., '*A Model for Machine Tool Setting as a Function of Positioning Errors'* CIRP International WorkingSeminar on Computer-Aided Tolerancing,The Pennsylvania State University, 1991.
[10] Hassin S., *'Qualification multi-crit`eres des gammes d'usinage : application aux piéces de structure aéronautique en alliage Airware'*, Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2015.

Semestre: 8
Unité d'enseignement: 8.1
Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Compétences visées :

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

Objectifs :

- Maitrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch, …

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA (01 semaine)

1. Définitions et champs d'application de l'IA.
2. Évolution historique de l'IA.
3. Introduction aux grands domaines :
    - **Apprentissage automatqiue (Machine Learning)**
    - **Apprentissage profound (Deep Learning)**

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

1. **Algèbre linéaire** : vecteurs, matrices, produits, normes.
2. **Probabilités & statistiques** :
    - **Variables**, espérance, variance.
    - Lois usuelles : normale, binomiale, uniforme.
3. **Régression linéaire simple** :
    - Formulation, coût, optimisation.
    - Mise en œuvre avec **Scikit-learn**.
4. **Exercices :**
    - Manipulation de matrices avec la bibliothèque NumPy (Python)
    - Exercice sur la régression linéaire (utiliser une bibliothèque Python comme Scikit-learn par exemple)
    - Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)
    - …

Chapitre 3 : Apprentissage automatqiue (Machine Learning) (03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.

3. Types d'apprentissage :
    - Supervisé
    - **Non** supervisé
    - **Par** renforcement *(aperçu)*
4. **Exercices :**
    - Approfondir les notions vues au cours
    - ….

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

1. Principe d'entrainement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
    - SVM (Support Vector Machine)
    - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
    - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. **Exercices :**
    - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
    - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
    - ….

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
    - **K-means**
    - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. **Exercices :**
    - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
    - Expliquer comment visualiser les clusters.
    - ….

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
    - Perception,
    - Couches et couches caches, poids, biais.
    - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoïde, Softmax, ….
    - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
    - Notion de couches profondes.
    - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)
3. **Exercices :**
    - Expliquer Tensorflow et PyTorch
    - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
    - ….

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

Création d'un modèle complet de classification ou clustering, avec prétraitement, entraînement et visualisation ; choisir et traiter un projet du début jusque la fin parmi (à distribuer au début du semestre) :

- Reconnaissance des caractères manuscrits
- Prédiction des catastrophes naturelles
- Développer un Chatbot capable de répondre aux questions fréquentes d'une entreprise, de manière naturelle.

- Développer un système capable de distinguer les sons normaux d'une machine de ceux indiquant une anomalie (roulement défectueux, vibration excessive, etc.)
- Développer un système (mini IA) capable d'analyser les sentiments exprimés dans les publications sur réseaux sociaux à propos d'un produit, une marque ou un évènement.
- …

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation
TP 02 :

- Implanter une régression simple avec Scikit-learn **visualisation avec Matplotlib** (par exemple)
- Visualiser les résultats avec Matplotlib
- …

TP 03 :

- **Pipeline de machine learning et séparation des données**
- Approfondir es notions vues au cours

TP 04 :

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
- …….

TP 05 :

- Implanter un algorithme de clustering sur un Dataset
- Visualiser les clusters **: Clustering non supervisé (K-means, DBSCAN).**
- ….

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- …

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentisage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet (2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadef, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'unievrsité de Msila - Algérie

Semestre: 8 Ing
Unité d'enseignement : UET 3.2
Matière : Lean Start-Up 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, Atelier : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)
- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.

Terme	Définition
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

Programme détaillé par matière du semestre 9

Semestre 9
Unité d'enseignement : UEF 9.1 IGMF 9.1
Matière 1 : Dynamique des structures avancée
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objectif la détermination et la résolution de l'équation du mouvement des structures (libres, forcées, amorties non amorties…). La connaissance des différentes réponses dues aux différents chargements nous renseigne sur les modes de vibrations et les possibilités de leurs amortissements.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances sont nécessaires en Dynamique du solide, en Mécanique analytique, en vibration et ondes et en Résistance des matériaux.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Rappels de cinétique, dynamique (2 semaines)

Moment et Tenseur d'inertie d'un ensemble matériel et des géométries courantes. Théorème de Huygens-Koenigs. Torseur cinématique- cinétique- dynamique- Energie cinétique. Principe Fondamental de la Dynamique, Théorèmes de la quantité de mouvement, du moment cinétique et de l'énergie cinétique. Principe des travaux virtuels, Equation de Lagrange de 1ère et 2ème espèce, Principe de Hamilton.

Chapitre II : Systèmes à un degré de liberté (2 semaines)

II.1 Oscillations libres non amorties
II.2 Le coefficient de rigidité de quelques systèmes
II.3 Oscillations libres amorties
II.4 Applications

Chapitre III : Oscillations forcées des systèmes à 1DDL (2 semaines)

III.1Généralités
III.2 Oscillations forcées dues à un chargement harmonique
III.3 Oscillations forcées dues à un chargement impulsif semi-sinus
III.4 Oscillations forcées dues à un chargement Spectral - intégrale de DUHAMEL
III.5 Oscillations forcées dues à un chargement aléatoire

Chapitre IV : Vibrations des systèmes continus (3 semaines)

IV.1 Rappels sur les systèmes à plusieurs degrés de liberté.
IV.2 Vibrations des cordes.
IV.3 Vibrations des poutres.
IV.4 Vibrations des membranes.

Chapitre V : Méthodes variationnelles de caractérisation des valeurs propres. (3 semaines)

V.1 Le quotient de Rayleigh
V.2 Recherche itérative des modes et valeurs propres
V.3 Applications - Approximation des systèmes continus (pendules - poutres en flexion pure)

Chapitre VI Méthodes numériques appliquées à la dynamique des structures

(3 semaines)

VI.1 La méthode des éléments finis en dynamique des poutres
VI.2 Formulationvariationnelle des vibrations libres en flexion
VI.3 Calculs des vibrations libres par éléments finis

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *Théorie Des Vibrations, S. Timoshnko*
2. *Théorie Des Vibrations, Application à la dynamique des structures , M. Géradin*
3. *Dynamique des structures Patrick PaultreHermès - Lavoisier*
4. *Dynamique des structures : Analyse modale numérique deThomasGmür Editeur : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*
5. *Dynamique des structures, Tome 1,Principes et fondamentaux, R.W.CLOUGH et J. PENZIEN*
6. *Dynamique des structures : Analyse modale numérique, Thomas Gmür , Editeur : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*

Semestre: 9
Unité d'enseignement : UEF 9.1 IGMF 9.2
Matière : Usinage à grandes vitesses
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h00, TP :1h30)
Crédits:5
Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement:

L'usinage à grande vitesse est devenu depuis le début des années 90 un des procédés de fabrication important, qu'il faut absolument mettre en œuvre et connaître pour pouvoir briller en société. Outre les aspects marketing qui ont permis de revitaliser le tissu économique de la fabrication mécanique, l'usinage a grande vitesse possède des caractéristiques très intéressantes dans le cadre de la réalisation de pièce mécanique de qualité comme dans les domaines de l'aéronautique et du moule.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de base en usinage et sur les conditions de coupe.

Contenu de la matière:

Contenu de la matière:

Chapitre I : Théorie et Principes de l'Usinage à Grande Vitesse (UGV) **(4 Semaines)**

- Les machines et les Outils de coupe de l'UGV

Chapitre II : Régimes de coupe et états de surface en UGV **(4 Semaines)**

- Stratégies de tournage en UGV
- Stratégies de Fraisage en UGV

Chapitre III : Usinage complexe et contournage multiaxes (4 axes et 5 axes **(4 Semaines)**

- Tournage-fraisage combinés des centres d'usinage (axes C et Y)
- Modèles de coupe (Analytiques, Approches Numériques, Thermomécaniques)

Chapitre III : Autres Modèles d'usinage UGV **(3 Semaines)**

- Plasturgie et Usinage UGV des matières plastiques et matériaux composites

TP

Travaux pratiques sur le contenu du cours et selon la disponibilité du matériel

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques:

1. *Phillipe Bagard UGV, formes complexes, grandes dimensions CETIM 1997*
2. *C. Bedrin Les conditions de coupe à grande vitesse principes généraux et aspects spécifiques 1996.*
3. *Centre Technique des Industries Mécaniques .Les atouts de l'usinage à grande vitesse CETIM 1996.*
4. *Alain-L. DEFRETIN, Gérard LEVAILLANT, Usinage à grande vitesse, Techniques de l'Ingénieur, Référence BM7180 v1, 1999.*
5. *Christophe Tournier, Usinage à grande vitesse - Technologies, modélisations et trajectoires, Collection:Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle, 2010.*
6. *Michael Kaufeld,* Serge Torbaty, *Rationalisation De L'usinage Très Grande Vitesse, Editeur :* Sofetec, *Collection :* Technologies D'aujourd'hui, 1999.
7. *Kindle, Mémotech - Méthodes et production en usinage, Editeur : Casteilla, 2016.*

Semestre: 9
Unité d'enseignement : UEF 9.1 IGMF 9.3
Matière :Installation des équipements
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD :1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Diagnostiquer les situations de dangers dans les installations ou bien lors de l'utilisation des machines, définir les zones de sécurité, comprendre le fonctionnement et l'usage des machines.

Connaissances préalables recommandées :

Normes et réglementation

Contenu de la matière

Chapitre 1. **(2 semaines)**

Rappel du contexte du dispositif normatif de la sécurité des installations et des équipements industriels

Chapitre 2. **(2 semaines)**

Terminologie et définitions

Chapitre 3. **(3 semaines)**

Sécurité des installations

Chapitre 4. **(4 semaines)**

Sécurité des machines et équipements : Distances de sécurité, protecteurs, autres dispositifs de sécurité (détecteurs, arrêts d'urgence, …)

Chapitre 5. **(4 semaines)**

Sûreté de fonctionnement des machines : Circuits de commandes, automates programmables, systèmes instrumentés de sécurité.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

1. Sécurité des machines. URL: http://www.schneiderelectric.fr/sites/france/fr/solutions-ts/oem/securite-machine/guide-securite.page

Semestre: 9
Unité d'enseignement : UEF 9.2 IGMF 9.4
Matière : Dynamique des machines tournantes
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h00)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

- Mettre le point sur les techniques de modélisation des vibrations pour les machines tournantes
- Maîtriser les méthodes de résolution numérique et choisir la modélisation adaptée
- Permettre une meilleure maîtrise de l'installation et de l'utilisation des machines tournantes
- Appréhender des applications sur des machines industrielles particulièrement sensibles à des altérations vibratoires de leurs composants

Connaissances préalables recommandées

(Calcul mathématique, pré requis éléments finis, résistance des matériaux et dynamique des structures*).*

Contenu de la matière :

1- Introduction à la dynamique des rotors : Historique, modèles de rotors, caractéristiques des éléments de rotor, Systèmes de coordonnées.
2- Modèle simple de rotors : Diagramme de Campbell, Vitesses critiques, Précessions directe et inverse, Rotor symétrique et asymétrique, instabilité, rotors amortis.
3- Modélisation des rotors par éléments finis
4- Vibrations de torsion des rotors
5- Influence des paliers sur les vibrations des rotors
6- Equilibrage des rotors

Mode d'évaluation :
Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références :

1.Lee C.W., Vibration Analysis of Rotors.Dordrecht, Kluwer AcademicPublishers, 1993
2. G. Genta, , Dynamics of Rotating Systems,Springer, New York, 2005

3.Friswell M.I., Penny J.E.T., Garvey S.D., Lees A.W., Dynamics of Rotating Machines, Cambridge University Press, 2010.
4.Lalanne M., Ferraris G., Rotordynamics Prediction in Engineering, 2nd edition, Chichester, John Wiley, 1998.
5.Krämer E. Dynamics of Rotorsand Foundations, Springer-Verlag, New York , 1993
6. Childs D., TurbomachineryRotordynamics: Phenomena, Modeling,and Analysis, John Wiley & Sons, New York, NY, USA,1993.

Semestre: 9
Unité d'enseignement : UEF 9.2IGMF 9.5
Matière : Tribologie et lubrification des systèmes mécanique
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)
Crédits:5
Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement :
Maitriser les notions de base de la tribologie. Etude du frottement, de l'usure et de la lubrification. Modélisation et résolution des problèmes tribologiques.

Connaissances préalables recommandées :
Matériaux, Mécanique des solides, MMC, Elasticité et RDM, éléments de machines. Contenu de la matière :

Chapitre 1. : Introduction. (1 semaine)
Historique - tribologie dans l'industrie - Considérations économiques.

Chapitre 2. : Surfaces et interfaces. (2 Semaines)
Définitions, concepts et critères - Analyses et caractérisation des surfaces -Propriétés fonctionnelles des surfaces -Frottement et déformation des surfaces -Usure : définition et modes d'usure.

Chapitre 3. : Friction. (1 Semaine)
Introduction - Causes possibles de la friction - Théorie de l'adhésion - Présentation des théories sur la friction - Influence des propriétés intrinsèques des matériaux sur la friction – Méthodes d'essais -Choix des matériaux.

Chapitre 4. : L'abrasion. (1 Semaine)
Définition et principe - Abrasion à deux corps - Abrasion à trois corps - Influence des paramètres opératoires sur l'usure abrasive - Influence des paramètres liés aux particules abrasives - Influence de la charge - Influence de la vitesse - Influence de l'environnement - Influence de la nature des matériaux -Méthodes d'essais -Choix de matériaux.

Chapitre 5 : Revêtements de surface. (2 Semaines)
Généralités - Procédés de revêtements de surface- Préparation des surfaces -Procédés spéciaux – Applications industrielles.

Chapitre 6 : Lubrification. (2 Semaines)
Régimes de lubrification - Lubrification Hydrostatique -Lubrification Hydrodynamique Lubrification limite (mixte) .Etudes des paramètres dans le contact - Pression dans le film - Charge supportée par le contact. Débit - Force ou couple de frottement -Equation de Reynolds. Interprétation -Etudes de cas élémentaires de portance. Effet d'étirement -Effet d'écrasement - Coin d'huile.

Chapitre 7: Types et propriétés des lubrifiants (1 semaine)
7.1 Différents types de lubrification : Lubrifiants gazeux, liquides, semi-solides, solides,
7.2 Constituants des lubrifiants
7.3 Caractéristiques et propriétés des lubrifiants :
- Propriétés de masse, densité, compressibilité
- Propriétés optiques (couleurs, indice de réfraction)
- Propriétés superficielles: Tension superficielle et interfaciale, Absorption,
- Propriétés rhéologiques
- Propriétés électriques
- Propriétés solvants et chimiques

7.4 Additifs pour lubrifiants :

- Additifs d'indice de viscosité, Additifs de point d'écoulement, Additifs détergents et dispersants
- Additifs anti-usure et extrême de pression, Additifs de lubrification, agent d'onctuosité, extrême pression (EP), Additifs antioxydants et anticorrosifs, Additifs anti-mousse

Chapitre 8 : Classification industrielle des lubrifiants (2 Semaines)

8.1 Classification par viscosité ; ISO, SAE, Par symbole et application et différentes Classifications.
8.2 Critères de choix des lubrifiants, 8.3 Procèdes de lubrification,
8.4 Contrôle de qualité des huiles en service : Dégradations, Contamination des lubrifiants, fréquence de remplacement, Echantillonnages, Contrôle qualitatif, Essai de laboratoire, Méthodes d'analyse,

Chapitre 9: Lubrification des machines (3 Semaines)

9.1 Moteurs thermiques,
9.2 Turbine,
9.3 Transmissions mécaniques,
9.4 Compresseurs.

Mode d'évaluation:

TP
Selon la disponibilité du matériel

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Georges, Frottement, usure et lubrification : La Tribologie ou science des surfaces, Eyrolles, 2000.
2. Hamid Zaidi, J. Rivière, Lubrification et tribologie des revêtements minces, Presses Polytechniques Romandes,2010.
3. Jean-Marie Georges Frottement, usure et lubrification : La Tribologie ou science des surfaces, Editeur : CNRS Editions, 2000
4. Yannick Desplanques , Gérard Degallaix, Tribologie et couplages multi physiques, 2006, Editeur : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

Semestre : 9
Unité Méthodologique : UEF 9.2IGMF 9.6
Matière :Les Céramiques
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cet enseignement est de fournir à l'étudiant des connaissances pratiques reliées aux principales étapes de fabrication, mise en forme, consolidation par frittage des céramiques, ces derniers possèdent des propriétés physiques, mécaniques et thermomécaniques intéressantes qui peuvent être contrôlées par la microstructure et comment celle-ci peut être modifiée pour les améliorer.

Connaissances préalables recommandées :

Science des matériaux, structure de la matière.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Structure des céramiques (3Semaines)
Chapitre 2. Fabrication des céramiques (3Semaines)
Chapitre 3. Classification des céramiques (3semaines)
Chapitre 4. Frittage (Mécanismes et les stades du frittage) (3 semaines)
Chapitre 5. Propriétés et comportement des céramiques (3 semaines)

Travaux en parallèle suivant les moyens disponibles :

♣ 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 Na2O-SiO4 et PbOSiO2. ♣ 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 CaO et 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 : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. BochPhilippe **« Matériaux et Processus céramiques »**, Hermès Science Publication, 2001 ISBN 2-7462-0191-7 Paris http://ww.hermes-science.com
2. BochPhilippe **« Propriétés et applications des céramiques »**, Hermès Science Publication, 2001 ISBN 2-7462-0192-5 Paris http://ww.hermes-science.com
3. W.D. Kingery, H.F. Bowen, D.R. Uhlman. "Introduction to ceramics". Wiley.
4. I.J. McColm, "Ceramic Science for Materials Technologists". Chapman and Hall.
   Jürgen G. Heinrich, Cynthia M. Gomes, "Introduction to ceramics processing", TU Clausthal.

Semestre : 9
Unité d'enseignement : UEM 8.1 GMF 8.8
Matière : Bureau des Méthodes
VHS : 22h30 (TD : 1h30, 1H30 TD)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Le bureau des méthodes constitue l'interface entre les ateliers de fabrication ou de production et les bureaux d'études. En effet, les rôles et les missions d'un bureau des méthodes admettent particulièrement la vérification, avec le bureau d'étude, de la faisabilité et de la fabricabilité d'un produit. L'enseignement prodigué a pour objectif principal d'initier les étudiants à élaborer un processus de fabrication en prenant en considération le dessin de définition du produit, le type de production ainsi que les moyens et des outils indispensables à la réalisation. La finalité réside dans l'acquisition, par l'apprenant, des connaissances requises pour l'établissement d'un processus complet de fabrication d'un produit, particulièrement la conception des projets de gamme d'usinage et l'élaboration des contrats de phase. Il est fondamental que ces projets intègrent, en adéquation avec les coûts de production, l'ordonnancement des différentes opérations d'usinage et leur regroupement en sous-phases et phases, le choix judicieux des machines-outils et des outillages et le calcul des temps d'usinage.

Connaissances préalables recommandées :

Dessin industriel, Technologie de base, Fabrications mécaniques, Sciences des matériaux, TP Fabrications mécaniques, Techniques de Fabrication Conventionnelles et Avancées.

Contenu de la matière :

Programme de cours (1h30/ semaine)

Chapitre 1 : Introduction (2 semaines)

I-1 La fonction production.
I-1 Rôle et mission d'un bureau des méthodes.
I-2 Analyse du dessin de définition.
I-3 Notions de tolérances de forme et de position.
I-1 Rôle et mission d'un bureau des méthodes.

Chapitre 2 : Isostatisme (3 semaines)

II-1 Prise de pièce.
II-2 Symbolisation géométrique.
II-3 Choix des surfaces de mise en position.
II-4 Symbolisation technologique.
II-5 Exemples d'application.

Chapitre 3 : Cotation de fabrication (3 semaines)

III-1 Cote de fabrication : cote-outil, cote-machine et cote-appareillage
III-2 Transfert de cote et d'orientation.
III-2 Exemples de transfert de cote.

Chapitre4 : Opérations **élémentaires et antériorités dues aux contraintes** *d'usinage*
(2 semaines)

IV -1 Les opérations élémentaires d'usinage : tournage, fraisage, perçage, alésage, taillage d'engrenage et rectification.
IV -2 Les antériorités dues aux contraintes *d'usinage* : dimensionnelles, géométriques et technologiques.

Chaitre4 : Etablissement d'un processus complet de fabrication d'un produit et conception des gammes d'usinage (5 semaines)

V-1 Détermination du nombre des opérations d'usinage selon la qualité et l'état de la surface usinée.
V-2 Détermination des antériorités des opérations d'usinage.
V-3 Méthode matricielle d'établissement de l'ordre d'usinage.
V-4 Regroupement des opérations d'usinage en phase et sous phase.
V-5 Projet de gamme d'usinage.
V-6 Contrat des différentes phases d'usinage et choix du régime de coupe.
V-7 Dessin et réalisation de la pièce brute.
V-8 Exemples de gamme d'usinage.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% , Examen :60 %

Références bibliographiques:

[1]Anselmetti B., *'Manuel de tolérancement (Volume 4): Cotation de fabrication avec les normes ISO'*, Hermes Science Publications, 2010.
[2] Gara S., *'Productique - Procédés d'usinage :Tournage, fraisage, perçage, rectification'*, Editions Ellipses Marketing, 2014
[3] Pimbaud L., Layes G., Moulin J., *'Guide pratique de l'usinage (tome 1)'*, Edition Hachette, 2003.
[4] Barlier C., Poulet B., *'Productique mécanique'*, Collection Mémotech, Editions Casteilla, 1999
[5] Chevalier A, Bohan J., Molina A., *'Guide pratique de productique'*, Editions Hachette, 2000.
[6] Padilla P. et Thely A., *'Guide des Fabrications Mécaniques'*, Dunod, 1978.
[7] Padilla P., Anselmetti B., Mathieu L. et Raboyeau M., '*ProductionMécanique'*, Editions Dunod, 1986.
[8] Weill R. ,*'Conception des gammes d'usinage'*, Techniques de l'ingénieur Doc B2 025, 1993
[9] Matthieu L. et Weill R., '*A Model for Machine Tool Setting as a Function of Positioning Errors'* CIRP International WorkingSeminar on Computer-Aided Tolerancing,The Pennsylvania State University, 1991.
[10] Hassin S., *'Qualification multi-crit`eres des gammes d'usinage : application aux piéces de structure aéronautique en alliage Airware'*, Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2015.

Semestre : 9
Unité d'enseignement: UET 9.1IGMF9.10
Matière 1 : Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

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

Connaissances préalables recommandées :
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)
- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)
- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)
- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)
- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)
- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception de mémoire

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

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

Semestre: 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Reverse Engineering
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les principes et les objectifs du Reverse Engineering (RE) dans le domaine des sciences et de technologie (ST),
- S'initier aux outils et aux méthodes du RE dans la spécialité concernée.
- Appréhender la valeur et l'éthique des principes du RE dans le design, la fabrication et l'assurance qualité de produits,
- Encourager la pensée critique, la curiosité technique, l'ingénierie inverse raisonnée et l'innovation,
- Apprendre à analyser, documenter et modéliser un système existant sans documentation initiale.

Compétences visées

- Décomposer et analyser un système existant,
- Reproduire fidèlement un schéma technique ou un modèle 3D à partir d'un produit existant,
- Appliquer des outils de diagnostic et de simulation,
- Travailler en groupe sur un projet exploratoire,
- Identifier les limites juridiques de la rétroconception

Adaptabilité aux spécialités du domaine Sciences et Technologie :

- Toutes les spécialités du domaine ST sont concernées suivant
- Exemples de taches : Documentation technique numérique, résultats de veille technologique, Gestion de projets techniques, Collaboration autour de plans, Analyses de rapports, Compréhension de procédés industriels, Suivi de données de production, Techniques de reporting, Prototypage, Essais)

Prérequis :

- Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière:

1. Introduction à la Réverse Engineering

- Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,
- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés…)
- Domaines : maintenance, re-fabrication, cybersécurité, veille concurrentielle

2. Méthodologie générale

- Analyse d'un système "boîte noire" (black box)
- Décomposition fonctionnelle

- Diagrammes de blocs, entrées/sorties, flux d'énergie ou d'information

3. Reverse engineering matériel

- Cartes électroniques : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électriques,
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Proteus

4. Reverse engineering logiciel

- Analyse statique de binaires (ex : .exe, .hex, .bin)
- Décompilation, désassemblage (introduction à Ghidra, IDA Free, ou Hopper)
- Observation de comportements : sniffing, monitoring (ex : Wireshark)
- Cas des microcontrôleurs : lecture mémoire flash, extraction firmware

5. Reverse engineering mécanique

- Numérisation 3D : scanner, mesures manuelles
- Reproduction de modèles CAO à partir de pièces existantes
- Logiciels utilisés : SolidWorks, Fusion360

6. Sécurité et détection d'intrusion

- Reverse engineering dans la cybersécurité : détection de malware, vulnérabilités
- Signature de logiciels, protections contre le RE (obfuscation, chiffrement)

7. Cas d'études réels

- Analyse d'un produit obsolète ou inconnu (souris, alimentation, module Bluetooth, etc.)
- Exemple de rétroconception de pièce mécanique ou système simple (ventilateur, boîtier)

Exemples de TP (base les 4 Génies)

- **Génie Electrique :**

- Rétro-ingénierie d'un module électronique sans schéma
- Exemple : module Bluetooth, relais temporisé
- Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
- Identification de composants (IC, transistors, résistances, etc.).
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
- Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
- Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

- **Génie Mécanique :**

- Rétro-ingénierie d'un mécanisme simple
- Exemples : pompe manuelle, clé dynamométrique, mini-presse..
- Démontage mécanique d'un système (pompe, engrenage, vérin…).
- Mesures et reconstruction de plans ou modèles 3D avec logiciel CAO (SolidWorks, Fusion360).
- Identification de matériaux et modes de fabrication.
- Simulation fonctionnelle à partir du modèle recréé.

- **Génie Civil :**

- Analyse d'ouvrages existants sans plans (murs, dalles, structures…).
- Exemples : escalier métallique, appui de fenêtre, coffrage)
- Étude et rétroconception d'un élément de structure existant

- Identification des matériaux, des assemblages et des contraintes.
- Modélisation de l'ouvrage via Revit, AutoCAD ou SketchUp.
- Étude de réhabilitation ou reproduction d'éléments structurels anciens.

- **Génie des Procédés :**
- Rétroconception d'un module de laboratoire
- Exemples : instruments, distillation, filtration, échangeur, réacteur simples…
- Analyse de systèmes industriels existants (colonne de distillation, échangeur, réacteur…).
- Reconstitution des schémas PFD et PID à partir de l'observation d'une installation.
- Identification des capteurs, actionneurs, organes de commande.
- Étude de flux de matière/énergie dans un procédé.

Mode d'évaluation :

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)
- Examen final (QCM + étude de cas)

- Examen : 60% TP : 40%

Références bibliographiques :

- Reverse Engineering for Beginners – Dennis Yurichev (gratuit en ligne)
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang
- Documentation :
  - https://ghidra-sre.org
  - https://www.kicad.org
  - https://www.autodesk.com/products/fusion-360

Programme détaillé par matière du semestre 10

Semestre : 10
Unité d'enseignement : UEF 10.1 IGMF 10
Matière : Projet de Fin d'Etude
VHS : 427h30 (Cours, TD, TP : 28h30)
Crédits : 30
Coefficient : 19

Objectifs de l'enseignement :

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

Connaissances préalables recommandées :

Tout le programme de l'ingéniorat.

Contenu de la matière :

Le Projet de Fin d'Etude de l'ingéniorat doit de préférence s'orienter vers la conception et la réalisation d'un système mécanique ou bien dans la réparation et la maintenance d'un système défectueux et le thème doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant encadrant et un étudiant (ou un groupe d'étudiants). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant. Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

Remarque :

Durant la période 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, …).

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 doit réaliser un mémoire et le présenter devant un jury dans une soutenance publique

Mode d'évaluation : Examen final : 100%

*