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

LOGO
De l'université

عرض تكوين
ل. م . د

ماستر أكاديمية

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	هندسة ميكانيكية	هندسة المواد

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

LOGO
De l'université

OFFRE DE FORMATION
L.M.D

MASTER ACADEMIQUE

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	*Génie mécanique*	*Génie des matériaux*

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

LOGO
De l'université

Training Offer
L.M.D

ACADEMIC MASTER'S DEGREE

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	***Mechanical Engineering***	***Materials Engineering***

I – Fiche d'identité du Master

Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Génie Mécanique	Génie des matériaux	Génie des matériaux	**1**	**1.00**
		Physique des matériaux (Domaine SM)	**2**	**0.80**
		Métallurgie	**2**	**0.80**
		Chimie des matériaux (Domaine SM)	**3**	**0.70**
		Construction mécanique	**3**	**0.70**
		Energétique	**3**	**0.70**
		Autres licences du domaine ST	**5**	**0.60**

II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Comportement mécanique des matériaux métalliques	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique et diagrammes d'équilibre	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Structure cristallines et Défauts ponctuels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes des éléments finis 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	Elaboration et caractérisation des matériaux céramiques	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	TP Méthodes des éléments finis 1	3	2			3h00	45h00	30h00	100%	
	TP Essais Mécaniques 1	2	1			1h30	15h00	35h00	100%	
	Programmation avancée python	2	2	1h30		1h30	45h00	05h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
Total semestre 1		**30**	**17**	**12h00**	**6h00**	**7h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 9 Coefficients : 4	Comportement mécanique des Matériaux Composites et multi-matériaux	5	2	1h30	1h30		45h00	80h00	40%	60%
	Propriétés physico-chimiques et Mécaniques des polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : **8** Coefficients : **4**	Diffusion et Transformation de Phases	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique de la rupture	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Méthodes des éléments finies 2	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Traitements Thermiques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP Essais mécaniques 2	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	**Lean start-up**	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	80% (20% Atl + 60% Proj.)	20%
	Éléments de l'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	40%	60%
Total semestre 2		**30**	**17**	**12h00**	**7h30**	**5h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Défauts et Déformation Plastique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Fatigue des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Propriétés physiques et mécaniques des Céramiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Choix des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Méthodes expérimentales et contrôle des matériaux	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Dégradation des polymères	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Contrôles non destructifs	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Reverse engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	05h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
Total semestre 3		**30**	**17**	**14h30**	**6h00**	**4h30**	**375h00**	**375h00**		

Orientations générales sur le choix des matières de découverte :

1- Verres et céramiques
2- Application sur codes numériques
3- Asservissement et Régulation
4- Transfert thermique
5- Matériaux pour l'optique, l'électronique et l'optoélectronique
6- Nanotechnologie et nanomatériaux
7- conception assistée par ordinateur
8- Matériaux biocompatibles
9- Management des Ressources technologiques
10-Soudage
11-Traitements de Surface
12-Environnement, protection, contrôle
13-Stratégie et management des entreprises
14-Valorisation et recyclage des matériaux
15-Recyclage des Matériaux
16-Hygiène & Sécurité
17-Sécurité et Environnement
18-Etude des Vibrations des Equipements industriels
19-Sécurité industrielle
20-Microscopie électronique et spectroscopie

Semestre 4

Ce semestre est consacré à la réalisation du projet de fin de cycle de master. Il est réalisé dans une entreprise ou dans un laboratoire de recherche (université ou centre de recherche). Il est sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise ou dans un laboratoire	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

III - Programme détaillé par matière des semestres S1

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.1
Matière 1 : Comportement mécanique des matériaux métalliques
VHS : 67h30 (Cours : 3h, TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

Cette matière traite l'aspect de la mécanique des matériaux, et comporte trois parties. Elle commence par les lois simples et donne à l'étudiant les définitions des différents paramètres mécaniques à partir d'essais simples. Ensuite, il est donné la loi de Hooke généralisée, suivie par l'étude des états de contrainte et de déformations pour arriver à la notion de directions principales et contraintes principes. La partie élasticité se clôture par la définition des contraintes équivalentes et des critères de résistance. Par ailleurs, la mise en forme des matériaux par déformation plastique impose la connaissance des modèles de comportement plastique, c'est le but de la deuxième partie de cette matière. Le comportement des matériaux fragiles comportant des fissures est un savoir indispensable pour un étudiant en génie des matériaux. Une introduction à la mécanique de la rupture linéaire est présentée dans la troisième partie de ce cours, cette partie permet d'illustrer à l'étudiant la particularité du comportement des matériaux fragiles.
Le programme est élaboré de sorte que sa présentation et son développement s'imprime fortement du sens physique, afin que l'étudiant acquière des compétences utiles et lui permettant de traiter efficacement des problèmes de la mécanique des matériaux auxquels il sera confronté.

Connaissances préalables recommandées

Mathématique L1, Résistance des matériaux S4.

Contenu de la matière

Chapitre 1.Essais mécaniques - Lois simples **(2 semaines)**

- Paramètres importants
- Elément de volume représentatif
- Vitesse de déformation et température
- Direction de sollicitation
- Types de sollicitation
- Essais monotones
- Essais cycliques
- Dureté et résilience
- Quelques lois simples

Chapitre 2. Elasticité - Viscoélasticité **(4 Semaines)**

- Elasticité linéaire
- Loi de Hooke généralisée
- Energie de déformation élastique
- Relations de symétrie
- Différents comportements élastiques
- Thermo élasticitélinéaire
- Viscoélasticité linéaire
- Modèle de Kelvin-Voigt
- Modèle de Maxwell

Chapitre 3.Plasticité - Viscoplasticité (3 Semaines)

- Résultats expérimentaux
- Limite d'élasticité

Chapitre 4. Comportement elasto-plastique (4 Semaines)

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

Chapitre 5. Endommagement et Rupture (2 Semaines)

- Endommagement
- Description
- Mesure
- Rupture
- Description
- Mécanique de la rupture

Mode d'évaluation

Contrôle continue : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *Comportement mécanique des matériaux Tome 1-2: élasticité et plasticité (2° Ed.) FRANÇOIS Dominique, PINEAU André, ZAOUI André - Ed.HERMES-1992.*

2. *Comportement mécanique des matériaux -FRANCOIS DOMINIQUE- Edité par HERMES SCIENCE PUBLICATIONS-2002*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.1
Matière 2 : Thermodynamique et diagrammes d'équilibre
VHS : 45 h (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant devra être capable d'utiliser les outils thermodynamiques afin de mener l'étude concrète des systèmes physico-chimiques à l'équilibre ou en cours d'évolution.
L'outil et concepts développés dans ce cours seront directement appliqués au cours de lecture utilisant les diagrammes de phases.

Connaissances préalables recommandées

Structure de la matière, probabilité et statistique, cristallographie, thermodynamique.

Contenu de la matière

Thermodynamique : (4 semaines)

1- rappels des définitions de base : système, phase, constituant, variables et fonctions d'état, expressions des compositions, premier et second principe,
2- rappels fondamentaux sur les conditions d'équilibre : potentiel chimique et relations de Gibbs, équilibre vrai et apparent, stabilité, métastabilité,
3- systèmes multi-constitués : grandeurs partielles, modèles de solutions idéales, régulières et interstitielles.

Diagrammes d'équilibres :

1- Equilibre **(1 semaine)**
2- Système à un constituant
3- Solutions binaires **(1 semaine)**
4- Equilibres dans systèmes hétérogènes **(1 semaine)**
5- Diagrammes de phases binaires **(3 semaine)**
6- Diagrammes de phases ternaires **(3 semaine)**
7-Etudes de cas : lecture et exploitation de diagrammes d'équilibres entre phases (métaux, céramiques, oxydes, polymères...) **(2 semaine)**

Mode d'évaluation

Contrôle continue : 40% ; Examen 60%.

Références bibliographiques

1. *L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave. "Des Matériaux". Ed. école Polytechnique de Montréal.*
2. *Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quere. "Éléments de métallurgie physique". La Documentation Française, Paris.*
3. *Science et génie des matériaux -W.D. Callister*
4. *Précis de métallurgie- J. Barralis, G. Maeder*
5. *Métallurgie générale -J.Benard*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière : Structures cristallines et défauts ponctuels
VHS : 45h00 (Cours : 22h30min, TD : 22h30min)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce cours est de présenter les structures cristallines et les défauts ponctuels, ainsi que les principes qui régissent les relations entre la microstructure et les propriétés mécaniques des métaux. Il est présenté surtout les principaux métaux et leurs alliages.

Connaissances préalables recommandées

- ✓ Structure de la matière ;
- ✓ Science des matériaux ;
- ✓ Thermodynamique statistique.

Contenu de la matière

Chapitre 1. Notions fondamentales (3 semaines)

- Notions d'un réseau, motif, maille, réseaux de Bravais, etc. ;
- Notations cristallographiques ;
- Propriétés des réseaux.

Chapitre 2. Réseau réciproque (4 semaines)

- Loi de Bragg (Diffraction, construction d'Ewald, cas des électrons) ;
- Distributions des intensités diffractées ;
- Méthodes expérimentales (Méthode de Debye-Scherrer, méthode de Laue, etc.).

Chapitre 3. Généralités sur les défauts ponctuels (3 semaines)

- Rappel sur la théorie élastique ; Inclusion, modèle des défauts ponctuels, etc. ;
- Lacunes (Variation des paramètres macroscopiques et microscopiques, etc.) ;
- Interstitiels (Energie élastique, Paire de Frenckel, etc.).

Chapitre 4. Thermodynamique des défauts ponctuels (2 semaines)

- Concentration des défauts ponctuels ;
- Entropie de formation des défauts ponctuels

Chapitre 5. Processus de déplacement et migration thermique (3 semaines)

- Nombre d'atomes déplacés ;
- Nombre d'atomes déplacés en cascade ;
- Diffusion atomique par mécanisme lacunaire ;
- Diffusion accélérée par irradiation.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

[1] . L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave, *Des Matériaux*, Ecole polytechnique de montréal, 1986 ;
[2] . Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quere. *Éléments de métallurgie physique* : *Diffusion, Transformation,* Vol 4, Paris : La documentation française, 1977
[3] . N. Gonzalez Szwacki, T. Szwacka, *Basic Elements of Crystallography*, Pan Stanford Publishing Pte. Ltd, 2010
[4] . W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambélli. *Introduction à la science des matériaux*", coll (traité des matériaux), vol. 1. Presse Polytechniques Romandes, Lausanne, 1987
[5] . H. De Leiris*. Métaux et alliages,* Masson, Paris, 1971
[6] . Robert E. Newnham, Properties of materials Anisotropy Symmetry Structure. London: Oxford University Press, 2005.

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière 2 : Méthodes des éléments finis 1
VHS : 45h (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objet de ce cours est la présentation de la méthode des éléments finis et de son implémentation pratique sur ordinateur. On y trouvera tous les détails de la programmation effective de la méthode, une introduction aux techniques de maillages adaptatifs et la résolution de problèmes de conception et d'optimisation. Connaitre les principes théoriques, mathématiques et techniques, accompagnés d'exemples et d'exercices d'application.

Connaissances préalables recommandées

Analyse numérique, Calcul matriciel, méthodes numériques, résistance des matériaux.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Concepts de Base (2 semaines)

1-Introduction
2-Connaissances fondamentales nécessaires
3- Méthodes d'analyse matricielle
4- Principe des travaux virtuels
5- Méthode des éléments finis

.

Chapitre 2 : Eléments de structures (2 semaines)

1- Eléments de ressort
2- Eléments de Barre
2- Eléments de Poutre
3- Eléments Plans (d'ordre 1 et d'ordre élevés)
4- Exercices d'application

Chapitre 3 : Formulation Iso paramétrique (2semaines)

1- Introduction
2-Fonctions de forme et Jacobien
3- Intégration numérique (Quadrature de Gauss).
4-Critères de convergence
4- Formulation des éléments iso paramétriques (1D et 2D)
- Matrice de rigidité
- Forces élémentaires
5- Exercices d'application

.

Chapitre 4 : Eléments Axisymétriques (2 semaines)

1-Introduction
2- Matrice de rigidité
3- Solutions pour un récipient sous pression
4- Exercices d'application sur les éléments axisymétriques

Chapitre 5 : Eléments de structures Tridimensionnels (2 semaines)

1- Introduction

2- Contrainte et déformation Tridimensionnelle
2- Eléments Tétraédriques
3- Eléments Solides (Briques à 8 nœuds)
4-Formulation iso paramétrique des éléments de volume

Chapitre 6 : Eléments pour la flexion des plaques (2 semaines)

1- Introduction
2-Concepts de Base pour la flexion des plaques
3- Matrice de rigidité d'un élément plaque à modèles en déplacement
4-Comparaison numérique entre quelques éléments plaques à modèles en déplacement
5-Problèmes

Chapitre 7 : Formulations complémentaires (2 semaines)

- Techniques éléments finis
  - Conception de maillage
  - Distorsion
  - Comment choisir un maillage
  - Convergence
- Non linéarité matérielle
  - Elasto-plasticité
  - Comportement élasto-plastique
  - Techniques de résolution

Chapitre 8 : Programmation court (1 semaine)

1- Programmation des éléments plans
2- Programmation de l'élément plaques R4

Mode d'évaluation

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques

1- *Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés).*
2- *Modélisation des structures par éléments finis volume 1,2 (Jean-.Louis Batoz et Gouri Dhatt).*
3- *Introduction à la méthode des éléments finis (Lenneth Rocky, Roy Evans, William Grffiths et David Nethercit).*
4- *Help Logiciel Abaqus 6.11 et Logiciel Scientific-Workplace 5.5, Fortran Power-Station.*
5- *Sites internet.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1
Matière 1 : TP Essais mécaniques 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement permet à l'étudiant l'assimilation des techniques d'élaboration et de caractérisation mécaniques et physiques céramiques techniques utilisés dans l'industrie. Il lui permet également la compréhension des techniques d'élaboration des bimatériaux de types céramique-métal et de leurs mécanismes d'adhésion. Il donne les connaissances nécessaires sur l'importance des ces matériaux dans les performances économiques et techniques et de lui permettre être en mesure d'analyser et de comprendre les différents choix de céramiques en fonction de leurs mise en service.

Connaissances préalables recommandées

Résistance des matériaux, Elasticité, Techniques expérimentales,

Contenu de la matière

1- Céramiques structurales et fonctionnelles. **(3semaines)**
2- Propriétés des céramiques techniques. **(3semaines)**
3- Grandes classes de matériaux céramiques : alumines, aluminosilicates, oxydes, carbures de silicium, nitrures de silicium, autres céramiques, vitro-céramiques et fibres. **(3semaines)**
4- Modification de la microstructure. **(3semaines)**
5- Évaluation des propriétés et méthodes d'essais non destructifs **(3semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques

Livres

1. *Les Diélectriques. 3716 R. Coelho, Édition : Hermès.*
3- *Milieux Diélectriques. C. Garing, Édition : Ellipses.*
2. *Sables,Poudres Et Grains:Introduction A La Physique Des milieux Granulaires.*
3. *J.Duran, Édition : Eyrolles.*

Thèses

1. *Courbiere. M.˝ Etude des liaisons céramique-métal, application au couple cuivre –alumine ˝. Thèse doctorat, école centrale de Lyon, 1986.*
2. *DAGDAG. S « Materiaux Et Revetements Ceramiques Multifonctionnels Par Pecvd Et Sps Pour l'integration De Puissance Haute Temperature-Haute Tension. », Thèse doctorat, l'institut national polytechnique de toulouse ,2005.*
3. *Lourdin. P. ˝les liaisons Ni/Al_2O_3 à l'état solide, élaboration, états des contraintes thermiques, comportement mécanique. Thèse doctorat, école centrale de Lyon 1992*
4. *-Miserez. A.G "fracture and toughening of high volume fraction ceramic particle reinforced metals ". Thèse doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne, 2002.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1
Matière 2 : TP Eléments finis 1
VHS : 45h (TP : 3h00)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :
Connaitre la manière de modéliser et simuler sur un Logiciel ou code de calcul par éléments finis.

Connaissances préalables recommandées :
Formulation et Calcul par éléments finis

Contenu de la matière :

1- TP sur les ressorts ; barres, poutre
2- TP sur les éléments plans
- Formulation analytique des éléments Q4, T3, par logiciel mathématique Scientifique et détermination de la matrice de rigidité élémentaire ainsi que l'assemblage de ces matrices.
- Modélisation des poutres en 2 D par des éléments Plans Q4 et T3 sur Logiciel (Abaqus, Ansys, RDM6,.....) et comparaison avec les solutions analytiques existantes.

3- TP avec Logiciel (Abaqus , Ansys, …….) sur les éléments axisymétriques (cylindre sous pression interne)
4- TP avec Logiciel (Abaqus , Ansys, …….) sur Vibration des poutres modélisées par des éléments de membrane (Exemple CPS4 et CPS3 du code Abaqus) et des plaques modélisées par des éléments plaques (Exemple S4R du code Abaqus).
5- TP de transfert thermique sur code de calcul (Abaqus, Ansys….).
6- TP avec Logiciel (Abaqus , Ansys, …….) sur Calcul plastique des structures bi et tridimensionnelle.
7- Programmation par Fortran ou Matlab des éléments Q4, T3, Barre et Poutre.

Mode d'évaluation
Contrôle Continu : 100%

Références bibliographiques :

1. *J.F. Imbert, "Analyse Des Structures Par Eléments Finis", Cepadues, 3ème Éd., 1991.*
2. *Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modélisation Des Structures Par Eléments Finis, Volume 1 : Solides Elastiques", Hermès Sciences Publication 1990.*
3. *Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modélisation Des Structures Par Eléments Finis, Volume 2 : Poutres & Plaques", Hermès Sciences Publication 1990.*
4. *Jean-Louis Batoz, "Modélisation Des Structures Par Eléments Finis, Tome 3 : Coques", Hermès Sciences Publication 1992.*
5. *O.C. Zienkiewicz, "La Méthode Des Eléments 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, "Génération Automatique De Maillages: Applications Aux Methodes d'éléments 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. *Alaa Chateauneuf, "Comprendre Les Elements Finis : Structures. Principes, Formulations Et Exercices Corriges", Ellipses Marketing, Juillet 2005.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM1.1
Matière 3 : Essais Mécaniques 1
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ceux sont des travaux pratiques qui permettront à l'étudiant de savoir et maitriser les techniques de détermination de la direction et de l'intensité des contraintes dans un matériau.

Contenu de la matière

(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)

- Essais de traction
- Essais de dureté
- Frottement intérieur
- Essais de fatigue
- Essai de résilience
- Essai de fluage

Mode d'évaluation

Contrôle continu100%

Références bibliographiques

Normes :
NF 10002-1 (1990) Matériaux métalliques- Essai de traction.
EN ISO 6892 (1996) Matériaux métalliques- Essai de traction.

Ouvrages
ASTM Tensiletesting P. Han ed. , 1992.
J. Barralis et G. Maeder, Précis de métallurgie (1995).
J. Lemaitre et J.L. Chaboche – Mécanique des matériaux Solides- Dunod 1976.
D. François – Essais mécaniques des métaux- Techniques de l'Ingénieur- M120-121.

Semestre: S1
Unité d'enseignement: UET 1.1.1
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

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

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

[3] . 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

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

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

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

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

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

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

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

[11] . 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 : 1
Unité d'enseignement : UET 1.2
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 15h00 (Cours : 1h00)
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,

Mode d'évaluation : Examen : 100 %

Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran ais+d f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck et léda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université Grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique ? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant : l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude… les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. http://www.app.asso.fr/

III - Programme détaillé par matière des semestres S2

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.1
Matière 1 : Comportement mécanique des Matériaux Composites et multi-matériaux
VHS : 67h30 (Cours : 3h TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

L'étude du comportement mécanique des matériaux composites et multi matériaux a pour but de connaitre leur réponse à une sollicitation donnée. Ce cours permet aussi à l'étudiant la compréhension des mécanismes physiques d'endommagement et de fissuration dans les matériaux composites et les multi matériaux. Les connaissances acquises en mécanique de la rupture seront mises à profit pour aborder les mécanismes physiques d'amorçage et de propagation des fissures et l'effet de la microstructure de ces matériaux, et donc du procédé de mise en œuvre utilisé, sur la résistance à la fissuration des matériaux composites et des multi matériaux

Connaissances préalables recommandées

- ✓ Mécanique des milieux continus ;
- ✓ Les lois de comportements (élastique, plastiques) ;
- ✓ RDM.

Contenu de la matière

Chapitre 1. Notions Générales sur les matériaux composites (4 semaines)

a. Définitions, Les composants d'un composite (Les fibres et les matrices).
b. Les matériaux composites structuraux, propriétés du pli (isotropie et anisotropie), pli unidirectionnel, pli multidirectionnels, composites à matrices métalliques.
c. Matériaux sandwiches, types d'assemblage.
d. Utilisation de composites dans l'industrie moderne (avions, hélicoptères, automobiles, construction navale).

Chapitre 2. Comportement mécaniques des composites (4 semaines)

a. Rappels de MMC.
b. Matériaux orthotrope.
c. Matériaux isotropes.
d. Constantes élastiques d'un pli unidirectionnel : longitudinale, transversal, module de cisaillement.
e. Constantes élastiques d'un pli dans une direction quelconque : Coefficients de souplesse et de raideur.

Chapitre 3. Comportement des stratifiées (3 semaines)

a. Comportement en membrane d'un stratifiée plan à symétrie miroir-modules apparents du stratifié, comportement en flexion.
b. Stratifiée sans symétrie miroir, comportement en membrane-flexion.
c. Constantes élastiques : matériau orthotrope, isotrope transverse.

CHAPITRE 4 Critères de rupture classique (4semaines)

- Définition des critères de résistance
  - Le critère de Tsaï-Hill
  - Le critère de Tsaï-Wu

- Critère de la contrainte maximale
- Critère de la déformation maximale
- Le critère mixte
- Le critère de Hashin

Chapitre 5. Critères de rupture d'un composite (5 semaines)

a. Définition des critères de résistance.
b. Critère de rupture : critère de Von-Mises, critère de Hill-Tsai, calcul des résistances (traction, compression et de cisaillement).
c. Etude de cas : poutres composites en flexion (poutres à plan de symétrie, poutres à section droite quelconque).

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Daniel Gray. Matériaux composites 5éme édition révisée. Lavoisier.
2. Jean-Marie Berthelot. Matériaux composites. Masson,1996.
3. Jean Lemaître et Jean-Louis Chaboche. Mécanique Des Matériaux Solides. Dunod, 1998.
4. Barbero E. J., 1998: Introduction to composite materials design. Taylor & Francis.
5. Berthelot J.-M., "Matériaux composites : comportement mécanique et analyse des structures", Masson, Paris, 1992.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.1
Matière 2 : Propriétés Physico-chimique et mécanique des polymères
VHS : 45h (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette UE traite des propriétés physiques et mécaniques des matériaux polymères avec pour perspective de mettre l'accent sur les corrélations existant entre structure chimique et propriétés d'usage. A cette fin, l'accent est mis à la fois sur les lois « macroscopiques » de comportement et sur les facteurs moléculaires qui permettent de les interpréter (mobilité moléculaire, transition vitreuse, enchevêtrements, micro mécanismes de déformation et de rupture).

Connaissances préalables recommandées

Polymères

Contenu de la matière

Comportement mécanique des Matériaux Polymères.

1. Influence de la température. Polymères amorphes / semi-cristallins. **(2 semaines)**
2. Principe d'équivalence temps - température. **(2 semaines)**
3. Viscoélasticité linéaire. Modèles rhéologiques spécifiques aux matériaux polymères. **(2 semaines)**
4. Mécanismes d'endommagement et de rupture. **(2 semaines)**

Comportement électrique et diélectrique des polymères

1. Définitions - polarisation, permittivité, conductivité, **(1 semaines)**
2. Relaxation diélectrique – Modélisation, **(2 semaines)**
3. Comportements – types des polymères, **(2 semaines)**
4. Analogie comportements mécanique et diélectrique. **(2 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
2. J.P. Trotignon, M. Piperaud, J. Verdu, A. Dobraczynski, "Précis de matières plastiques", AFNOR- Nathan.
3. J. Bost. "Matières plastiques; tome 2. Technologie, plasturgie. Technique et documentation", Lavoisier.
4. F.W. Billmeyer, "Textbook of polymer science". Wiley Intersciences.
5. J.A. Rydson, "Plastics Materials", Buterworth.
6. R.J. Young; "Introduction to Polymers", Chapman and Hall.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.2
Matière 1 : Diffusion et transformation de phases
VHS : 22h30h (Cours : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette composante a pour objectif :

- de faire connaître à l'étudiant les différents modes de diffusions dans les solides, leurs mécanismes.
- L'outil et concept développés dans cette composante seront directement appliqués aux cours de défauts ponctuels, déformation plastique et des diagrammes et transformation de phases.
- Approfondir la connaissance des transformations de phases (solidification et transformations à l'état solide) sur des bases thermodynamiques.
- Examiner les principaux mécanismes qui régissent les transformations de phases à l'échelle de la microstructure.
- Présenter les applications industrielles découlant de la maîtrise des microstructures.
- Acquérir les bases scientifiques des transformations microstructurales des alliages métalliques pour arriver à interpréter les propriétés physiques et mécaniques ou à proposer des améliorations.

Connaissances préalables recommandées

Calculs différentiels, structure de la matière, thermodynamique.

Contenu de la matière

La Diffusion

- Introduction
- Mécanismes de la Diffusion
- Lois Phénoménologiques de la Diffusion : les Équations de Fick
- Quelques Applications

Les Transformations de phases

- Introduction
- Germination et Croissance d'une Nouvelle Phase
- Les diagrammes TTT
- Les transformations sans diffusion

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *Métallurgie générale.*
2. *J. Benar, A. Michel, J. Philibert, J.Talbot 2ème Édition Masson 1991.*
3. *Des matériaux.*
4. *Technique de l'ingénieur série M.*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.2
Matière 2 : Mécanique de la rupture
VHS : 45h (Cours : 1h.30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette unité d'enseignement porte sur l'intégrité des structures fondée sur la mécanique de la rupture et qui a pour but de prévoir la fiabilité, la durée de vie et la sécurité de composants industriels de dimensions, géométries ou matériaux variés. Nous avons pour objectif de présenter et de pratiquer les démarches modernes et efficaces de dimensionnement en présence de fissures selon le mode de fissuration envisagé. Ce cours est constitué de deux parties : Mécanique de la rupture fragile et Mécanique de l'endommagement. L'objectif de la partie consacrée à la Mécanique de la rupture fragile est d'exposer les bases de la théorie de la rupture fragile, telle qu'elle est couramment utilisée dans les laboratoires de recherche et l'industrie de pointe (nucléaire, aéronautique, …) pour prédire la fissuration des matériaux.
La partie consacrée à la mécanique de l'endommagement a pour objectif d'exposer les bases de la Mécanique de l'endommagement des matériaux. On introduira les concepts fondamentaux par une approche par homogénéisation reliant la rupture à l'échelle microscopique et l'endommagement distribué à l'échelle macroscopique. Des modèles d'endommagement spécifiques aux différentes classes de matériaux seront présentés à l'aide d'une approche phénoménologique. Les aspects spécifiques de résolution numérique des problèmes d'endommagement des structures seront exposés et illustrés par des exemples d'intégration dans un code général d'éléments finis.

Connaissances préalables recommandées

Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux.

Contenu de la matière

Dans un premier temps, les différents types physiques de rupture sont présentés : ruptures fragile et ductile, transition fragile-ductile, fissuration. La deuxième partie concerne la mécanique linéaire de la rupture : facteur de concentration de contrainte, champs de contraintes et de déplacements au voisinage d'une fissure, facteur d'intensité de contrainte, ténacité, critères d'énergie, taux de restitution d'énergie. Pour finir, une extension à la mécanique de la rupture élasto-plastique est présentée : zone plastique en pointe de fissure, solutions en plasticité confinée, introduction à la plasticité étendue (intégrale J), risques de rupture en élasto-plastique, courbes de résistance.

Chapitre 1 : Introduction (2 semaines)

1. Aperçu sur la rupture (les différents types physiques de rupture : ruptures fragile et ductile, transition fragile-ductile, fissuration).
2. Utilisation de la mécanique de la rupture en conception.
3. Influence des propriétés des matériaux sur la rupture.

Chapitre 2 : Mécanique linéaire de la rupture (8 semaines)

(Facteur de concentration de contrainte, champs de contraintes et de déplacements au voisinage d'une fissure, facteur d'intensité de contrainte, ténacité, critères d'énergie, taux de restitution d'énergie).

1. Approche atomique de la rupture fragile.
2. Concentration des contraintes près d'un défaut.

3. Théorie énergétique de Griffith.
4. Description des Champs des contraintes au voisinage immédiat d'une fissure à l'aide du Facteur d'intensité des contraintes.
5. Relation entre le FIC et l'Energie de Griffith.
6. Principe de superposition en MLER.
7. Relation entre le FIC et le comportement global.
8. Propagation brutale des fissures- Ténacité.
9. Propagation instable – Courbe R.
10. Zone plastique à Fond de fissure.
11. mode de rupture mixte.

B- Mécanique non linéaire de la rupture (5 semaines)

1. Notion de CTOD
2. Intégrale J
3. Relation entre l'intégrale J et le CTOD
4. Courbe J_R de résistance à la fissuration
5. Rupture contrôlée par l'Intégrale J
6. Triaxialité des contraintes en plasticité étendue

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Mécanique de la rupture fragile et ductile, Jean-Baptiste Leblond, Hermès Science Publications (2003), Etudes en mécanique matériaux.
2. Comportement mécanique des matériaux : viscoplasticité, endommagement, rupture, D. François, A. Pineau, Hermès Sciences Publication (1993).
3. La simulation numérique de la propagation des fissures, S. Pommier, A. Gravouil, N. Moës, A. Combescure, Hermès Sciences Publication (2009).
4. Fatigue of Materials, S. Suresh, Cambridge University Press, (1998).
5. H.D. Bui, Mécanique de la Rupture Fragile, Masson, 1978.
6. J. Lemaitre, A Course on Damage Mechanics, Springer, Berlin, 1996.
7. D. Krajcinovic, Damage Mechanics, Elsevier, North Holland, 1996.
8. J. Lemaitre, R. Desmorat, Engineering Damage Mechanics, Springer, Berlin, 2005.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière : Méthodes des éléments finies 2
VHS : 45h (Cours : 1h.30, TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

En sciences techniques, la complexité pratique des problèmes nécessite le recours aux méthodes numériques. En mécanique des matériaux, la méthode universellement utilisée est celle des éléments finis. Elle permet à l'étudiant une connaissance de la modélisation et de la démarche par éléments finis et elle lui donne la capacité nécessaire de pouvoir utiliser des logiciels de calculs pour la résolution de problèmes liés au comportement des matériaux.
Cette composante qui s'appuie sur des éléments de l'analyse numérique, a pour objectif d'initier l'étudiant à la simulation et à la modélisation des comportements mécaniques de matériaux Elle a pour but la présentation de procédures de calculs pour l'étude préliminaire et conceptuelle, des codes de machines et d'analyses initiales et de techniques expérimentales de performances des matériaux.
Cette formation a pour objectif de former des spécialistes de haut niveau dans le domaine de la modélisation et simulation en mécanique, avec apprentissage poussé d'un code industriel, des matériaux et des structures. Le titulaire du master possède une solide formation dans les domaines de la mécanique des milieux continus et la modélisation pour la mécanique, ainsi qu'aux techniques les plus avancées en simulation numérique. Il a également une bonne pratique de la simulation sur ordinateurs.

Connaissances préalables recommandées

Analyse numérique, informatique

Contenu de la matière

1. Approche directe d'analyse matricielle, principe d'énergie potentielle minimum et méthode de Rayleigh-Ritz.
2. Formulations compatibles des éléments : solide, poutre, plaque et coque.
3. Corps axisymétriques avec les chargements généraux.
4. Problèmes de valeurs propres : analyses dynamique et stabilité linéaire.
5. Problèmes avec contraintes. Formulations mixtes, hybrides et équilibrées.
6. Méthodes des résidus pondérés.
7. Formulation non linéaire des éléments de barre

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Analyse des structures par éléments finis. J.F.imbert, Édition : Cepadues.
2. Modélisation des structures par éléments finis. J-L.Batoz, Édition : Hermes.
3. Mécanique des structures par la méthode des éléments finis. Ph. Trompette, Édition : Masson.
4. Méthodes d'éléments finis pour les problèmes de coques minces. M. Bernadou, Édition : Masson.
5. Méthode des éléments finis. T. Gmur, Édition : Romandes.
6. Le calcul des structures par éléments finis. H. Debaecker, Édition : Hermès.
7. Éléments finis volume 1 Zienckewiz, Édition : B.H.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière 2 : Traitement Thermique
VHS : 37h30 (Cours : 1h30, TP : 1h00)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

- Mettre en œuvre 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

1. Les traitements thermiques industriels classiques (recuits et trempes, recuits).
2. Traitements thermochimiques de diffusion (Cémentation, Nitruration etc…).
3. Les observations micrographiques et la mesure des caractéristiques physiques et mécaniques.
4. 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

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

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière 3 : TP Essais mécaniques 2
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

- Concevoir et développer des matériaux composites à matrice polymère en choisissant la matrice adaptée, le type de renfort (focus sur la fibre de carbone) et le procédé d'élaboration à mettre en œuvre pour obtenir des propriétés spécifiques et contrôlées.
- Tirer partie de l'association dans un matériau composite d'une matrice polymère continue et de renforts pour produire un effet de synergie entre les propriétés des différents éléments constitutifs
- Contribuer au développement de composites en respectant un cahier des charges typique des applications industrielles les plus courantes.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Chapitre 1. Mise en œuvre et architecture des matériaux composites

1. Mise en œuvre des matériaux composites
    - Moulage sans pression.
    - Moulage sous vide.
    - Moulage par compression.
    - Moulage en continu.
    - Moulage par pultrusion.
    - Moulage par centrifugation.
    - Moulage par enroulement filamentaire.
2. utilisation de demi-produits
    - Pré imprégnés.
    - Les compounds de moulage.
3. Architecture des matériaux composites
    - Stratifiés.
    - Composites sandwiches.
    - Autres architectures.
    - Conséquences sur le comportement mécanique des matériaux composites.

Chapitre 2. Caractérisation des matériaux composites

1. flexion cylindrique
2. flexion des poutres
3. flexion des plaques stratifiées orthotropes
4. flexion de plaques constituées de stratifiés symétriques, croisés, équilibre

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%.

Références bibliographiques

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

Semestre: S2
Unité d'enseignement: 1.2.1
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 : 2
Unité d'enseignement : UET 3.2
Matière : Lean Start-Up 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 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.

Terme	Définition
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.
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.

Terme	Définition
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.

III - Programme détaillé par matière des semestres S3

Semestre 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.1
Matière 1 : Défauts et déformation plastique
VHS : 67h30 (Cours : 3h TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

Les modèles décrivant, la périodicité des solides parfaits permettent de comprendre certaines propriétés de leurs propriétés. Cependant, plusieurs autres propriétés, en particulier celles dépendants de la structure du solide ne peuvent recevoir une interprétation quantitative suffisante (conductivité électrique ou ionique, propriétés mécaniques, coloration des solides).
Tous ces phénomènes s'expliquent par une rupture de périodicité de la structure cristalline. L'étude des propriétés physiques des solides a conduit à introduire dans le cristal une population sans cesse croissante de défauts. Le présent cours n'a d'autre objectif que de tenter de parvenir à l'élaboration de ce modèle. Le modèle du solide cristallin parfait qui sera progressivement complété par l'introduction des imperfections ou défauts qui existent dans tous les solides réels. C'est l'ensemble cristal (Parfait + défauts) qui constituera le modèle du solide réel. Montrer à l'étudiant que la présence de tels défauts est bénéfique pour les propriétés mécaniques des matériaux tels que la déformation plastique

Connaissances préalables recommandées

Elasticité et MMC.

Contenu de la matière

A- Défauts linéaires (6 semaines)

Rappel : Elasticité linéaire
Historique
Calcul de Frenckel
Dislocation coin
Dislocation vis
Méthodes élastiques des dislocations

- Méthode de fonction de green
- Energie emmagasinée par le cristal
- Cas d'une dislocation vis
- Cas d'une dislocation coin
- Energie d'interaction entre sources des contraintes
- Energie d'interaction dislocation -dislocation

Tension de ligne
Montée de dislocations
Forces images

B- Déformation plastique (5 semaines)

Introduction
Mode de déformation
Monocristal (facteur de Schmidt)
Bicristal
Polycristal
Microdéformation plastique
Modèle de Taylor
Macro déformation

Modèle du Pencel Gleid
Texture d'écrouissage

C- Fluage (4 semaines)

- Fluage de Nabaro-herring
- Fluage de colle
- Superplasticité

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Plasticité à haute température des solides cristallins, J.P.Poirier, Édition : Eyrolles.
2. Structure et propriétés des solides, B.Chalmers, Édition : Masson.
3. Physique des solides, Kittel.
4. Métallurgie générale, J. Benar, A. Michel, J. Philibert, J.Talbot 2ème Édition Masson 1991.
5. Technique de l'ingénieur série M.
6. Dislocations et plasticité des matériaux, J.l.Martin, Édition : Romandes.
7. Matériaux et propriétés, Yves Berthaud, Universitée Pierre et Marie Curie Janvier 2004.
8. Science des Matériaux, Sylvie Pommier, Université Pierre et Marie Curie, 2005-2006.

Thèse

1. Blazy, J « Comportement mécanique des mousses d'aluminium : caractérisations expérimentales sous sollicitations complexes et simulations numériques dans le cadre de l'élasto-plasticité compressible ». Thèse Sciences et Génie des Matériaux, Centre des Matériaux P.M. Fourt, Mines de Paris [ENSMP] (2003)

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.1
Matière 2 : Fatigue des Matériaux
VHS : 45h (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Compléter les connaissances acquises en mécanique de la rupture et inculquer à l'étudiant la notion de rupture par fatigue ainsi que la détermination de la durée de vie d'une structure.

Connaissances préalables recommandées

Mécanique de la rupture.

Contenu de la matière

Le cours de fatigue s'articule autour de trois volets principaux :

a. Mécanismes physiques de l'endommagement par fatigue : déformation cyclique, amorçage et propagation des fissures en liaison avec les paramètres microstructuraux.
b. Données technologiques de la fatigue : établissements des diagrammes de Manson-Coffin et de Wöhler, prise en compte de la contrainte moyenne (Diagramme de Haigh) lois de propagation, cumul de dommage (règle de Miner), chargements variables et complexes (comptage «rain-flow»).
c. Mise en œuvre dans un contexte industriel : concepts de dimensionnement en durée de vie sûre et en tolérance aux dommages.

I. Chapitre 1 : Concepts généraux sur la fatigue (2 semaines)

1- Introduction
2- Mécanismes de fatigue
   - Changement microstructuraux
   - Amorçage de fissure
   - Propagation de fissure
3- Différents approches en fatigue
   - Approche en durée de vie
   - Approche en tolérance aux dommages

II. Chapitre 2 : Durée de vie en Fatigue (4 semaines)

1- Comportement en fatigue des matériaux
   - Chargement
   - Diagramme d'endurance
   - Fatigue oligocyclique
   - Domaine d'endurance limité
   - Domaine d'endurance illimitée
2- Aspects statistiques
3- Facteurs influençant sur la tenue en fatigue
4- Diagrammes de Haigh, Goodman, Ros etc.

III. Chapitre 3 : Comportement cyclique (Fatigue oligocyclique (2 semaines)

IV. Chapitre 4 : Cumul de dommages (3 semaines)

V. Chapitre 5 : Propagation des fissures de fatigue (Approche de la MLER, Mécanismes, Modèles de propagation empiriques et théoriques, etc…) **(3 semaines)**

VI. Chapitre 6 : Effet d'entaille (Coefficient de réduction de durée de vie Kf, coefficient de Neuber, etc…) **(1semaine)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Fatigue des matériaux et des structures - Tome 1, Introduction, endurance, amorçage et propagation des fissures, fatigue oligocyclique et gigacyclique - Claude Bathias, André Pineau–Ed. : Hermes Science Publications, 2008.
2. Fatigue des matériaux et des structures – Tome 2- Fissures courtes, mécanismes et approche locale, fatigue-corrosion et effet de l'environnement, chargements d'amplitude variable. Claude Bathias, André Pineau–Ed. : Hermès Science Publications. 2008.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.2
Matière 1 : Propriétés physiques et mécaniques des céramiques
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est de montrer aux étudiants comment les propriétés physiques, mécaniques et thermomécaniques des céramiques peuvent être contrôlées par la microstructure et comment celle-ci peut être modifiée pour les améliorer.

Connaissances préalables recommandées

- ✓ Elasticité ;
- ✓ Thermodynamique ;
- ✓ Fluage et diffusion.

Contenu de la matière

Chapitre 1. Propriétés mécaniques **(3 semaines)**
Chapitre 2. Matériaux pour la coupe, le forage et la tribologie **(3 semaines)**
Chapitre 3. Matériaux réfractaires. **(3 semaines)**
Chapitre 4. Céramiques pour l'électronique. **(2 semaines)**
Chapitre 5. Biocéramiques. **(2 semaines)**
Chapitre 6. Céramiques nucléaires : combustibles, absorbants et matrices inertes **(2 semaines)**
Chapitre 7. Méthodes sol-gel et propriétés optiques **(2 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

6. Boch Philippe. Matériaux et processus céramiques, Paris, HermèsScience Publication, 2001 ISBN 2-7462-0191-7. http://ww.hermes-science.com
7. Boch Philippe. Propriétés et applications des céramiques, Paris, HermèsScience Publication, 2001 ISBN 2-7462-0192-5. http://ww.hermes-science.com
8. W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambelli, Introduction à la science des matériaux, Presse polytechnique et universitaires romandes, 1991.
9. John B. Wachtman, W. Roger Cannon, and M. John Matthewson, Mechanical properties of ceramics, John Wiley & Sons, Inc. 2009
10. Robert E. Newnham, Properties of materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, London : Oxford University Press, 2005.
11. J.S. Reed, Introduction to the principles of ceramic processing, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc.,
1995.
12. T.A. Ring, Fundamentals of Ceramic Powder Processing and Synthesis, Academic Press,1995

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.2
Matière 2 : Choix des matériaux
VHS : 45h (Cours : 1h.30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Tout choix de matériaux (organique, inorganique, ou composite) nécessite non seulement la prise en compte de ses caractéristiques intrinsèques et fonctionnelles (mécaniques, physiques, chimiques...), mais aussi de données économiques conjoncturelles. Il doit aussi s'intégrer dans une perspective industrielle s'appuyant sur d'autres concepts tels que la sécurité, l'assurance - qualité, la normalisation, les conséquences vis-à-vis de l'environnement.

Connaissances préalables recommandées

Matériaux et alliages.

Contenu de la matière

La méthode enseignée est celle des indices de performances définis par M. ASHBY.
Elle comprend :

1. Introduction :
2. Variété, familles de matériaux - nécessité d'une procédure rationnelle de sélection - Méthodologie générale.
3. Méthode de sélection :
4. Sélection des matériaux sans et avec la forme - sélection sur les propriétés physiques et mécaniques.
5. Sélection multicritères :
6. Méthodes de sélection multicritères - sélection multi-astreintes : dimensionnement-sélection multi-objetifs : valeur d'échange entre les performances - méthodes d'intelligence artificielle (logique floue).
7. Sélection des procédés :
8. Classification des procédés adaptés à la sélection- méthode de sélection : élimination, attributs des procédés - optimisation : modèles de coûts.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Science et génie des matériaux W.D. Callister.
2. Sélection des matériaux et des procédés de mise en oeuvre Traité des matériaux Volume 20.
3. Michael F. Ashby, Yves Bréchet, Luc Salvo.
4. Métallurgie générale J.Benard.
5. Des matériaux, J. P. Bailon.
6. Matériaux métalliques cours et TD N. Bouaouadja.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière 1 : Méthodes expérimentales et contrôle des matériaux
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 ; TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Le but du cours est de faire connaître à l'étudiant les principales techniques physiques de caractérisation des matériaux. L'étudiant sera capable de déterminer le nombre et la structure cristalline des phases d'un alliage, à partir d'un diagramme de diffraction.

Connaissances préalables recommandées

Cours sciences des matériaux

Contenu de la matière

Chapitre 1 Diffraction des rayons x **(3 semaines)**
Chapitre 2 Méthodes d'analyse chimique **(5 semaines)**
Chapitre 3 Méthodes microscopiques **(3 semaines)**
Chapitre 4 Méthodes thermiques d'analyse **(4 semaines)**

Contenu des TP

TP.1 Méthodes de Diffraction des rayons X **(3 semaines)**
TP.2 Méthodes microscopiques : **(4 semaines)**
1. Microscopie optique
2. Microscopie électronique à balayage

TP.3 Méthodes thermiques d'analyse : **(4 semaines)**
1. Analyse dilatométrique
2. Analyse thermique différentielle

TP.4 Méthodes chimiques **(4 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu 40% + examen 60%

Références bibliographiques

Semestre 3 :
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière 2 : Dégradation des polymères
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Introduction aux techniques de mise en forme des polymères Description de la résistance et du comportement des différents polymères vis à vis d'agents agressifs.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base des grandes classes de matériaux polymères et leur structure.

Contenu de la matière

Partie A : Vieillissement des polymères.

I : Vieillissement physique des polymères.
II : Vieillissement chimique des polymères.
III : Dégradation thermique et thermo-oxydation des polymères.
IV : Dégradation photochimique et photo-oxydation des polymères.

Partie B : Mise en forme des polymères.
I : Rappels sur les différentes classes de matériaux polymères et leurs propriétés.
II : Comportement sous écoulement des polymères fondus.
III : Mise en œuvre.

Mode d'évaluation

Examen 100%.

Références bibliographiques

Matériaux Polymères- Gettfried W. Ehrensstein et Fabienne Montagne- Hermes Science.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière 3 : Contrôle non destructifs
VHS : 37h30 (Cours : 1h30 TP : 1h00)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

1. Introduction et rappels **(1 semaine)**
2. Ressuage **(1 semaine)**
3. Magnétoscopie **(1 semaine)**
4. Courants de Foucault (CF) **(2 semaines)**
5. Bruit Barkhausen **(2 semaines)**
6. Ultra-Sons (US) **(2 semaines)**
7. Radiographie X et g (RX, Rγ) **(2 semaines)**
8. La thermographie (IT) **(2 semaines)**
9. Applications aux traitements de surface **(2 semaines)**

Travaux Pratiques

Selon disponibilité du matériel.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%. Examen : 60%

Références bibliographiques

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

1. J. ROGET Essais non destructifs ; L'émission acoustique AFNOR/CETIM.
2. A. VALLINI Joints soudés - Contrôle, métallurgie, résistance DUNOD.
3. G. WACHE Contrôles non destructifs Traitements thermiques N°216-88 à 226-89.
4. B. BANKS ; G.E. OLDFIELD ; H. RAWDING La détection ultrasonique des défauts dans les matériaux EYROLLES.

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

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 15h00 (Cours : 1h00)
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.*