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	صناعة ميكانيكية والإنتاجية

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*	*Fabrication mécanique et productique*

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***	***Mechanical Manufacturing and Production 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	Fabrication mécanique et productique	Construction mécanique	**1**	**1.00**
		Energétique	**3**	**0.70**
		Electromécanique	**3**	**0.70**
		Maintenance industrielle	**3**	**0.70**
		Autres licences du domaine ST	**5**	**0.60**

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

Semestre 1 Master : Fabrication mécanique et productique

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 1.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Mécanique des milieux continus	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Coupe des métaux 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Procédés de mise en forme	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Machines-Outils	2	1	1h30			22h30	27h30	100%	
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	TP Fabrication mécanique	3	2			3h00	45h00	30h00	100%	
	Robotique industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Métrologie	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Programmation avancée en python	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	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**	**11h30**	**6h00**	**7h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2 Master : Fabrication mécanique et productique

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 1.2.1 Crédits : 9 Coefficients : 4	Méthode des éléments finis	5	2	1h30	1h30		45h00	80h00	40%	60%
	Coupe de métaux 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Eléments des Machines outils	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Programmation des MOCN	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Eléments finis	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP CFAO	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Gestion de production	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
	Optimisation	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Lean start-up	2	2	1h30	1h30		45h00	05h30	80% (20% Atl + 60% Projet)	20%
	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	40%	60%
Total semestre 2		**30**	**17**	**11h30**	**7h30**	**6h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 3 Master : Fabrication mécanique et productique

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	Bureau des Méthodes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Usinage des surfaces gauches	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Usinage à grande vitesse	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Dynamique des machines tournantes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique de la rupture et fatigue	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Bureau des Méthodes	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Moulage et injection plastique	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Techniques de Soudage	3	2			3h00	45h00	30h00	100%	
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**	**11h30**	**6h00**	**7h30**	**375h00**	**375h00**		

UE Découverte (S1, S2 et S3)

1. *Normalisation en fabrication mécanique et productique*
2. *Procédés d'usinage non conventionnel*
3. *Eco-conception*
4. *Matériaux composites*
5. *Ateliers automatisés et flexibles*
6. *H.S.I. en fabrication mécanique et productique*
7. *Transfert de chaleur dans les procédés de fabrication*
8. *Tribologie et mécanique de contact*
9. *Systèmes hydrauliques et pneumatiques*
10. *Inspection et Contrôle de qualité*
11. *Moteurs électriques*
12. *Maintenance industrielle*
13. *Gestion d'un projet de production*
14. *Analyse de la valeur*
15. *Plan d'expériences*
16. *Management Industriel*
17. *Gestion des entreprises et Marketing*

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 : Mécanique des milieux continus
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Approfondissement des bases de mécanique des milieux continus acquises en licence Modélisation des milieux solides élastiques 3D et curvilignes

Connaissances préalables recommandées

Acquérir l'essentiel des connaissances de base en algèbre linéaire, notation indicielle, calcul matriciel et équations différentielles.

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction à la mécanique des milieux continus **(1 semaine)**
Chapitre II : Rappels de mathématiques : éléments de calcul tensoriel **(2 semaines)**
Chapitre III : Analyses des contraintes **(3 semaines)**
Chapitre IV : Analyse des déformations **(3 semaines)**
Chapitre V : Cinématique des milieux continus **(2 semaines)**
Chapitre VI : Lois de comportement **(2 semaines)**
Chapitre VII : Cas d'applications **(2 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *Mécanique des milieux continus - Tome 1 - Concepts généraux par Jean Salençon, Edition Ecole Polytechnique de Paris, (2005).*
2. *Mécanique des milieux continus - Tome 2 - Thermoélasticité par Jean Salençon, Edition Ecole Polytechnique de Paris, (2002).*
3. *Mécanique des milieux continus - Tome 3 - Milieux curvilignes par Jean Salençon, Edition Ecole Polytechnique de Paris, (2002).*
4. *Mécanique des milieux continus, par P. Germain, Editions Masson, Paris (1983).*
5. *Théorie de l'élasticité, par S. Timoshenko et J.M.Goodier, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1961.*
6. *Mécanique des milieux continus - 4e édition: Cours et exercices corrigés, par Jean Coirier et Carole Nadot-Martin, Edition Dunod, 2013.*
7. *Modélisation mathématique et mécanique des milieux continus, Par Roger Temam et Alain Miranville, Edition Scopos, Springer.*
8. *Mécanique des milieux continus, par G. Duvaut, Edition Masson, 1990.*
9. *Introduction à la mécanique des milieux continus, par Paul Germain et Patrick Muller, Edition Masson, 1995.*
10. *Mécanique des milieux continus: une introduction, Par John Botsis et Michel Deville, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.1
Matière 2 : Matériaux
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette matière vise à fournir aux étudiants les éléments nécessaires pour comprendre comment un composant ou une pièce de structure est réalisé, avec quels matériaux et pourquoi, ainsi que le choix et la maîtrise des matériaux employés. Cet objectif vise la familiarisation des étudiants avec les différents types de matériaux (métalliques, polymères, céramiques, composites...) et les concepts associés (élaboration, propriétés, conditions de mise en forme, cycles de vie, limitations...), les problèmes de choix, de disponibilité...

Connaissances préalables recommandées

Sciences des matériaux et Chimie générale et minérale

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Rappel Structures cristallines parfaites et imparfaites (réelles) (2 semaines)

Chapitre 2 Matériaux métalliques (6 semaines)

- Transformations de phase : Définitions et concepts fondamentaux, phénomènes de la Solidification / Solidification d'un métal pur par germination et croissance / Solidification des alliages (croissance dendritique / Diagrammes d'alliages binaires, transformation liquide –solide et solide – liquide, Applications aux alliages ferreux et alliages légers / Transformations à l'état solide avec et sans diffusion / Adaptation des matériaux métalliques à leur utilisation / Traitements thermiques : trempe (courbes TTT et TRC, vitesse critique de trempe), revenu, vieillissement, recuit (applications aux aciers et aux alliages légers) / Traitements thermochimiques (cémentation, nitruration) et mécaniques (galetage, grenaillage). / Protection contre la corrosion, mécanismes élémentaires de corrosion, revêtements.

Chapitre 3 : Matériaux non métalliques (6 semaines)

- Matériaux polymères (organiques) : Caractères spécifiques aux matières plastiques en relation avec leur structure – distinction entre familles de polymères (thermodurcissables, thermoplastiques et élastomères) - Comportement mécanique (importance du rôle de la température et du temps) – mise en forme –dégradation, vieillissement, sensibilité aux solvants - Matériaux céramiques : Caractères spécifiques aux céramiques en relation avec leur nature, Comportements mécaniques – mise en forme - Matériaux composites : Association de matériaux-anisotropie -procédé de mise en forme – problèmes d'assemblage et d'usinage, Spécificités du comportement mécanique.

Chapitre 4 : Critères de sélection des matériaux (3 semaines)

- Réalisation d'un cahier des charges matériau. / Analyse fonctionnelle d'une pièce (qualités requises, caractéristiques et indices de performance correspondants, niveaux exigibles). / Etablissement du cahier des charges. / Caractéristiques mécaniques. / Sources de données sur les matériaux (bibliographie, base de données). / Critères de choix en fonction des coûts, disponibilités, conditions d'utilisation et de fabrication. /

Sélection des matériaux. / Sensibilisation à l'existence d'outils d'aide à la sélection de matériaux. / Etude de cas.

Mode d'évaluation

Contrôle continue 40% + Examen Final 60%

Références bibliographiques

1. *Traité des matériaux, Introduction à la science des matériaux, J.P.Mercier, G.Zambelli, W.Kurz, Presses polytechniques et universitaire romande .*
2. *Science et génie des matériaux, W.D.Callister,jr, MODULO.*
3. *Choix des matériaux en conception mécanique NP, par Michael F. Ashby, Collection: Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle, 2012,*
4. *Science et génie des matériaux, par William-D et Jr Callister, Editions Modulo, 2001*
5. *Sélection des matériaux et des procédés de mise en œuvre, par Michael Ashby, Yves Bréchet, Luc Salvo, PPUR (Presses Polytechniques Universitaires Romandes), 2001.*
6. *Traité des matériaux volume 20 : sélection des matériaux et des procédés de mise en œuvre, par ASHBY Michael, Edition LAVOISIER, 2001.*
7. *Caractérisation expérimentale des matériaux I (TM volume 2) : Propriétés physiques, thermiques et mécaniques, par Suzanne Degallaix et Bernhard Ilschner, Collection PPUR (Presses Polytechniques Universitaires Romandes), 2007.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière 1 : Coupe des métaux 1
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en fabrication mécanique et en usinage.

Contenu de la matière

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

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

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière 2 : Procédés de mise en forme
VHS : 45h (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Notions de mécanique générale

Contenu de la matière

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

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

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière 3 : Machines outils
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est de compléter à l'étudiant, les différents procédés d'obtention des pièces par enlèvement de copeaux. Au cours de cette matière, l'étudiant apprend les différentes constructions des machines outils, leurs mouvements, leurs réglages pour atteindre un état de surface et une précision bien déterminés.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir les connaissances de base de la fabrication mécanique et aussi sur les moyens universels dans un atelier de fabrication mécanique.

Contenu de la matière

Chapitre I : Généralités sur les machines outils **(3 semaines)**
Chapitre II : Les différentes Machines-outils **(3 semaines)**
Chapitre III : Conception des schémas cinématiques des Machines-Outils **(3semaines)**
Chapitre IV : Organisation des machines-outils dans les ateliers **(3 semaines)**
Chapitre V : Les centres d'usinage **(3semaines)**

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. *François Pruvot. Conception et calcul des machines-outils. Volume 1. Généralités, morphologie, plan générale.*
2. *François Pruvot. Conception et calcul des machines-outils. Volume 2.Les broches .généralité, étude cinématique et statique.*
3. *François Pruvot. Conception et calcul des machines-outils. Volume 3. Les broches. Etude dynamique.*
4. *François Pruvot. Conception et calcul des machines-outils. Volume 6 Les porte-outils. : analyse*
5. *Jean-Pierre Cordebois, Michel Colombié, Fabrication par usinage (Mécanique et matériaux), Dunod , 2008.*
6. *Heinrich Gerling, les machines outils, Editions : Eyrolles*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM1.1
Matière 1 : TP Fabrication mécanique
VHS : 45h (TP : 2h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière

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

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques

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

Semestre : 1
Unité d'enseignement : U.E.M.1.1
Matière 2 : Robotique industrielle
VHS : 15h00 (cours 1h30, TP ou TD : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction à la robotique **(2 semaines)**
(Définitions - Constitutions -Cinématique des robots, Robots sériels, Robots parallèles, Robots mobiles. Etc...)
Chapitre 2 : Paramétrage d'un solide et une chaine de solides dans l'espace **(2 semaines)**
Chapitre 3 : Modèles géométriques direct et inverse **(3 semaines)**
Chapitre 4 : Modèles cinématiques direct et inverse **(2 semaines)**
Chapitre 5 : Modélisation dynamique (Formalisme de Lagrange, Formalisme de Newton-Euler) **(3 semaines)**
Chapitre 6 : Génération de mouvement **(2 semaines)**
Chapitre 7 : Etalonnage géométrique **(2 semaines)**
Chapitre 8 : Modélisation géométrique des robots Parallèles
Etude d'un exemple : robot DELTA utilisé en FM **(1 semaines)**

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

Ou un :

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *Philippe Coiffet. La robotique : principes et applications. Hermes Science, 1992.*
2. *Max Giordano and Jacques Lottin. Cours de robotique : Description et fonctionnement des robots industriels. Armand Colin, 1997.*
3. *Wisama Khalil and Etienne Dombre. Modélisation, identification et commande des robots. Hermes Science, 1999.*
4. *J.P. Lallemand and S. Zeghloul. Robotique : Aspects Fondamentaux. Masson, 1994.*
5. *Alain Liégeois. Modélisation et commande des robots manipulateurs. Techniques de l'ingénieur, S7730 : 2000.*
6. *http://cours-online.gdr-robotique.org/Khalil-Dombre_Modelisation/Khalil-Dombre_Modelisation.pdf, dernier accès juin 2016.*
7. *E. Dombre et W. Khalil, Modélisation et commande des robots, Hermes.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM1.1
Matière 3 : Métrologie (TP)
VHS : 45h00 (TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Les TP de métrologie permettent aux étudiants de prendre connaissance et de maitriser les différentes techniques de mesure. Ils leur permettent de connaitre les instruments de mesures à lecture direct et indirect utilisés en fabrication mécanique.

- Préparer les étudiants aux différentes techniques de mesure,
- Définir la norme générale pour le dimensionnement et les tolérances géométriques,
- Comprendre les différentes formes d'erreurs.

Connaissances préalables recommandées

Cours de Métrologie, Mathématiques appliquées. Dessin technique, Fabrication Mécanique, D.A.O. (*Le contenu de cette matière est déjà entamé en 3ième année licence*).

Contenu de la matière

TP 1	Rappel sur la cotation	**(3 semaines)**
TP 2	Rappel sur l'utilisation de différents outils de mesure	**(3 semaines)**
TP 3	Etalonnage des appareils de mesure et de contrôle des longueurs	**(3 semaines)**
TP 4 :	Contrôle des inclinaisons, des angles et des cônes	**(3 semaines)**
TP 5 :	Contrôle des tolérances de forme géométriques	**(3 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%.

Références bibliographiques

1. *C. Bindi, Un roman sur mesure - conception et mise en place de la fonction métrologie, Editions : AFNOR, 2004.*
2. *C. Bindi, Dictionnaire pratique de la métrologie - Mesure, essai et calculs d'incertitudes, Editions : AFNOR, 2006.*
3. *Ammar Grous, Métrologie appliquée aux sciences et technologies - Volume 1.Incertitudes et GPS. Editeur(s) : Hermès - Lavoisier, Collection : Capteurs et instrumentation, 2009.*
4. *Christiane Joffin, Françoise Lafont, Élisabeth Mathieu, Le Guide de métrologie pour les laboratoires, Lexitis Editions, 2015.*
5. *Jérôme Meyrand, Guide pratique de la métrologie à l'atelier, Lexitis Editions, 2011.*
6. *Jérôme Meyrand, Guide pratique de la métrologie en entreprise, Lexitis Editions, 2011.*

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 1.1
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. Le télémaque, 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 etléda 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-1 Programme détaillé par matière S2

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

Objectifs de l'enseignement

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

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

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Concepts de Base (2 semaines)

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

Chapitre 2 : Eléments linéaires de structures (2 semaines)

1- Eléments ressorts linéaire et spiral.
2- Eléments de Barre élastique
3- Système treuils
4- Eléments de Poutre

Chapitre 3 : Eléments de structures bi -dimensionnels (3 semaines)

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

Chapitre 4 : Eléments de structures tridimensionnels (3 semaines)

1- Introduction
2- Eléments Tétraédriques (4, 10 et 20 nœuds)
3- Eléments Solides (Briques à 8 nœuds)
4- Formulation isoparamétrique des éléments de volume
5- Analyse de structures tridimensionnelles en utilisant des éléments plans.
6- Solide de révolution (Axisymétrique)

Chapitre 5 – Vibration par éléments finis (2 semaines)

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

Chapitre 6- Formulations complémentaires (3 semaines)

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *J.F. Imbert, "Analyse Des Structures Par Elements Finis", Cepadues, 3ème Éd., 1991.*
2. *Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Volume 1 : Solides Elastiques", Hermès Sciences Publication 1990.*
3. *Jean-Louis Batoz, Gouri Dhatt, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Volume 2 : Poutres & Plaques", Hermès Sciences Publication 1990.*
4. *Jean-Louis Batoz, "Modelisation Des Structures Par Elements Finis, Tome 3 : Coques", Hermès Sciences Publication 1992.*
5. *O.C.Zienkiewicz, "La Methode Des Elements Finis", Mc Graw Hill, 1979.*
6. *Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés)*
7. *Rahmani O et Kebdani S., Introduction à la méthode des éléments finis pour les ingénieurs, 2ème ed. OPU, 1994.*
8. *D. Ouinas « Application de la méthode des éléments finis à l'usage des ingénieurs, cours et exercices corrigés ». Tome 1-OPU 2012.*
9. *Paul Louis George, "Generation Automatique De Maillages: Applications Aux Methodes d'elements Finis", Dunod, 1990.*
10. *C. Zienkiewicz And R. L. Taylor, "The Finite Element Method For Solid And Structural Mechanics", Sixth Edition By O. Butterworth-Heinemann 2005.*
11. *Alaa Chateauneuf, "Comprendre Les Elements Finis : Structures. Principes, Formulations Et Exercices Corriges", Ellipses Marketing, Juillet 2005.*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.1
Matière 2 : Coupe des métaux 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en fabrication mécanique et en usinage.

Contenu de la matière

Chapitre I : Aspect économique et optimisation des opérations d'usinage **(2 semaines)**
- critères d'optimisation des paramètres de coupe
- temps d'usinage
- coût d'usinage
- recherche du coût optimum en usinage

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques

1- *Claude BARLIER, Industrialisation & Mécanique - Usinage des matériaux métalliques, Editeur : CASTEILLA, Collection : Mémotech plus , 2006.*
2- *Aouici, Hamdi, Yallese, Mohamed Athmane, Coupe des metaux, Edition(s) : Kartonierter Einband (Kt), 2014.*
3- *Claude Barlier, Mémotech plus - Usinage des matériaux métalliques, Editeur(s) : Casteilla, Collection : Mémotech, 2010.*
4- *Souhir Gara, Procédés d'usinage, tournage fraisage perçage rectification, Editeur(s) : Ellipses, Collection : Technosup, 2014.*
5- *James A. Harvey, Michel Gauthier, Usinage - Les secrets du métier, Editeur(s) : Reynald Goulet, Tec et Doc - Lavoisier, Hermès - Lavoisier, 2006.*
6- *Jean-Pierre Cordebois, Fabrication par usinage, Editeur(s) : Dunod, L'Usine Nouvelle, Collection : Technique et ingénierie - Mécanique et matériaux, 2013.*

7- Louis Rimbaud, Gérard Layes, Joseph Moulin, Guide pratique de l'usinage - Volume 1 (Fraisage), Editeur(s) : Hachette, Collection : Guides pratiques industriels, 2006.

8- *Joseph Jacob, Y. Malesson, D. Ricque, Guide pratique de l'usinage - Volume 2 (Tournage), Editeur(s) : Hachette, Collection : Guide pratique, 2006.*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.2
Matière 1 : Eléments des machines outils
VHS : 45h00 (Cours 1h30, Td 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant sera capable à la fin de l'unité de reconnaitre les différentes parties essentiels des machines-outils. L'objectif principal est d'apprendre à concevoir les éléments principaux d'une machines-outils. Synthèse, analyse statique, cinématique et dynamique des machines-outils.

Connaissances préalables recommandées

Notions de mécanique générale. Mécanique du solide. Notions de statique et de cinématique. Résistance des matériaux.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Composition d'une machine-outil **(1 Semaines)**

Chapitre 2 : Conception et schémas cinématiques des Machines-outils **(2 semaines)**

Chapitre 3 : Etude statique des machines-outils **(2 semaines)**

Chapitre 4 : Etude organique d'une machine-outil conventionnelle ou à commande numérique (Etude : statique cinématique, dynamique et thermique) **(4 semaines)**

1. BROCHE.
2. BÂTI.
3. GLISSIÈRES.

Chapitre5 : Montage d'usinage et Eléments de positionnement et de serrage **(2 semaines)**

Chapitre 6 : Erreurs de machine-outil (erreurs de mouvement) **(2 semaines)**

Chapitre 7 : Notions sur la modélisation géométrique des machines-outils à commande numérique **(2 Semaine)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques

1. *Heinrich Gerling, Les machines-Outils, Edition(s): Eyrolles.*
2. *François Pruvot, Conception et calcul des machines-outils, volume 1, Généralités, Morphologie, Plan Général, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1993.*
3. *François Pruvot, Conception et calcul des machines-outils, volume 2, Les broches : Etude cinématique et statique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1993.*
4. *François Pruvot, Conception et calcul des machines-outils, volume 3, Les broches : Etude dynamique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1999.*
5. *Georges Spinnler, Conception des machines : principes et applications. 1- Statique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 2002.*

6. *François C. PRUVOT, Machine-outil - Principaux organes, Techniques de l'Ingénieur, Référence B7121 v1, 1997.*
7. *Georges Spinnler, Conception des machines : principes et applications. 2- Dynamique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1997.*
8. *Georges Spinnler, Conception des machines : principes et applications. 3- Dimensionnement, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1998.*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : U.E.F.1.2.2
Matière 2 : Programmation des MOCN
VHS : 45h00 (Cours 1h30, TD 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Le but de ce cours est :

- de comprendre les principes de fonctionnement des machines à commande numérique, les possibilités cinématiques, la motorisation, la commande, la mesure et les modes de génération des surfaces.
- Apprendre à rédiger un programme numérique simple en langage ISO.
- Apprendre à rédiger un processus d'usinage permettant d'obtenir une pièce simple.
- Analyser de la structure d'un programme commande numérique et les principales fonctions M, G, T, D, F, S, les noms des cycles.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base sur les machines à commande numérique et en fabrication mécanique.

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction à la programmation des MOCN (1 semaines)

Chapitre II : Composants et programmation des MOCN (3 semaines)

Composition des parties d'une MOCN -Description du pupitre – Le MSD de la machine - Classement des claviers et touches sur le pupitre – Description des 5 principaux claviers de la machine – Déverrouillage de la machine au démarrage - Les modes de fonctionnement de la machine – Les sous modes de fonctionnement de la machine – Les supports d'informations extérieurs – L'introduction d'un programme dans la mémoire auxiliaire puis principale

Chapitre III : Programmation en tournage et Fraisage (7 semaines)

Recherche et approche du point de référence – Les 5 points "zéro" de la machine et la mesure des distances entre les 5 points (Table, Etau, Outils, Pointe de l'outil, Pièce) – Les registres "Position shift offset" et "Tool" – La notion de décalage

- Types de fonctions et de paramètres G, M, P, L, D – Programmation absolue et incrémentielle, Programmation mixte - L'effacement des alarmes – Auto maintien des mots – Indications des avances et des cotes et désignation de l'outil – Correction de la trajectoire de l'outil à droite et à gauche – Décalages de repères et chargement de la mémoire en décalage – Saut non conditionnel et Saut conditionnel - Sous programmes et leur imbrication – Commutation d'axes

- Fonction de déplacement rapide – Interpolation linéaire – Interpolations circulaires dans les 2 sens – Programmation de la vitesse, de l'avance Forage avec brise copeaux – Perçage avec dégagement – Perçage avec temps de pause – Perçage simple – Retours aux plans de départ et de dégagement – Arrêt précis Hors - Arrêt précis En – Usinage d'un lamage – Usinage d'une rainure inclinée – Usinage d'une poche rectangulaire – Fonctions miroirs – configuration rectangulaire – Configuration circulaire

Chapitre IV : Compléments de programmation spécifique à NUM **(2 semaines)**

Chapitre V : Programmation CN et systèmes de FAO : **(2 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques

1- *AFNOR - Cônes d'emmanchement, nez de broches à conicité 7 / 24 pour changement manuel d'outil - norme AFNOR NF E 60-023 - Mai 1985*
2- *AFNOR - Commande numérique des machines, format de programme et description des mots adresses, partie 2 : codage et mise à jour des fonctions préparatoires G et des fonctions auxiliaires universelles M - norme AFNOR NF Z 68-036 - octobre 1988*
3- *AFNOR - Commande numérique des machines, format de programme et description des mots adresses, partie 3 : codage des fonctions auxiliaires M (classe 1 à 9) - norme AFNOR NF Z 68-036 - octobre 1988*
4- *AFNOR - Informations de sortie des processeurs CN, structure logique et mots majeurs - norme ISO 3592, identique norme AFNOR Z 65-510 – octobre 1980*
5- *ISO - Nomenclature des axes et des mouvements, pour la commande numérique des machines - norme ISO 841, équivalent norme AFNOR NF Z 68-020 - décembre 1968*
6- *ISO - Commande numérique des machines, données d'entrée des processeurs CN, langage de référence de base pour programme de pièce - norme ISO 4342, norme AFNOR NF Z 68-040 - octobre 1988*
7- *AFNOR - Informations de sortie des processeurs CN, éléments mineurs des enregistrements de type 2000, (instructions post-processeur) - norme ISO 4343, équivalent norme AFNOR Z 65-511 - décembre 1977*
8- *ISO - Commande numérique des machines, format de programme et description des mots adresses, partie 1 : format de données pour les équipements de commande de mise en position, de déplacement linéaire et de contournage - norme ISO 6983-1, norme AFNOR NF Z 68-035 – octobre 1988*
9- *Vergnas (J) - Usinage - Dunod - août 1982*
10- *Longeot (H), Jourdan (L) - Fabrication Industrielle - Dunod - octobre 1985*
11- *Vergnas (J) - Exploitation des machines-outils à commande numérique – pyc édition - octobre 1985*
12- *Intartaglia (R), Lecoq (P) - Guide pratique de la commande numérique - Dunod - février 1986*
13- *Coorevits (T), David (J-M), Rosenbaum (M) - Le contrôle tridimensionnel sur machine à mesurer et machine-outil - Renishaw / Techno-Nathan - 1991*
14- *Méry (B) - Machines à commande numérique - Hermes - Avril 1997 Duc (E), Lefur (E) - La modélisation géométrique des MOCN : un outil pour le régleur - Technologies et Formation - N°74.*
15- *Lefur (E), Duc (E) - La modélisation géométrique des MOCN : application au palpage sur MOCN - Technologies et Formation - N°75*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière 1 : TP Eléments finis
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

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 tri-dimensionnelle.

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

9. *Paul Louis George, "Generation Automatique De Maillages: Applications Aux Methodes d'elements Finis", Dunod, 1990.*
10. *C. Zienkiewicz And R. L. Taylor, "The Finite Element Method For Solid And Structural Mechanics", Sixth Edition By O. Butterworth-Heinemann 2005.*
11. *Alaa Chateauneuf, "Comprendre Les Elements Finis : Structures. Principes, Formulations Et Exercices Corriges", Ellipses Marketing, Juillet 2005.*
12. *Paul-Louis George, Pascal-Jean Frey, MAILLAGES. Applications aux éléments finis, Hermes, 1999*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1. 2
Matière 2 : TP CFAO
VHS : 22h30 (TP 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Au cours de ce TP l'étudiant va apprendre comment conduire un projet de FAO d'une pièce, de son DAO jusqu'à sa réalisation sur machine outils à commande numérique. La pièce conçue peut être vérifiée à la résistance aux chargements qui sont lui appliqué en utilisant le calcul par éléments finis qui est généralement intégré dans le logiciel de FAO. Le dessin de la pièce est ensuite converti en un programme à commande numérique puis traduit à l'aide du logiciel de commande de la machine.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir maitrisé les notions de base du dessin industriel et avoir des notions de base de DAO.

Contenu de la matière

TP1 : Présentation des logiciels de FAO **(3 semaines)**

- Présentation du logiciel de FAO (Camworks, Catia,…)
- Interface du logiciel de FAO
- Les différents modes d'usinage (Usinage 2D, Usinage 3D)

TP2 : Usinage multi axes **(3 semaines)**

- définitions du brut
- choix de la machine et des paramètres
- définitions des formes à usiner
- générer les plans d'opérations
- position d'origine de programmation
- générer les parcours d'outil (plan parallèle, zigzag, sphéroïdal, z level, etc..)

TP3 : Exemple d'application en tournage (réalisation d'un embout) **(3 semaines)**
TP4 : Exemple d'application en fraisage (FAO FRAISAGE 2.5 AXES) **(3 semaines)**
TP5 : Ssimulation d'usinage **(3 semaines)**

- génération de programme en code g.

Mode d'évaluation

Continu : 100%

Références bibliographiques

1. *A. Cornand, F. Kolb et J. Lacombe. Usinage et commande numérique, T2 ,1992.*
2. *G. Faidherbe et B. Vacossin, Cetim. L'Environnement des centres d'usinage, Senlis, 1991.*
3. *P. Gonzalez. La Commande numérique par calculateur : tournage, fraisage, centres d'usinage, Casteilla, Paris, 1993.*
4. *C. Marty, C. Cassagnes et P. Marin. La Pratique de la commande numérique des machines-outils, Tec & Doc, Paris, 1993.*
5. *A. Cornand, F. Kolb et J. Lacombe, Usinage et commande numérique, T 2I, Foucher, Paris, 1992.*
6. *C. Marty, C. Cassagnes et P. Marin, La Pratique de la commande numérique des machines-outils, Tec & Doc, Paris, 1993.*

7. J. Vergnas, Usinage : technologie et pratique, Dunod, Paris, 2e éd. 1989.
8. Pascal Rétif. La CAO accessible à tous avec Solidworks de la création à la réalisation. Tome1. Broché.
9. Jean Pierre Taillard. Etudes en CAO. La Cao mécanique par l'exemple. Hermès.
10. Jean Pierre Taillard. Guide d'introduction de la CFAO dans l'entreprise. Hermès.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière 3 : Gestion de production
VHS : 15h00 (TP 1h00)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Notions en dessin industriel, en DAO et en CAO.

Contenu de la matière

TP1 : Manipulation du logiciel de CAO 3D **(3 semaines)**
- Manipulation du logiciel de CAO 3D (SOLIDWORKS, CATIA, INVENTOR,…)
- Outils de création 2D : lignes, arcs de cercles.
- Manipulation des outils de création 3D
- Déplacement, la copie, la rotation suivant divers axes,

TP2 : Utilisation des objets de la bibliothèque CAO **(2 semaines)**
- Objets de la bibliothèque : perçage, filetage, élément d'assemblage, …

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

TP4 : Exemples de conceptions d'éléments de machines-outils **(3 semaines)**
- Conception d'une table pivotante
- Conception d'une table type berceau
- Conception d'un mandrin

TP 5 : Conception d'une porte fraise **(3 semaines)**
- Conception d'un porte fraise (cône mors et HSK)

TP 6 : Simulation de la Cinématique du mouvement d'une structure **(2 semaines)**
- Cinématique du mouvement d'une structure de machine-outil

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques

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

7. Georges Spinnler, Conception des machines : principes et applications. 2- Dynamique, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1997.
8. Georges Spinnler, Conception des machines : principes et applications. 3- Dimensionnement, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1998.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière 4 : Optimisation
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement
Se familiariser avec les modèles de recherche opérationnelle. Apprendre à formuler et à résoudre les problèmes d'optimisation et maitriser les techniques et les algorithmes appropriés.

Connaissances préalables recommandées
Notions de bases de mathématiques. Algèbre linéaire. Algèbre matricielle.

Contenu de la matière

Chapitre I : Optimisation linéaire **(3 semaines)**
- Formulation générale d'un programme linéaire
- Exemples de programmes linéaires (Problème de production, Problème de Mélange, Problème de découpage, Problème de transport)
- Résolution du problème par la méthode Simplexe :
  - Bases et solution de base des programmes linéaires
  - L'algorithme du simplexe
  - Initialisation de l'algorithme du simplexe (la méthode à deux phases).

Chapitre II : Optimisation non- linéaire sans contraintes **(5 semaines)**
- Positivité, Convexité, Minimum
- Gradient et Hessien
- Conditions nécessaires pour un minimum
- Conditions suffisantes pour un minimum
- Méthodes locales
- Méthodes de recherche unidimensionnelle
- Méthodes du gradient
- Méthodes des directions conjuguées
- Méthode de Newton
- Méthodes quasi-Newton

Chapitre III : Optimisation non-linéaires avec contraintes **(4 semaines)**
- Multiplicateurs de Lagrange
- Conditions de Karush-Kuhn-Tucker
- Méthode des pénalités
- Programmation quadratique séquentielle

Chapitre IV : Méthodes d'optimisation stochastiques **(3 semaines)**
- L'algorithme génétique
- La méthode d'essaim particulaire

Organisation des TP : il est préférable que les TP soient des applications directes dans le domaine de la fabrication et la productique.
TP 1 : présentation des fonctions références d'optimisation en Matlab.
TP 2 : Présentation de l'outil d'optimisation optimtool dans matlab.
TP 3 : Définition et traçage des courbes de quelques fonctions test en optimisation.
TP 4 : Résolution d'un problème d'optimisation linéaire sans contraintes.

TP 5 : Résolution d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes.
TP 6 : Minimisation non linéaire sans contraintes.
TP 7 : Minimisation non linéaire sans contraintes avec gradient et Hessien.
TP 8 : Minimisation non linéaire avec contraintes d'égalité.
TP 9 : Minimisation non linéaire avec contraintes d'inégalité.
TP 10 : Minimisation avec contraintes d'égalité et d'inégalité.
TP 11 : Utilisation de l'outil optimtool ou autre pour la résolution d'un problème d'optimisation non linéaire avec contraintes.
TP 12 : Minimisation avec contraintes en utilisant la fonction GA.

Mode d'évaluation

Contrôle Continu : 40%, **Examen :** 60%.

Références bibliographiques

1. *E. Aarts& J. Korst, Simulated annealing and Boltzmann machines: A stochastic approach to combinatorial optimization and neural computing. John Wiley & Sons, New-York, 1997.*
2. *D. Bertsekas, Nonlinear programming. Athena Scientific, Belmont, MA, 1999.*
3. *M. Bierlaire, Introduction à l'optimisation différentiable. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2006.*
4. *F. Bonnans, Optimisation continue : cours et problèmes corrigés. Dunod, Paris, 2006.*
5. *F. Bonnans, J. C. Gilbert, C. Lemaréchal et C. Sagastizàbal, Optimisation numérique : aspects théoriques et pratiques. Springer, Berlin, 1997.*
6. *P. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. Masson, Paris, 1994.*
7. *E. Chong et S. Zak, An introduction to optimisation. John Wiley & Sons, New-York, 1995.*
8. *Y. Colette et P. Siarry, Optimisation multiobjectif. Eyrolles, Paris, 2002.*
9. *J. C. Culioli, Introduction à l'optimisation. Ellipses, Paris, 1994.*
10. *J. Dennis & R. Schnabel, Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1983.*
11. *R. Fletcher, Practical methods of optimization. John Wiley & Sons, New-York, 1987.*
12. *P. Gill, W. Murray, & M. Wright, Practical optimization. Academic Press, New-York, 1987.*

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: S2
Unité d'enseignement : UET 1.2
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.
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.

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

V - Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.F 2.1.1
Matière 1 : Bureau des méthodes
VHS : 45h00 (Cours 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

Programme de cours **(1h30/ semaine)**

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

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

III- Cotation de fabrication **(3 semaines)**
- III-1 Cote de fabrication : cote-outil, cote-machine et cote-appareillage
- III-2 Transfert de cote et d'orientation.
- III-2 Exemples de transfert de cote.

IV- Opérations élémentaires et antériorités dues aux contraintes d'usinage **(2 semaines)**

IV -1 Les opérations élémentaires d'usinage : tournage, fraisage, perçage, alésage, taillage d'engrenage et rectification.

IV -2 Les antériorités dues aux contraintes ***d'usinage*** : dimensionnelles, géométriques et technologiques.

V- Etablissement d'un processus complet de fabrication d'un produit et conception des gammes d'usinage **(5 semaines)**

V-1 Détermination du nombre des opérations d'usinage selon la qualité et l'état de la surface usinée.

V-2 Détermination des antériorités des opérations d'usinage.

V-3 Méthode matricielle d'établissement de l'ordre d'usinage.

V-4 Regroupement des opérations d'usinage en phase et sous phase.

V-5 Projet de gamme d'usinage.

V-6 Contrat des différentes phases d'usinage et choix du régime de coupe.

V-7 Dessin et réalisation de la pièce brute.

V-8 Exemples de gamme d'usinage.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%, Examen : 60 %.

Références bibliographiques

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

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.F 2.1.1
Matière 2 : Usinage des surfaces gauches
VHS : 45h00 (Cours 1h30, TD 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Comprendre la description mathématique des courbes et surfaces complexes. Apprendre les méthodes de génération des trajectoires d'usinage pour l'obtention des surfaces gauches.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en géométrie. Notions de base en programmation des machines-outils à commande numérique.

Contenu de la matière

Chapitre I : Modèles de description des courbes et surfaces en CAO : **(3 Semaines)**
Courbes et carreaux de Bézier et B-Splines.
Chapitre II : Traitement des nuages de points et reverse engineering **(3 Semaines)**
Echange des données entre systèmes de CAO et FAO.
Chapitre III : Génération des trajectoires d'usinage : **(3 Semaines)**
Fraisage surfacique à 3 axes pour la réalisation des surfaces complexes.
Chapitre IV : Analyse de l'usinage par simulation numérique : **(3 Semaines)**
Collisions, écarts géométriques des surfaces usinées.
Chapitre V : Aspect dynamique de l'usinage : **(3 Semaines)**
Influence du format de description des trajectoires sur la qualité des surfaces

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *Pièrre Couffin. CAO en mécanique. Editions Armand Colin 1989.*
2. *Yvon Gardan. La CFAO. Introduction techniques et mise en ouvre. Editions Hermes.1991.*
3. *Jean-Claude Léon, Modélisation et construction de surfaces pour la CFAO. Editions Hermes, 1991.*
4. *J.C.Fiorot. Courbes et surfaces rationnelles. Applications à la CAO Masson 1989.*
5. *Sonia Djebali; Walter Rubio; Stéphane Segonds, Optimisation globale du processus d'usinage des surfaces gauches, Reproduction de : Thèse de doctorat : Génie mécanique, mécanique des matériaux : Toulouse 3 : 2014.*
6. *Christophe Tournier, Contribution à la conception des formes complexes :la surface d'usinage en fraisage 5 axes isocrête, Thèse de doctorat de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan – France, December 2001.*

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.F 2.1.1
Matière 3 : Usinage à grande vitesse
VHS : 22h30 (Cours 1h30, TD 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière

Chapitre I : Théorie et Principes de l'Usinage à Grande Vitesse (UGV) **(4 Semaines)**
- Les machines et les Outils de coupe de l'UGV

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

Chapitre III : Usinage complexe et contournage multiaxes (4 axes et 5 axes **(4 Semaines)**
- Tournage-fraisage combinés des centres d'usinage (axes C et Y)
- Modèles de coupe (Analytiques, Approches Numériques, Thermomécaniques)

Chapitre III : Autres Modèles d'usinage UGV **(3 Semaines)**
- Plasturgie et Usinage UGV des matières plastiques et matériaux composites

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques

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

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.2
Matière 1 : Dynamique des Machines tournantes
VHS : 45h (cours : 01h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Mettre le point sur les techniques de modélisation des vibrations pour les machines tournantes.
- Maîtriser les méthodes de résolution numérique et choisir la modélisation adaptée.
- Permettre une meilleure maîtrise de l'installation et de l'utilisation des machines tournantes.
- Appréhender des applications sur des machines industrielles particulièrement sensibles à des altérations vibratoires de leurs composants.

Connaissances préalables recommandées

Calcul mathématique, pré requis éléments finis, résistance des matériaux et dynamique des structures.

Contenu de la matière :

1- Introduction à la dynamique des rotors : Historique, modèles de rotors, caractéristiques des éléments de rotor, Systèmes de coordonnées.
2- Modèle simple de rotors : Diagramme de Campbell, Vitesses critiques, Précessions directe et inverse, Rotor symétrique et asymétrique, instabilité, rotors amortis.
3- Modélisation des rotors par éléments finis
4- Vibrations de torsion des rotors
5- Influence des paliers sur les vibrations des rotors
6- Equilibrage des rotors

Mode d'évaluation : Contrôle Continu : 40%, **Examen :** 60%.

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

1. Lee C.W., Vibration Analysis of Rotors.Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1993
2. G. Genta, , Dynamics of Rotating Systems, Springer, New York, 2005
3. Friswell M.I., Penny J.E.T., Garvey S.D., Lees A.W., Dynamics of Rotating Machines, Cambridge University Press, 2010.
4. Lalanne M., Ferraris G., Rotor dynamics Prediction in Engineering, 2nd edition, Chichester, John Wiley, 1998.
5. Krämer E. Dynamics of Rotors and Foundations, Springer-Verlag, New York , 1993
6. Childs D., Turbomachinery Rotor dynamics: Phenomena, Modeling, and Analysis, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 1993.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.F 2.1.2
Matière 2 : Mécanique de la rupture et fatigue
VHS : 45h00 (Cours 1h30, TD 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Matériaux et méthodes numériques.

Contenu de la matière

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques

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

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.M 2.1
Matière 1 : TP Bureau des Méthodes
VHS : 22h30 (TP 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Pouvoir analyser le dessin de définition, décider sur le mode d'obtention du brut, faire la mise en position dans le montage d'usinage. Transformer la cotation fonctionnelle en cotation de fabrication, définir les processus de fabrication, faire la chronologie des opérations d'usinage, choisir les machines et les autres moyens nécessaires.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en bureau des méthodes. Maitrise du cours bureau des méthodes. Notions de base en fabrication mécanique et Procédés d'usinage. Notions sur les machines outils et outils, et en Dessin technique.

Contenu de la matière

- TP n°1 : Analyse d'un dessin de définition d'une pièce donnée.
- TP n°2 : Analyse de mise en position d'une pièce avec utilisation des symbolisations géométrique et technologique.
- TP n°3 : Analyse d'une cotation de fabrication (dimensionnelle).
- TP n°4 : Analyse d'une cotation de fabrication (géométrique).
- TP n°5 : Réalisation d'un transfert de cote à partir d'un dessin de définition pour une opération d'usinage donnée.
- TP n°6 : Etude des opérations élémentaires de tournage avec détermination du régime de coupe.
- TP n°7 : Etude des opérations élémentaires de fraisage avec détermination du régime de coupe
- TP n°8 : Etude des opérations élémentaires de perçage/alésage avec détermination du régime de coupe
- TP n°9 : Etude des antériorités d'usinage pour une pièce donnée.
- TP n°10 : Analyse et détermination du nombre d'opérations d'usinage, pour une pièce donnée, selon la qualité et l'état de surface.
- TP n°11 : Méthode matricielle d'établissement de l'ordre d'usinage pour une pièce de révolution.
- TP n°12 : Méthode matricielle d'établissement de l'ordre d'usinage pour une pièce de forme quelconque.
- TP n°13 : Projet de gamme d'usinage pour une pièce de révolution.
- TP n°14 : Projet de gamme d'usinage pour une pièce de forme quelconque.
- TP n°15 : Analyse des contrats de phase pour une pièce de révolution.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques

1- *Claude Barlier , Luc Ceppetelli, Jérôme Frantz, Méthodes et production en usinage, Editeur : Cateilla, 2014.*

2- *MASCLE Christian, WYGOWSKI Walery, FABRICATION AVANCEE ET METHODES INDUSTRIELLES. TOME 1 : DU DOSSIER PRODUIT AU DOSSIERDE FABRICATION, Editeur : Presses Internationales Polytechnique, 2012.*
3- *R. Dietrich, D. Garsaud, S. Gentillon, M. Nicola, Précis de méthodes d'usinage. Méthodologie, production et normalisation, Boutique AFNOR Editions, 2011.*
4- *C. Thomas, La fonction Méthodes dans les PME industrielles - Son rôle, ses activités, son organisation et sa rentabilité, Boutique AFNOR Editions, 2011.*
5- *Christian Mascle,Walery Wygowski, Fabrication avancée et méthodes industrielles. Volume 2 : du dossier produit au dossier fabrication, Presses internationale Polytechnique, 2013.*

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.M 2.1
Matière 2 : Moulage et injection plastique
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 et TP 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

A la fin de ce cours l'étudiant doit avoir toutes les informations sur le moulage par injection, aussi appelé injection plastique, qui est un procédé de mise en œuvre de matières thermo-formables, notablement les matières thermoplastiques.
La plupart des pièces thermoplastiques sont fabriquées avec des presses d'injection plastique : la matière plastique est ramollie puis injectée dans un moule, et ensuite refroidie.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base sur le moulage et les machines utilisées pour l'injection plastique.

Contenu de la matière

Chapitre I : Qu'est-ce que l'injection plastique ? (3 Semaines)

Chapitre II : Détails du principe d'injection plastique (3 Semaines)

Chapitre III : La presse à injecter (3 Semaines)

Chapitre IV : Le moule d'injection (3 Semaines)

Chapitre V : Les principales applications de l'injection plastique (3 Semaines)

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques

1- *Michel Chatain et Alexandre Dobraczynski,* Injection des thermoplastiques : les moules, *Paris, Éditions techniques de l'ingénieur, 1995.*
2- *Agassant J.-F., Avenas P., Sergent J.-P., Vergnes B., Vincent M., La mise en forme des matières plastiques, approche thermomécanique, Lavoisier, 1996.*
3- *Dobraczinsky A., Piperaud M., Trotignon J.-P., Verdu J., Précis de matières plastiques, AFNOR-Nathan, 2006.*
4- *Munch T., Du process à la pièce : l'injection des plastiques, VTP Éd., 2006.*
5- *Pichon J.-F., Aide-mémoire d'injection des matières plastiques, Dunod, 2005.*

Semestre : 3
Unité d'enseignement : U.E.M 2.1
Matière 3 : Techniques de soudage
VHS : 45h00 (TP 3h00)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est d'avoir toutes les données pour devenir soudeur professionnel.
Les entreprises attendent d'un soudeur professionnel une polyvalence dans la maîtrise des 3 principaux procédés de soudage (le semi-automatique, le TIG et l'électrode enrobée).
À partir de consignes orales ou écrites qui lui sont fournies (notamment de fiches d'instructions ou de plans), le soudeur procède à l'assemblage de tôles, de tubes et d'accessoires par soudage avec les procédés semi-automatique, électrode enrobée et TIG sur différents groupes de métaux.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base sur le soudage par ses différentes formes.

Contenu de la matière

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques

1- *Bertrand LE BOURGEOIS, SOUDAGE A L'ARC - Tome 1 : Notions d électricité à l usage du soudage ; Généralités sur le soudage électrique à l'arc, 1997.*
2- *Klas Weman, Procédés de soudage, Editeur : Dunod, 2012.*
3- *Klas Weman, Gunnar Linden, Guide du soudage MIG, L'Usine Nouvelle/Dunod, 2007.*
4- *Jean-Michel Jorion, Les soudures à la flamme, Editeur Saep, 2009.*
5- *Chantal Paquet, Michel Bramat, Martin Villeneuve, A. Althouse, C. Turnquist, W. Bowditch, K. Bowditch, M. Bowditch, Mayer, Procédés spéciaux de soudage et de coupage, Editeur(s) : Reynald Goulet, De Boeck, 2007.*

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 : 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.*

Programmes détaillés par matière
De Quelques UE Découvertes (S1. S2. S3)

Semestre :
Unité d'enseignement : U.E.D
Matière : matériaux composites (panier au choix)
VHS : 22h30 (Cours 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Etudier la mécanique des matériaux. Comprendre la composition des composites. Comprendre les propriétés des composites.

Connaissances préalables recommandées

Notions sur les matériaux. Propriétés des matériaux. Notions de déformations et de contraintes.
Introduction et rappels
Rappels sur la mécanique des matériaux
Notions de base en mécanique des milieux continus : contraintes, déformations.
Comportements mécaniques élémentaires : élasticité, viscosité, plasticité.
Comportements complexes : viscoélasticité, élasto-plasticité, viscoplasticité, élasto-viscoplasticité.

Contenu de la matière

Chapitre I : Qu'est ce qu'un matériau composite ? **(3 semaines)**

Chapitre II : Les matrices d'un matériau composite **(4 semaines)**

Chapitre III : Les modules du matériau composite **(4 semaines)**

Chapitre VI : Les stratifiés **(4 semaines)**

Mode d'évaluation

Examen : 100%

Références bibliographiques

1. Daniel Gay, Matériaux Composites. Hermes 1997.
2. J. Le maitre, Mécanique des matériaux solides Dunod 1985.
3. F. Dominique, Comportement mécanique des matériaux. Hermes 1995.

Semestre :
Unité d'enseignement : U.E.D
Matière : Gestion de la production
VHS : 22h30 (Cours 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

- Connaître les structures de l'entreprise.
- Comprendre les concepts de gestion de production.
- Comprendre l'organisation et les modèles de gestion de production.
- Apprendre la terminologie, les éléments de production et leurs définitions.
- Evaluer les niveaux de stocks.
- Effectuer la liaison entre les commandes, les stocks et la capacité de production.
- Gestion de la production assistée.
- Applications et études de cas.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en gestion de la production.

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction et concepts fondamentaux **(1 semaine)**
- Production et Gestion de Production (GP)
- Les décisions de la Gestion de Production (GP)
- Typologies de production

Chapitre II : Introduction à la gestion des stocks **(1 semaine)**
- Introduction
- Les coûts liés aux stocks
- Les indicateurs de la gestion des stocks
- Le suivi des stocks
- L'analyse des stocks
- La gestion des stocks

Chapitre III : Modèles de gestion des stocks **(2 semaines)**
- Quantité économique
- Réapprovisionnement continu
- Remises sur quantités
- Gestion des commandes groupées
- Autres modèles de gestion

Chapitre IV : Prévision de la demande **(1 semaines)**
- Introduction
- Méthodes de prévision
- Séries chronologiques

Chapitre V : Planification de la production **(3 semaines)**
- Introduction à la planification
- Planification hiérarchisée

Chapitre VI : Juste a temps (JAT) **(2 semaines)**
- Définition du JAT
- Les gaspillages en production
- Objectifs du JAT
- Les éléments du JAT

Chapitre VII : Introduction à la Gestion de Projet **(1 semaine)**

- Définition d'un projet
  - Les acteurs du projet
- Définition de la gestion de projet

Chapitre VIII : La planification de projet **(3 semaines)**

- Introduction
- Le découpage du projet
  - Objectifs :
  - L'organigramme technique ou (WBS : Work Breakdown Structure)
  - Critères de décomposition
- Estimation de la durée des tâches
- Objectifs :
  - Méthodes d'estimation
  - Méthodes d'ordonnancement de projets
  - La méthode MPM
  - La méthode PERT

Chapitre IX : Gestion des risques projet **(1 semaine)**

- Définition
- Caractéristiques des risques
- Éléments de gestion des risques
- Estimation quantitative des risques
  - AMDEC
  - Les étapes de l'AMDEC

Mode d'évaluation

Examen : 100%

Références bibliographiques

1- *Maurice Pillet, Gestion De Production - Les Fondamentaux Et Les Bonnes Pratiques, Edition(s) : Eyrolles, 2011.*
2- *François Blondel, Gestion de la production - Comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir, Collection : Fonctions de l'entreprise, Dunod, 2007.*
3- *Maurice Pillet, Chantal Martin-Bonnefous, Pascal Bonnefous, Alain Courtois, Gestion de production - Les fondamentaux et les bonnes pratiques, Editeur(s) : Editions d'Organisation, 2011.*
4- *Anne Gratacap, Management de la production : Concepts - Méthodes – Cas, Editeur(s) : Dunod Collection : Management sup, 2013.*
5- *Robert Chapeaucou, Techniques d'amélioration continue en production : 33 méthodes et outils pour développer les savoir-faire, Editeur(s) : Dunod, 2003.*

Semestre :
Unité d'enseignement : UED
Matière : Ateliers flexibles
VHS : 22h30 (Cours : 01h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Cette matière présente des méthodes mathématiques applicables (ou appliquées) dans l'industrie. Elle permet d'expliquer certains problèmes de l'industrie mécanique aux étudiants, sans négliger de présenter des résolutions mathématiques compréhensibles.
Elle permet d'aider les responsables de la configuration de systèmes de production (problèmes de choix de ressources) et les responsables de la planification / ordonnancement. Elle permet à l'étudiant d'automatiser le système de production de l'entreprise (création d'îlots ou de cellules flexibles).

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en atelier de fabrication mécanique-production.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction aux ateliers flexibles (2 semaines)
Chapitre 2 : Gestion intégrée d'un atelier flexible (1 semaine)
Chapitre 3 : Conception d'un atelier flexible (1 semaine)
Chapitre 4 : Planification (2 semaines)
Chapitre 5 : Ordonnancement sur une chaîne de montage (3 semaines)
Chapitre 6 : Ordonnancement dans un atelier (3 semaines)
Chapitre 7 : Eléments de gestion en temps réel (3 semaines)

Mode d'évaluation

Examen : 100%

Références bibliographiques

1. *Marino Widmer, Modèle mathématiques pour une gestion efficace des ateliers flexibles, Presses polytechniques et universitaires romandes.*
2. *Vincent Giard, Gestion de production, Paris Economica, 1988*
3. *Roger Bonetto, les ateliers flexibles de production, Hermes Publishing, 1985.*
4. *Roger Bonetto les ateliers flexibles de production 2ème édition Hermes 1987-Paris*

Semestre :
Unité d'enseignement : UED
Matière : Plan d'expériences
VHS : 22h30 (cours : 01h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

L'optimisation expérimentale se base sur les méthodes statistiques des plans d'expériences, elle a pour objectif d'analyser le traitement des données expérimentales et elle est efficace pour l'étude de processus comportant plusieurs variables indépendantes.

Connaissances préalables recommandées

Mathématique et matériaux.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Historique et Objectif. **(1 semaines)**

Chapitre 2 : Quelques notions de statistiques **(3 semaine)**

Diagrammes de distribution : -Construction du diagramme de distribution -Régression entre deux variables- Régression simple- Méthode des moindres carrés - Coefficient de corrélation -Construction des intervalles de confiance des coefficients de la droite de régression -Test du coefficient de corrélation
Régression multiple : - Equation de régression- Coefficient de corrélation partielle- Intervalle de confiance
Exemples d'applications

Chapitre 3 : Plans optimaux **(6 semaine)**

Plan optimal de premier ordre : -Plan optimal à deux niveaux de type 2^k - Plan optimal simplifié de type 2^{k-p}
Plan optimal de deuxième ordre : -Plan optimal de type 3^k -Plan optimal de type $2^k3^{k'}$
Le modèle mathématique
Analyse de régression
Algorithme de calcul
Surfaces de réponse
Exemples d'applications

Chapitre 4 : Optimisation des phénomènes **(3 semaines)**

Plan d'évolution d'une expérience
Méthode des deux dérivées
Méthodes du gradient
Méthode de la plus grande pente
Méthode de simplexe

Chapitre 5 : Applications tribologiques **(2 semaines)**

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques

1. *Jacques Goupy, « Introduction aux plans d'expériences » Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle 2013.*
2. *Jean-Jacques Droesbeke،Gilbert Saporta،Jeanne Fine, "Plans d'expériences : applications à l'entreprise", Editions TECHNIP, 1997.*
3. *Walter Tinsso, "Plans d'expérience : constructions et analyses statistiques", Springer Science & Business Media, 2010.*

Semestre : x
Unité d'enseignement UED xx
Matière : Maintenance industrielle
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Planifier, estimer, diriger ou réaliser l'installation, la mise en marche, le dépannage, la modification et la réparation d'appareils, d'outils et de machines ;
Concevoir, implanter et gérer les méthodes et les procédés d'entretien préventif ;
Organiser et réaliser la modification ou l'amélioration des machines et des systèmes de production ;

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en maintenance industrielle.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : **Généralités et Définitions sur la maintenance Industrielle :** - Introduction - Importance de la maintenance dans L'entreprise - Objectifs de la maintenance dans l'entreprise -Politiques de la maintenance dans l'entreprise. **(2 semaines)**

Chapitre 2 : Organisation de la maintenance : -Place de la maintenance dans la structure générale -Organisation interne de la maintenance -Moyens humains -Moyens matériels **(1 semaine)**

Chapitre 3 : Méthodes et techniques de la maintenance : -Généralités – Les méthodes de maintenance (corrective ; préventive Systématique et préventive conditionnelle) -Les opérations de maintenance-Les activités connexes de la maintenance **(2 semaines)**

Chapitre 4 : La disponibilité et les concepts F.M.D : -La fiabilité – la maintenabilité -La disponibilité -Notions de F.M.D -Coûts et analyse d'une politique F.M.D- L'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) **(4 semaines)**

Chapitre 5 : Dossier machine et documentation technique : - But de la documentation -Dossier machine **(1 semaine)**

Chapitre 6 : Coûts de la maintenance : -Composition des coûts -Analyse des coûts et méthode ABC - Entretien préventif optimal - Exemple de calcul de la MTBF- Optimisation du remplacement par l'utilisation du modèle des probabilités - Choix entre le maintien et le remplacement -Durée de vie économique -Déclassement de matériel. **(3 semaines)**

Chapitre 7 : GMAO **(2 semaines)**

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1- *Jean-Claude Francastel, Ingénierie de la maintenance : De la conception à l'exploitation d'un bien, Editeur(s) : Dunod, L'Usine Nouvelle, Collection : Technique et ingénierie - Gestion industrielle, 2009.*
2- *François Castellazzi, Yves Gangloff, Denis Cogniel, Maintenance industrielle : Maintenance des équipements industriels, Editions : Cateilla, 2006.*
3- *Pascal Denis, Pierre Boyé, André Bianciotto, Guide de la maintenance industrielle, Editions : Delagrave, 2008.*
4- *Serge Tourneur, La maintenance corrective dans les équipements et installations électriques : Dépannage et mesurage, Editions : Cateilla, 2007.*
5- *Jean-Marie Auberville, Maintenance Industrielle De L'Entretien De Base A L'Optimisation De La Surete, Editions : Ellipse.*
6- *Sylvie Gaudeau, Hassan Houraji, Jean-Claude Morin, Julien Rey, Maintenance des équipements industriels. Tome 1 : Du composant au système. Editions : Hachette.*

Semestre :
Unité d'enseignement UED
Matière : Normalisation en Fabrication mécanique et productique
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Avoir des connaissances sur les normes et les législations existantes dans le monde industriel.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base sur les normes et les législations dans le monde industriel.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Définitions des normes **(2 semaines)**
Chapitre 2 : Histoire de la normalisation **(4 semaines)**
Chapitre 3 : Organismes de normalisation **(4 semaines)**
Chapitre 4 : Elaboration d'une norme : l'exemple
Des normes internationales **(2 semaines)**
Chapitre 5 : Cas des technologies de l'information et de la communication **(3 semaines)**

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1- *Jacques André,* « Caractères, codage et normalisation – de Chappe à Unicode »„ *vol. 6, no 3-4, Hermes-Lavoisier, 2002, p. 13-49.*
2- *Directives ISO/CEI – partie 2 : Règles de structure et de rédaction des Nomes internationales, cinquième édition, 2004.*
3- *Loi nº 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique, parue au JORF nº 143 du 22 juin 2004.*
4- *Histoire de la normalisation autour du livre et du document : l'exemple de la notice bibliographique et catalographique De la Bibliographie générale et raisonnée de la France (1791) à la Description bibliographique internationale normalisée (1975)., Université de Caen.*
5- *Directives ISO/CEI - partie 1 : Procédures pour les travaux techniques : Élaboration des Normes internationale, cinquièmes éditions, 2004.*
6- *Décret nº 84-74 du 26 janvier 1984, paru au JORF du 1er février 1984, fixant le statut de la normalisation, abrogé.*
7- Le Decrêt nº 2009-697 du 16 juin 2009 relatif à la normalisation, paru au JORF du 17 *juin 2009, explicite le fonctionnement du système français de normalisation et rappelle la mission d'intérêt général de l'Afnor, ainsi que la procédure d'élaboration et d'homologation des projets de normes et les modalités d'application des normes homologuées.*

Semestre :
Unité d'enseignement UED
Matière : Hygiène et Sécurité Industrielles
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

- Conseiller et assister la direction de l'entreprise en ce qui concerne l'évaluation des risques et la définition de la politique de sécurité des hommes, des installations industrielles, des stockages de matières premières, intermédiaires et des produits finis.
- Consiste aussi à mettre en place les moyens correspondants aux mesures de prévention qui découlent de cette politique.
- Consiste à l'organisation les actions de sensibilisation et de formation du personnel dans le domaine (HSI).
- Ça consiste à établir les analyses et les diagnostics à la suite d'accidents et d'incidents.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances de base en hygiène et sécurité industrielle.

Contenu de la matière

Chapitre 1: Analyse de la fonction de travail **(3 Semaines)**
- Évaluations des risques d'hygiène industrielle et classement des risques par priorité
- Réglementations en matière d'hygiène, de santé et de sécurité et audits de la conformité
- Surveillance de l'exposition aux agents chimiques, physiques, et biologiques

Chapitre 2 : Gestion des matériaux dangereux et support de correction **(3 Semaines)**
- Programmes de lutte contre l'amiante, le plomb et autres éléments nuisibles
- Cartographie du bruit, dosimétrie du bruit et alternatives de contrôle
- Alternatives de contrôle de l'exposition et recommandations

Chapitre 3 : Analyse de la sécurité au travail et évaluation des risques **(3 Semaines)**
- Gestion des dangers dans un espace confiné
- Évaluation de la qualité de l'air intérieur et des moisissures
- Évaluation et conception de ventilation locale par aspiration

Chapitre 4 : Préparation de fiches techniques de sécurité des matériaux **(3 Semaines)**
- Classification des produits chimiques, et services de conseil
- Informations et vulgarisation des risques de dangers
- Développement et dispense de programme de formation

Chapitre 5 : Assistance en cas de contentieux et témoignage d'experts **(3 Semaines)**

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographique

1- *Isabelle Correard, Patrick Anaya, Sécurité, hygiène et risques professionnels, Edition(s) : Dunod, 2011.*
2- *Nathalie Diaz, Le grand guide des responsables QHSE : Qualit, Hygiène, Sécurité, Environnement, Lexitis Editions, 2014.*
3- *Benoît Péribère, Le guide de la sécurité au travail : Les outils du responsable, AFNOR Editions, 2013.*

4- *Michel Lesbats, Précis de gestion des risques - L'essentiel du cours, fiches-outils et exercices corrigés, Edition(s) : Dunod, 2012.*
5- *Ryan Dupont, Louis Theodore, Joseph Reynolds, Sécurité industrielle: De la prévention des accidents à l'organisation des secours, problèmes résolus, études de cas, Editeur : Polytechnica, 1999.*
6- *Georges-G Paraf, Vve C. Dunod, Hygiène et sécurité du travail industriel, Hachette Livre, 2015.*
7- *Jean-Pierre Mouton, La sécurité en entreprise - 3e édition: Sensibilisation des personnels et mise en oeuvre d'un plan d'action, Edition(s) : Dunod, 2010.*

Semestre :
Unité d'enseignement UED
Matière : Tribologie et Mécanique du Contact
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement vise à sensibiliser les étudiants aux problèmes d'interfaces rencontrés en génie mécanique et à familier les étudiants avec les méthodes et outils de base permettant l'analyse du comportement mécanique des interfaces.

Connaissances préalables recommandées

Notions en mécanique du contact et frottement, usure.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Lois fondamentales du contact, du frottement et de l'usure **(3 Semaines)**
Liaisons bilatérales et unilatérales. Equations de continuité aux interfaces
Classification des interfaces.
Loi du contact unilatéral. Frottement de Coulomb
Loi de l'usure d'Archard. Exemples d'application

Chapitre 2 : Contact d'Hertz **(3 Semaines)**
Contact entre deux disques ou sphéroïdes
Problèmes de poinçon

Chapitre 3 : Contact avec frottement **(3 Semaines)**
Contact entre deux disques ou sphéroïdes avec frottement
Problèmes de poinçon avec frottement

Chapitre 4 : Lubrification **(3 Semaines)**
Position du problème. Hypothèses. Equations de base
Exemple d'application : paliers

Chapitre 5 : Usure **(3 Semaines)**
Mécanismes de l'usure et méthodes de prévention

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1- *Robbe-Valloire, Tribologie et conception mécanique, Actes des Journées internationales francophones de tribologie, JIFT 2004, Saint-Ouen, 13-14 mai 2004.*
2- *Michel CARTIER, Philippe KAPSA, Usure des contacts mécaniques - Éléments de tribologie - Contact tribologique, Techniques de l'Ingénieur, Référence BM5066 v1, 2001.*
3- *Jean-Marie Georges, Frottement, usure et lubrification : La Tribologie ou science des surfaces, Edition(s) : Eyrolles, 2000.*
4- *René Gras, Tribologie - Principes et solutions industrielles, Edition(s) : Dunod, 2008.*
5- *Jamal TAKADOUM, Matériaux et surfaces en tribologie, Editeur : HERMÈS / LAVOISIER, 2007.*

Semestre :
Unité d'enseignement UED
Matière : Transfert de chaleur dans les procédés de fabrication
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Un grand nombre d'installations de production dans de nombreuses industries utilisent des procédés dans lesquels la chaleur est transférée entre les différents fluides. Le principe de base du transfert de chaleur est extrêmement simple, deux fluides à des températures différentes sont mis en contact avec une barrière conductrice (la paroi du tube) et la chaleur est transférée du fluide chaud vers le fluide froid jusqu'à ce qu'ils atteignent le même niveau de température.

Ce cours permet de présenter aux étudiants les différentes modes de transferts thermiques.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en transfert de chaleur et notions sur les équations différentielles.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction générale **(3 Semaines)**
- Modes de transfert de la chaleur ;
- Loi de conservation de l'énergie ;
- Lois particulières ;
- Formulation des problèmes.

Chapitre 2 : Conduction **(3 Semaines)**
- Conduction thermique en régime stationnaire et Multidimensionnelle
- Conduction thermique en régime stationnaire bi ou tridimensionnelle
- Conduction thermique en régime variable

Chapitre 3 : Convection **(3 Semaines)**
- Principes fondamentaux de la convection
- Convection forcée à l'intérieur des tubes
- Convection forcée pour les écoulements externes
- Convection naturelle

Chapitre 4 : Rayonnement **(3 Semaines)**
- Définition et lois du rayonnement thermique
- Echanges entre surfaces noires
- Echanges entres surfaces grises
- Rayonnement combine avec la convection et la conduction

Chapitre 5 : Applications **(3 Semaines)**
- Transferts thermiques dans les procédés de fonderie en moule permanent
- Transfert thermique entre 2 solides : Le but est de refroidir une pièce plastique dans un moule d'acier

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1- *BATTAGLIA Jean-Luc, Transferts thermiques dans les procédés de mise en forme des matériaux : cours et exercices corrigés, Hermes – Lavoisier, 2007.*

2- *Ana-Maria Bianchi, Yves Fautrelle, Jacqueline Etay, Transferts thermiques, Editeur(s) : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Collection : Agence universitaire de la Francophonie, 2004.*
3- *Giovannini Andre, Bedat Benoit, Transfert de chaleur, Editeur : CEPADUES, 2012.*
4- *Raymond Brun, Naoual Belouaggadia, Nora Cherifa Abid, Éléments fondamentaux des transferts thermiques, Editeur : CEPADUES, 2015.*
5- *Jean Taine, Franck Enguehard, Estelle Iacona, Transferts thermiques - Introduction aux transferts d'énergie , Editeur : Dunod, 2014.*
6- *Jean-François Sacadura, Transferts thermiques - Initiation et approfondissement, Edition(s) : Lavoisier – TEC et DOC, 2015.*

Semestre :
Unité d'enseignement : UED
Matière : Eco-conception
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

L'éco conception est un terme désignant la volonté de concevoir des produits respectant les principes du développement durable et de l'environnement.
L'étudiant après cette formation sur l'éco conception sera capable de faire une démarche en éco-conception d'un produit.

Connaissances préalables recommandées

Notions en conception – fabrication mécanique et étude économique.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction sur l'éco-conception **(3 semaines)**
- Historique de l'éco-conception
- Définition de l'éco -conception
- Niveaux d'intervention de l'éco-conception

Chapitre 2 : Cycle de vie d'un produit **(4 semaines)**
- Cycle de vie d'un produit
- Les étapes du cycle de vie
- Les flux

Chapitre 3 : Démarches et outils d'éco-conception **(4 semaines)**
- Démarche d'éco-conception
- Les outils d'éco-conception
- Outil d'analyse
- Outil d'évaluation de l'impact environnemental d'un produit

Chapitre 4 : L'impact de l'éco-conception pour l'entreprise **(4 semaines)**
- L'impact de l'éco-conception pour l'entreprise
- Exemples de modèles d'éco-conception

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1- *AIT EL HADJ S., BOLY V., Éco-conception, conception et innovation, Edition(s) : L'Harmaltan, 2013.*
2- *Philippe Schiesser, Éco-conception : Indicateurs. Méthodes. Réglementation, Edition(s) : Dunod, 2011.*
3- *Philippe Schiesser, Pratique de l'éco-conception : en 53 outils, Editeur : Dunod, 2012.*
4- *Maxime Thibault, Alexandre Leclerc, Traité d'éco-conception, Pôle Eco-conception, 2010.*
5- *B. Perdreau, P. Thomas, L'écoconception, AFNOR Collections, 2012.*

Semestre :
Unité d'enseignement : UED
Matière : Systèmes Hydrauliques et Pneumatiques
VHS : 22h30 (cours 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière

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

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

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

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques

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

Semestre :
Unité d'enseignement : U.E.D
Matière : Inspection et contrôle
VHS : 22h30 (cours 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de vérifier le produit fini par rapport au cahier des charges ; il vérifie et atteste de la conformité des pièces fabriquées (et/ou assemblées) par rapport à la documentation technique.

Connaissances préalables recommandées

- Connaissance des matériaux et des techniques (usinage, fabrication, assemblage).
- Connaissance des processus de fabrication et des points de contrôle.
- Connaissance des normes et des techniques de contrôle-qualité : métrologie, essais.
- Application de processus stricts.
- Analyse statistique.

Contenu de la matière

Chapitre I : Numérisation **(5 semaines)**

- Numérisation 3D Automatiques, Choix des systèmes
- Classification des systèmes, Systèmes de déplacement
- Systèmes d'acquisition pour l'inspection 3D, Différents types d'inspection
- Acquisition automatique
  - CAIP (Computer -Aided Inspection Planning)
  - CAPP (Computer-Aided Process Planning)

Chapitre II : Machine à Mesurer Tridimensionnelle (MMT) **(5 semaines)**

- Description d'une Machine à mesurer tridimensionnelle
- Principe de la machine à mesurer tridimensionnelle
- Structures des machines à mesurer tridimensionnelles
- Constitution des machines à mesurer
- La structure de déplacement
- Le système de palpage
- Le système électronique
- Le système informatique et le pupitre de commande
- Les différentes architectures
  - Différents types de commandes (Machines Manuelles Machines Motorisées
  - Machines à Commande Numérique
- Systèmes de Fixation
- Technologie des têtes de mesure
- Les palpeurs
  - Palpeur à contact à bille
  - Palpeur dynamique
  - Palpeur statique
  - Palpeur sans contact
- Caméra CCD
- Capteur Laser

Chapitre III : Logiciels associés à la MMT **(5 semaines)**

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques

1. *Métrologie tridimensionnelle "cours machine à mesurer tridimensionnelle ". INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE MULHOUSE. 26/04/2005.*
2. *SPRUYT.G. Métrologie tridimensionnelle "Technologie des Machines à Mesurer tridimensionnelle". I.S.I.P.S.*
3. *SPRUYT.G. Métrologie tridimensionnelle "Technologie des Machines à Mesurer .*
4. *Alain April, Claude Laporte :* Assurance Qualité Logicielle 1 -concepts de base*, Hermes-Lavoisier; 2011, ISBN 9782746231474.*
5. *GROUS Ammar, Contrôle de qualité appliquée - Études de cas et nouvelle organisation du travail, Hermes – Lavoisier, 2013.*
6. *Pierre CUÉNIN, Contrôle. Qualité, Techniques de l'Ingénieur, Référence M3530 v1, 1997.*