



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

جامعة أمحمد بوقرة
بومرداس
Université
Mhamed Bougara
de Boumerdes



OFFRE DEFORMATION L.M.D. MASTER ACADEMIQUE

2024-2025

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	Hydrocarbures	Génie Mécanique : Mécanique des chantiers pétroliers



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

جامعة أمحمد بوقرة
بومرداس
Université
Mhamed Bougara
de Boumerdes



عرض تكوين

ل. م. د

ماستر أكاديمي

2024-2025

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	المحروقات	هندسة ميكانيكية: ميكانيك الورشات البترولية

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Université M'Hamed Bougara - Boumerdes

Faculté (ou Institut) : Faculté des Hydrocarbure et de la Chimie

Département : **Transport et Equipements des Hydrocarbures**

Section : Master

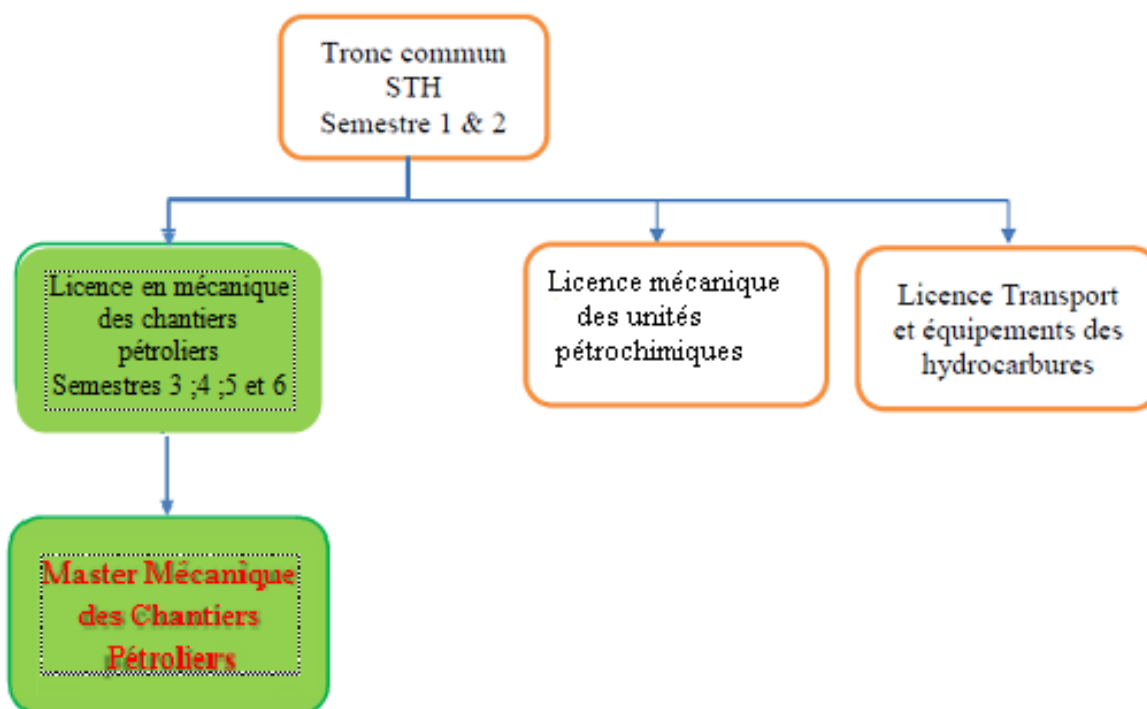
2-Partenaires extérieurs *:

- Les entreprises industrielles
- Unités de SONATRACH

3- Contexte et objectifs de la formation

A – Organisation générale de la formation : position du projet

La faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, dont l'acronyme est FHC, a une mission spécifique à l'université. Elle forme des cadres Bac+3 et Bac + 5 par la délivrance de Licences et Masters académique Ce master est une continuité de la licence **mécanique des chantiers pétroliers**.



B – Conditions d'accès

- **Licence en mécanique des chantiers pétroliers**

Etude de dossier en fonction de la disponibilité des places pédagogiques

C – Contexte et Objectifs de la formation

Le forage des puits et la production des hydrocarbures (pétrole, gaz, ...) est en pleine expansion dans notre vaste pays. L'objectif de cette formation est justement de répondre aux besoins des entreprises spécialisées dans le forage et la production des hydrocarbures en spécialistes des équipements de forage de puits et de production du pétrole et du gaz.

D – Profils et compétences visées

Le parcours du MASTER LMD mécanique des chantiers pétroliers est une formation en génie mécanique, et plus particulièrement en équipements des chantiers pétroliers. Il vise à former des jeunes experts, rapidement opérationnels pour assurer la maintenance, la conception, l'étude et la réalisation des équipements des chantiers pétroliers.

Ce MASTER constitue une issue naturelle à la licence LMD en licence mécanique des chantiers pétroliers, avec laquelle il y a coordination des U.E. et des contenus.

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

Semestre 1

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 : 11 Coefficients : 7	Mécanique analytique	3	2	1,5	1,5		45	30	40%	60%
	Mécanique des milieux continus	4	2	1,5	1,5		45	55	40%	60%
	Mécanique des structures	4	3	1,5	1,5		45	55	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Eléments de machines	4	3	1,5	1,5		45	55	40%	60%
	Théorie des mécanismes et des machines	6	3	3	1,5		67,5	82.5	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	CAO	3	2	1,5		1,5	45	30	40%	60%
	Soudage et CND	3	2	1,5		1,5	45	30	40%	60%
	Intelligence Artificielle	3	2	1,5	0,75	0,75	45	45	40%	60%
Total semestre 1		30	19	13,5	8,25	3,75	382,5h	382.5 h		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Cont. C	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 8 Coefficients : 5	Comportement mécanique des matériaux	4	2	1,5	1,5		45	55	40%	60%
	Dynamique des structures	4	3	1,5	1,5		45	55	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 12 Coefficients : 9	Machines volumétriques	4	3	1,5	1,5		45	55	40%	60%
	Turbomachines	4	3	1,5	1,5		45	55	40%	60%
	Eléments de machines II	4	3	1,5	1,5		45	55	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 7 Coefficients : 6	Programmation informatique spécialisée	4	2	1,5	1,5	1,5	67,5	42.5	40 %	60%
	Méthodes des éléments finis	3	2	1,5	1,5	1,5	67,5	17.5	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 1	Technologie d'exploitation des gisements	3	1	1,5			22,5	47.5		100%
Total semestre 2		30	19	13,5	10,5	1,5	382,5h	382.5 h		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	Construction et calcul des équipements de forage	5	4	3	1,5		67,5	82.5	40%	60%
	Equipements de productions des hydrocarbures	4	4	3	1,5		67,5	42.5	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 9 Coefficients : 6	Gestion de la maintenance	5	3	3	1,5		67.5	82.5	40%	60%
	Mécanique des surfaces de contact	4	2	1,5	1,5		45	55	40%	60%
UE Methodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Gestion des entreprises	3	2	1,5	1,5		45	30	40%	60%
	Recherches opérationnelle	3	2	1,5	1,5		45	40	40%	60%
	Innovation et Start Up	3	1	1,5			22,5	32.5		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	HSE	3	1	1,5			22,5	17.5		100%
Total semestre 3		30	19	15	9	00	382.5 h	382.5 h		

Semestre 4

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

Unité d'enseignement	VHS	Coefficient	Crédits
Stage et mémoire	375	17	30
Séminaires			
Autre(préciser)			
TotalSemestre4	375	17	30

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master:

- Valeur scientifique (Appréciation du jury)
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury)
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury)
- Appréciation de l'encadreur

IV - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 1: Mécanique analytique
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

Le but principal de ce cours est de compléter le cours de la mécanique rationnelle et d'acquérir de solides connaissances de mécanique des solides. Pour cela ajouté d'autres chapitres de la mécanique analytique sera indispensable, dont la finalité est de prévoir et décrire les mouvements, quantifier les efforts et les énergies et de modéliser les mécanismes industriels.

Connaissances préalables recommandées: Mécanique générale et mécanique rationnelle.

Contenu de la matière:

Chapitre I:

Cinématique et éléments de cinétique pour un solide rigide et un système de solides. (Champs de vitesse et accélération d'un solide. Mouvement plan sur plan, Angle Euler, Tenseur d'inertie, Torseur cinétique et torseur dynamique, énergie cinétique d'un système).

Chapitre II:

Dynamique du solide et système de solides

(Principe fondamental de la dynamique, Equilibrage dynamique, Energétique (puissance, travail, énergie potentielle et énergie cinétique)).

Chapitre III:

Systèmes mécaniques (classification des systèmes mécaniques et des liaisons.

Etude de quelques types de liaisons, degré de liberté, déplacement possible et virtuel)

Chapitre IV :

Principe des puissances virtuelles. (Le principe de d'Alembert et les équations de Lagrange)

Chapitre V :

Stabilité de l'équilibre.

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

Références bibliographiques:

- 1- Mécanique du solide, Cour de mécanique analytique TII.
- 2- Mécanique des systèmes et du solide.

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

Objectifs de l'enseignement

En comprenant convenablement cette matière l'étudiant acquiert les notions fondamentales comme les contraintes les déformations, ainsi que la théorie de l'élasticité qui lui permettent d'assimiler la dynamique des structures, ainsi que la conception et la modélisation des phénomènes mécaniques concernant les solides et même les fluides.

Connaissances préalables recommandées: La résistance des matériaux ; la mécanique des fluides ; le calcul vectoriel et matriciel, la mécanique rationnelle.

Contenu de la matière:

- 1 introduction à la mécanique des milieux continus
 - 1.1 De la mécanique du point matériel à la mécanique des milieux continus
 - 1.2 La mécanique des milieux continus au centre des disciplines de l'ingénieur
 - 1.3 Notion de milieu continu et d'échelle d'observation
 - 1.4 Remarques importantes
- 2 Éléments de calcul tensoriel
 - 2.1 Convention de sommation d'Einstein
 - 2.2 Symbole de Kronecker
 - 2.3 Symbole de permutation dit de Lévi-Civita
 - 2.4 Changement de base
 - 2.5 Scalaire
 - 2.6 Vecteur
 - 2.7 Tenseur d'ordre 2
 - 2.8 Étude des tenseurs d'ordre 2
 - 2.9 Systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales
- 3 Description de la cinématique d'un milieu continu et étude des déformations
 - 3.1 Trajectoire et dérivées temporelles
 - 3.2 Gradient de la transformation
 - 3.3 Définition des tenseurs de déformation
 - 3.4 Interprétation des composantes des tenseurs de déformations
 - 3.5 Déformations en petites perturbations
 - 3.6 Conditions de compatibilité des déformations
 - 3.7 Directions principales des déformations et cercle de Mohr
 - 3.8 Dépouillement d'une rosette en extensométrie
- 4 Le tenseur des contraintes
 - 4.1 Introduction du tenseur des contraintes
 - 4.2 Propriétés locales du tenseur des contraintes
 - 4.3 Contrainte normale et contrainte de cisaillement
 - 4.4 Contraintes normales principales
 - 4.5 Représentation des contraintes : le tricerclé de Mohr
- 5 Théorie de l'élasticité linéaire isotrope
 - 5.1 Introduction
 - 5.2 Comportement élastique isotrope

5.3 Techniques de résolution analytique des problèmes d'élasticité

5.4 Thermo élasticité

6 Problèmes classiques d'élasticité

6.1 Solide en état plan de déformation

6.2 Solide en état plan de contrainte

6.3 Fonction de contrainte d'Airy

6.4 Etudes des problèmes en géométrie cartésienne.

6.5 Etudes des problèmes en géométrie polaire.

Mode d'évaluation : 40% Continu, 60% Examen

RÉFÉRENCES

1. L. sedov : mécanique des milieux continus : ed. Mir 1968
2. P. Germain : mécanique des milieux continus, masson 1973.
3. Erhard Krempel : continuum mechanics. Wiley 2002

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 3: Mécanique des structures
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

La finalité de la mécanique des structures est essentiellement utilitaire, à savoir la compréhension, l'analyse et la prévision du comportement des réalisations de l'ingénieur.

Connaissances préalables recommandées: résistance des matériaux, mécanique, analyse mathématique.

Contenu de la matière:

- I. Equilibre intérieur d'un solide
 1. Généralités
 2. Hypothèses fondamentales
 3. Efforts intérieurs et contraintes
- II. Analyse des contraintes
 1. Etat de contraintes monodimensionnel
 2. Etat de contraintes bidimensionnel
 3. Etat spécial de contraintes
- III. Critères généraux de résistance
 1. Généralités
 2. Critères élémentaires
 3. Critères liés au tri cercle de contraintes
 4. Critères liés à l'énergie
- IV. Energie de déformations élastique et systèmes hyperstatiques
 1. Energie de déformation
 2. Théorèmes énergétiques
 3. Méthodes de relaxation des systèmes hyperstatiques et applications
 4. Applications
- V. Fatigue des métaux et endurance
 1. Généralités
 2. Loi de Wöhler
 3. Diagrammes d'endurance
 4. Facteurs principaux agissant sur la limite de fatigue
 5. Coefficient de sécurité d'endurance
- VI. Flambage des poutres droites
 1. Notions de stabilité et d'instabilité élastique
 2. Cas fondamentale du flambage d'une poutre
 3. Cas dérivés du flambage d'une poutre
 4. Flambage en dehors du domaine élastique

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc)

1. F.VOLDOIRE, Y.BAMBERGER « Mécanique des Structures, Initiation –Approfondissement - Applications ». Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, 2008.
2. M.DEL PEDRO, T.GMÜR. « Eléments de Mécanique des Structures ». Presses polytechniques et universitaires Romandes, 2001.
3. R.C.HIBBLER « Mechanics of Materials » Third Edition. Prentice Hall, 1997.
4. W.A.NASH « Résistances des Matériaux. Tome 2 : Cours et problèmes ». Série Schaum, Mc Graw-Hill International, 1985.
5. I.N.MIROLIOUBOV « Problèmes de Résistances des Matériaux » Edition Mir, 1977.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 4: Eléments des machines
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement :

A l'issue de l'étude de ce module l'étudiant aura acquis les compétences nécessaires à l'établissement du type, de l'assemblage approprié et ses dimensions en partant des conditions de service des éléments assemblés et des normes en vigueur.

Connaissances préalables recommandées: mécanique théorique, résistance des matériaux, dessin technique, analyse de fabrication, normalisation.

Contenu de la matière:

Chapitre I – Généralités sur les éléments de machines

- 1- Critères d'aptitude au service et de calcul
- 2- Critères de choix des matériaux
- 3- Normalisation
- 4- Aptitude à la fabrication
- 5- Assemblage des éléments de machines

Chapitre II – Assemblages rivetés

- 1- Types de rivets et de rivures
- 2- Avantages et inconvénients
- 3- Sollicitations du rivet dans une rivure
- 4- Résistance des éléments d'une rivure
- 5- Calcul des rivures

Chapitre III – Assemblages soudés

- 1- Classification des procédés de soudage
- 2- Types de soudures
- 3- Avantage des assemblages soudés sur les assemblages rivetés
- 4- Calcul des soudures
- 5- Brasage
- 6- Collage

Chapitre IV – Assemblages par montages forcés

- 1- Notions sur les ajustements
- 2- Caractérisation
- 3- Avantages et inconvénients
- 4- Calcul de résistance
- 5- Température de chauffe

Chapitre V – Assemblages par filetage

- 1- Classification et normalisation
- 2- Avantages et inconvénients
- 3- Couple de serrage
- 4- Calculs de résistance

5- Calculs d'endurance

Chapitre V – Assemblages par clavetage

- 1- Classification et normalisation
- 2- Calculs de résistance
- 3- Assemblage par goupilles
- 4- Assemblages dentelés
- 5- Emmanchements sans clavettes

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.).

- 1. Éléments de machines V. Dobrovsky, K. Zablonski, S. Mak, A. Radtchik, L. Erlikh
- 2. Éléments de machines Gilbert DROUN, Michel GOU, Pierre THIRY, Robert Vinet

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 5: Théorie des mécanismes et des machines
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 4

Objectif de l'enseignement :

Aborder l'analyse structurelle, cinématique et dynamique des différents mécanismes usuels employés dans les machines, les appareils et autres dispositifs.

Connaissances préalables recommandées: Analyse mathématique, mécanique rationnelle.

Contenu de la matière:

Couples cinématiques et chaînes cinématique ; structures des mécanismes plans ; principe de formation des mécanismes plan ; Étude cinématique des mécanismes plans ; vitesse et accélérations analogue ; détermination des vitesses et des accélérations des groupes par la méthode des épures. Étude cinématique des mécanismes par la méthode analytique. Analyse dynamique des mécanismes et des machines, étude des forces dans les mécanismes ; forces motrices ; forces de résistance utile, frottement dans les mécanismes ; forces d'inertie. Calcul cinétostatique des mécanismes ; équilibrage des forces d'inertie des éléments des mécanismes.

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

I.ARTOBOLVSKI, théorie des mécanismes et des machines, MIR.M-1977

K.V. FLOROVA, théorie des mécanismes et des machines, M.1987.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 6: CAO
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement :

Introduire les nouvelles techniques de dessin assisté par ordinateur et permettre aux étudiants de concevoir et mener n'importe quel projet de DAO tout en l'accompagnant d'une notice de calcul ou explicative. Ce programme permettra également de leur apprendre, comment mettre à jours les dossiers techniques informatisés ou non.

Connaissances préalables recommandées: Dessin industriel conventionnel, résistance des matériaux et éléments de machines, fabrication mécanique.

Contenu de la matière:

Partie A : logiciel AutoCAD

Introduction générale sur les logiciels de CAO et sur le logiciel AutoCAD en particulier.

Chap. I : Création d'un nouveau projet sur AutoCAD,

Interface AutoCAD,

Normes de dessin,

Début d'un projet,

Commencer avec un brouillant, utiliser un assistant et ou un gabarit,

Les barres d'outils d'Auto CAD,

Organiser un dessin avec les calques, propriétés des objets, visibilité et verrouillage de calques, filtre de calque, emploi des types et des épaisseurs de lignes, création de types de lignes personnalisés.

Chap. II : Création et édition de dessins,

Création d'objets élémentaires,

Les systèmes de coordonnées,

Les poly lignes,

Les blocs, création d'un groupe, décomposition d'un objet composé,

Travailler avec des références extérieures,

Outils de précision

Annotations, cotes et traçage, textuelles, ajout de texte,

Motifs de hachures,

La cotation, tolérances,

Chap. III : Bibliothèque des éléments standards.

- Exploitation,

- Mise à jour.

Chap. IV : Gestion et sauvegarde de fichiers.

- Les fichiers gérer par AutoCAD,

- Gestion de fichiers,

- Sauvegarde.

Chap. VI : Mise en page.

- Les normes de mise en page,

- Utilisation d'un assistant,

- Modification d'un format de mise en page.

Chap. VII : Impression de document sur table traçante ou imprimante.

- Utilisation et choix des paramètres,
- Impression sur imprimante,
- Sortie sur table traçante.

Chap. VIII : Introduction à la programmation sous AutoCAD,

- Programmation sous Visual Lisp,
- Programmation sous Visual Basic.

Chap. IX : Exemple de notice de calcul sous Auto CAD.

Partie B : Logiciel SolidWorks

Chap. I Introduction à la conception et fabrication assistée par ordinateur,

Chap. II Les logiciels de conception (spécifiques et universels)

Chap. III La CAO

- Conception de pièces (mécanique, moulée, emboutie),
 - Création de nouveau document pièce,
 - Les fonctions de création pièce,
 - Les contraintes de conception.

- Conception d'assemblages,

Conception traditionnelle et contraintes de fonctionnement d'un assemblage,

Assemblage par CAO

Ajout de pièces dans un assemblage,

Contraintes d'assemblage,

Déplacement et mise en place d'un composant,

Simulation de fonctionnement d'un assemblage

- Mises en plan,
 - Ouverture d'un modèle de mise en plan,
 - Insérer les vues standard,
 - Insérer les annotations,
 - Création de coupe et détails,
 - Impression de documents.

Chap. IV Conception et dimensionnement d'un produit.

- Exemple de conception et dimensionnement d'un produit nouveau :
- Schématisation du nouveau produit, dimensionnement etc...
- Dessin d'ensemble, de définition, de détails etc...,

Remarques : Chaque point sera accompagné d'exemples d'application et de démonstration.

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

Références

1. CAO, DAO Jean Pierre Gousset Edition Eyrolles ,2008.
2. CAO et Infographie, Jean Claude Capdebielle Edition Eyrolles ,2010.
3. Guide de référence Autocad, Renée Trolat, Edition Eyrolles ,2010.
4. SolidWorks 2008, Thierry Trefpeau Edition ENI 2008.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1 Matière
7: Soudage et CND
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement :

Acquisition des connaissances de base concernant le soudage des pièces, les méthodes de contrôle non destructif ainsi que leur application. Etre apte à contrôler la qualité des constructions soudées.

Connaissances préalables recommandées: Physique, fabrication mécanique, technologie et science des matériaux, électricité.

Contenu de la matière:

PARTIE -A Soudage

Chapitre -1 Procédés de soudage

1-1 Introduction aux procédés de soudage

1-2 Soudage aux gaz

1-3 Soudage par fusion à l'arc électrique

1-4 Méthodes électriques

1-5 Méthodes énergétiques

1-6 Méthode spéciales

1-7 Classification et choix des électrodes

1-8 Considérations sur les joints soudés

Chapitre -2 Soudage des matériaux et aspects métallurgiques

2-1 Métaux ferreux

2-1-1 Aciers au carbone - Mn, carbone - Mo, aciers faiblement alliés

2-1-2 Aciers maraging

2-1-3 Aciers à haute limite d'élasticité

2-1-4 Aciers inoxydables

2-2 Métaux non ferreux

2-2-1 Aluminium et ses alliages

2-2-2 Cuivre et ses alliages

2-2-3 Alliages de titane

2-2-4 Super alliages

2-3 Matériaux spéciaux

2-3-1 Assemblage des céramiques

2-3-2 Soudage des métaux différents

2-4 Aspects métallurgiques et soudabilité des métaux

Chapitre -3 Défauts dans les soudures

3-1 Classification des défauts de soudure

3-2 Défauts de fusion dans les soudures

3-3 Fissuration et rupture des soudures

3-4 Normes de soudage

PARTIE -B C.N.D.

Chapitre 4- Méthodes visuelles

4-1 Instruments optiques d'aide à l'inspection des soudures

4-2 Examen visuel après soudage

Chapitre 5- Méthodes radiographiques

5-1 Principes physiques

5-1-1 Rayons X

5-1-2 Rayons Gamma

5-1-3 Propriétés des rayons X et Gamma
5-2 Production des rayons X et Gamma
5-2-1 Sources de rayonnement X
5-2-2 Sources radioactives (rayonnement Gamma)
5-3 Méthodologie
5-3-1 Caractéristiques des sources à utiliser
5-3-2 Méthode de mesure et interprétation
5-3-3 Principales jauges d'épaisseur
5-3-4 contrôle de la qualité de l'image
5-4 Radioprotection
5-4-1 Nature des expositions aux rayonnements
5-4-2 Surveillance du personnel
5-4-3 Protection

Chapitre -6 Contrôles par ultrasons

6-1 Généralités
6-2 Méthodes de contrôle par ultrasons
6-3 Dispositifs de détection utilisés
6-4 Possibilités et limites des méthodes classiques
6-5 Réalisations industrielles
6-6 Mesure d'épaisseur par ultrasons

Chapitre -7 contrôles magnétiques

7-1 Principes et bases physiques
7-2 Magnétisation et démagnétisation des pièces.
7-3 Principales exigences
7-4 Révélateurs
7-5 Champ d'application

Chapitre- 8 Contrôle par courant de Foucault

8-1 Principe
8-2 Schéma type d'un appareil
8-3 Possibilités et limites
8-4 Matériels existants

Chapitre- 9 Contrôle par ressuage

9-1 Principe
9-2 Théorie de la méthode
9-3 Mode opératoire
9-4 Produits employés
9-5 Avantages et inconvénients de l'essai de ressuage
9-6 Applications

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

Références : Livres:

- 1) Industrialisation des produits mécaniques. Tome 3. Claude Marty ; Jean-Marc linares. Editeur Hermes-Science publication, 75004 Paris 1999.
- 2) Base métallurgique du soudage H. Graujon, Eyrolles, 75240 Paris. 1991
- 3) Performations et contraintes en soudage. P.Berth Eyrolles, 75240 Paris. 1988.
- 4) - Contrôle non destructif du matériel tubulaire. Edition TECHNIP 1975.

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 1: Intelligence artificielle
VHS: 45h00 (Cours:1h30, TD : 45 min , TP: 45 min)
Crédits:3
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

La croissance rapide de la recherche en Intelligence Artificielle (IA) et de ses applications offre des opportunités sans précédent. Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants désirant recevoir une bonne formation de base couvrant un large spectre des concepts et des applications de l'IA basée sur les données et de l'apprentissage par l'exemple.

Le programme propose des cours d'introduction à l'apprentissage statistique, à l'apprentissage profond.

Connaissances préalables recommandées: Mathématique, programmation Python et algorithmiques.

Contenu de la matière:

I. Introduction à l'intelligence artificielle

- a. Qu'est-ce que le « DATA-Sciences » ?
- b. Qu'est-ce que l'IA ?
- c. Qu'est-ce que « Machine learning » ou « l'apprentissage de la machine » ?
- d. Qu'est-ce que « Deep learning » ou « L'apprentissage profond »
- e. Historique de l'IA
- f. Les applications de l'IA
- g. Pourquoi Python pour l'IA ?

II. Prétraitement des données (DATA pre-processing)

- a. Pourquoi le prétraitement des données ?
- b. Les Inputs/Outputs d'une base de données
- c. Les données catégoriques
- d. Les données numériques
- e. DATA cleaning
- f. Traitements avec les données manquantes (instructions : **isnull, isnull.sum, dropna**)
- g. Remplacement des données manquantes par :
 1. La moyenne
 2. Le mode
 3. La médiane
 4. L'instruction **fillna()**
- h. Transformation des données catégoriques en numérique

III. Visualisation des données

- a. Bibliothèques de visualisation dans Python (**Matplotlib** et **Seaborn**)
- b. Les histogrammes
- c. Les barplots
- d. Les box-plots

-
- e. La standardisation des données
 - f. Les corrélations et leur interprétation

IV. Machine Learning (ML)

- a. Introduction à ML (Définition, applications, Schéma de ML et position, différents types de ML)
- b. Librairie **sklearn** dans Python pour ML.
- c. Concepts de « l'apprentissage supervisé » et « l'apprentissage non-supervisé »
- d. L'apprentissage supervisé :
 - i. La régression
 - ii. La classification
- e. Etapes de l'apprentissages (Split-Data : Train/Test)
- f. Les algorithmes de la régression (régression linéaire, régression multilinéaire, régression polynomiale et multi-polynomiale)
 - i. Les métriques d'évaluations (MSE, R-squared error...)
- g. Les algorithmes de la classification (régression logistique, l'algorithme KNN, arbres de décision, algorithmes d'agrégation : les forêts)
- h. Les algorithmes de l'apprentissage non-supervisé : les clusters hiérarchiques (clusters agglomératifs, clusters divisifs), l'algorithme K-mean, méthode Elbow, algorithme APRIORI

V. Deep-learning (DL)

- a. Deep-learning dans Python
 - i. Présentation de Framework « **TENSORFlow** », « **Pythorch** »
 - ii. Projet de DL utilisant **Tensorflow**, **Pythorch**
- b. Bases des réseaux de neurones artificiels
- c. Neurone formel,
- d. Réseaux de neurones en couches,
- e. Auto encodeurs,
- f. Réseaux profond « couches convolutionnelles »,

Mode d'évaluation: Examen:100%

Références bibliographiques:

Polycopie de cours

Sites internet :

www.kaggle.com

www.edureka.co

www.edx.com

www.udemy.com

www.w3schools.com

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

Objectif de l'enseignement

Ce cours permet aux étudiants de comprendre les principales propriétés des matériaux utilisés en construction mécanique et les guidera dans le choix optimal des matériaux utilisés pour la maintenance compte tenu de leur structure, de leur résistance, et leur qualité de surface.

Connaissances préalables recommandées: Science des matériaux ; Théorie de l'élasticité

Contenu de la matière:

Chapitre I- Limite d'élasticité, résistance à la traction, ductilité

- 1.1- Déformation vraie et nominale
- 1.2- Diagrammes contrainte-déformation
- 1.3- Dislocations et la déformation plastique des cristaux
- 1.4- Méthodes de durcissement et plasticité des poly cristaux
- 1.5 - Aspects continus de l'écoulement plastique

Chapitre II- Rupture brutale, ténacité

Chapitre III- Oxydation et corrosion

Chapitre IV- Déformation et rupture par fluage

Chapitre V- Comportement mécanique des céramiques

Chapitre VI – Comportement mécanique des polymères

Chapitre VII- Comportement des matériaux composites

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet,etc).

1. Matériaux -1. Propriétés et applications M.F. Ashby D.R.H. Jones DUNOD
2. Des matériaux Jean-Marie DORLOT, Jean-Paul BAILON, Jacques MASOUNAVE École polytechnique de Montréal

Semestre: 2
 Unité d'enseignement: UEF 1.2.1 Matière 2:
 Dynamique des structures VHS: 45h00
 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
 Crédits: 4
 Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement

Acquérir les connaissances de base de la dynamique des structures en vue du diagnostic vibratoire des structures mécaniques et des équipements.

Connaissances préalables recommandées: Calcul matriciel, mécanique rationnelle, RDM et théorie d'élasticité

Contenu de la matière:

Chapitre I SYSTÈMES DISCRETS

Système à un degré de liberté Mécanique des chantiers pétroliers.

Système conservatif et dissipatif, libre et forcé

Système à deux degrés de liberté

Système à N degrés de liberté

Orthogonalité des modes

Étude sommaire de la transformée de Laplace

Fonction de Dirac et de Heaviside

Amortisseur dynamique

Optimisation de l'amortisseur dynamique

Applications 3H

Méthode de Rayleigh

Approximation de Dunkerley

Matrice de transfert de Holzer

Méthode de Dancan

Chapitre II SYSTÈMES CONTINUS

Vibrations longitudinales d'une barre

Vibrations libres

Fréquences et modes propres exemples

Mise en évidence d'une base modale

Vibrations forcées

Vibrations de torsion d'une poutre

Vibrations de flexion d'une poutre

Fréquences et modes propres exemples

Mise en évidence d'une base modale

Vibrations forcées

Variables généralisées- Équations de Lagranges

Étude à l'aide des fonctions normales

Influence des conditions de lancement

Formulation variationnelle des équations des poutres droites

Méthode de Rayleigh-Ritz

Généralisation des relations d'orthogonalité

Réceptances

Vibrations des plaques

Propagation d'onde

Technique de raccordement des structures

Chapitre III Introduction à l'analyse modale expérimentale

Système avec amortissement proportionnel

Lissage mathématique

Extraction des paramètres modaux

Chapitre IV Interaction fluide structure

Interaction fluide structure

Équation d'équilibre d'un tube avec du fluide en écoulement interne. Approche newtonienne (équilibre des forces)

Approche énergétique (principe de Hamilton)

Chapitre V – Notions de traitement de signal

Série de Fourier

Transformée de Fourier

Analyseur à transformée de Fourier Rapide (FFT)

Théorie du signal

Échantillonnage

Repliement de spectre

Transformée discrètes de Fourier

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

Références :

L. Meirovitch : Analytical method, in vibrations Mac Millan Company 1967.

Timoshenko : Vibration problems in engineering Van Nostrand Company 1955.

Semestre: 2
 Unité d'enseignement: UEF 1.2.2 Matière 3:
 Machines volumétriques VHS: 45h00
 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
 Crédits: 4
 Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement :

Maîtriser le calcul énergétique et le dimensionnement des machines volumétriques hydrauliques (pompes et compresseurs à pistons, moteurs thermiques). Veillez à l'exploitation, la surveillance de ces machines ainsi qu'à l'optimisation de leurs régimes d'exploitation.

Connaissances préalables recommandées: Thermodynamique - mécanique des fluides - Transfert de chaleur

Contenu de la matière:

Cinématique et dynamique du système bielle manivelle.

- Cinématique du système bielle-manivelle : analyse cinématique
- Dynamique du système bielle-manivelle :
- Application de la méthode de wittenbaner.
- Équilibrage des machines alternatives

I. Pompes à pistons.

- Définition et domaines d'application
- Diagnostic des problèmes inhérents aux pompes volumétriques

- Travail d'une pompe à pistons

Puissance rendement

- Étude du débit de la pompe à pistons
- débit théorique moyen
- débit réel instantané débit équation du débit instantané

Graphique de refoulement des pompes à pistons :

- Pompe simplex duplex duplex (simple et double effet)
- Principe de l'amortisseur de pulsations
- Calcul du volume de l'amortisseur de pulsation

Utilisation pratique des pompes à pistons

Pompes à boue de forage : Rôle- choix et classification Conception Caractéristiques

II. Compresseurs à pistons

Construction, Travail d'un compresseur à pistons : travail théorique, iso thermique, adiabatique, poly tropique.

Puissance indiquée

Compresseurs à pistons multi étage

Réglage des compresseurs à pistons

- Variation de la vitesse de rotation
- Emploi d'un espace mort additionnel
- Étranglement à l'aspiration

III. Moteurs thermiques à pistons

- Rappels de thermodynamique et cycles des moteurs à pistons
- Classification et principe de fonctionnement des moteurs à pistons
- Construction

-
- Travail-puissance-rendement d'un moteur
 - Prévision des performances théoriques
 - Puissance et rendements : puissance indiquée
 - Pertes et rendements- Puissance effective et consommation spécifique

Calcul à la résistance : Chemise-piston-bielle-vilebrequin

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

Références.

1. Lucien BOREL. Thermodynamique et énergétique Vol 3   dit Presse polytechniques et universitaires romandes
2. Joseph H. SPURK. Fluid Mechanics Springer 1997
3. Anthal THUMA. Machines hydrauliques OPU 1993
4. Sites Internet : Machines volumétriques : techniques de l'ingénieur

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2 Matière
4: Turbomachines
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement :

Maîtriser le calcul énergétique et le dimensionnement des turbomachines thermiques (turbines à vapeur et à gaz) et hydrauliques (pompes et compresseurs centrifuges).

Acquérir des connaissances sur l'exploitation, la surveillance et l'optimisation de l'exploitation de ces machines.

Connaissances préalables recommandées: Mécanique des fluides ; Thermodynamique ; Résistance des matériaux.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Introduction et Historique

- 1.1 Définition des turbomachines
- 1.2 Évolution historique des turbomachines
- 1.3 Applications industrielles et énergétiques
- 1.4 Importance des turbomachines dans la technologie moderne

Chapitre 2 : Écoulement et Thermodynamique en Turbomachines

- 2.1 Principes de base de l'écoulement
- 2.2 Équations de conservation (masse, énergie, quantité de mouvement)
- 2.3 Cycles thermodynamiques des turbomachines
- 2.4 Analyse des pertes et efficacité

Chapitre 3 : Turbomachine Axiale

- 3.1 Description des turbomachines axiales
- 3.2 Composants principaux (stators et rotors)
- 3.3 Triangle des vitesses
- 3.4 Coefficient de charge et de débit
- 3.5 Degré de réaction
- 3.6 Fonctionnement et applications
- 3.7 Étude des performances (caractéristiques de fonctionnement)

Chapitre 4 : Turbomachines Radiales

- 4.1 Présentation des turbomachines radiales
- 4.2 Différences avec les turbomachines axiales
- 4.3 Applications spécifiques (pompes, compresseurs)
- 4.4 Analyse de l'efficacité et du rendement

Chapitre 5 : Similitudes des Turbomachines

- 5.1 Comparaison entre turbomachines axiales et radiales
- 5.2 Vitesse spécifique
- 5.3 Principes communs de fonctionnement
- 5.4 Études de cas sur des machines similaires

Chapitre 6 : Turbines Hydrauliques

- 6.1 Types de turbines hydrauliques (Pelton, Francis, Kaplan, turboforeuse)
- 6.2 Mécanismes de fonctionnement
- 6.3 Applications dans la production d'énergie
- 6.4 Analyse des performances hydrauliques

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

Références

1. Lucien BOREL. Thermodynamique et énergétique Vol 3° édit Presse polytechniques et universitaires romandes
2. Michel PLUVIOSE. Ingénierie des turbomachines ELLIPES 2003
3. Joseph H. SPURK. Fluid Mechanics Springer 1997
4. Lucien VIVIER. Turbines à vapeur et à gaz ALBIN Michel 1965
5. Anthal THUMA. Machines hydrauliques OPU 1993
6. Sites Internet : Turbomachines : techniques de l'ingénieur

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2 Matière 5:
Eléments de machines II VHS: 45h00
(Cours : 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement :

L'étudiant ayant suivi ce module aura acquis la maîtrise des modes, règles et normes d'établissement des éléments de machines (EDM) qui, en partant des conditions de leur fonctionnement au sein d'une machine permettraient d'obtenir pour ces EDM les formes et dimensions les plus avantageuses et de guider le choix des matériaux

Connaissances préalables recommandées: La poursuite de ce module nécessite des connaissances en mécanique théorique, en théorie des mécanismes et des machines, en RDM, en métallurgie physique, en analyse de fabrication et en dessin technique.

Contenu de la matière:

Chapitre I – Les Transmissions

- 1- Introduction
- 2- Classification
- 3- Paramètres de la transmission

Chapitre II – Les transmissions à friction

- 1- Classification
- 2- Paramètres de la transmission
- 3- Principes théoriques et fonctionnement
- 4- Calculs de résistance

Chapitre III – Les transmissions par courroie de friction

- 1- Classification
- 2- Paramètres de la transmission
- 3- Principes théoriques et fonctionnement
- 4- Calculs de résistance
- 5- Calcul de la longévité des courroies

Chapitre III – Les transmissions par engrenages

1. Classification
2. Paramètres des engrenages
3. Principes théoriques et fonctionnement
4. Propriétés de la développante de cercle
5. Interchangeabilité des engrenages
- 6- Calculs des engrenages cylindriques
- 7- Calculs des engrenages coniques

Chapitre IV- Les engrenages à vis

- 1- Principes théoriques et fonctionnement
- 2- Calcul des engrenages à vis

Chapitre V – Les trains d'engrenages

- 1- Trains simples

2- Trains planétaires

Chapitre VI – Les transmission par chaînes

- 1- Principes théoriques et fonctionnement
- 2- Calcul de la transmission

Chapitre VII- Les transmissions par vis-écrou

- 1- Principes théoriques et fonctionnement
- 2- Calcul de la transmission

Chapitre VIII- Arbres et axes

- 1- Critères de résistance
- 2 - Critères de déformation
- 3- Vitesse critique de rotation
- 4- Montages

Chapitre IX- les roulements

- 1- Types de roulements
- 2- Choix d'un roulement
- 3- Montage des roulements
- 4- Lubrification des roulements
- 5- Dispositifs d'étanchéité

Chapitre X- Les ressorts

- 1- Classification des ressorts
- 2- Constante du ressort
- 3- Ressorts hélicoïdaux cylindriques
- 4- Ressorts en compression
- 5- Ressorts en tension
- 6- Ressorts de torsion hélicoïdaux
- 7- Ressorts à lames

Chapitre XI – Les freins et les embrayages

- 1- Procédure de calcul
- 2- Types de freins
- 3- Types d'embrayage
- 4- Matériaux de garniture
- 5- Dissipation d'énergie dans les freins

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

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

1. Éléments de machines V. Dobrovsky, K. Zablonski, S. Mak, A. Radtchik, L. Erlikh
2. Éléments de machines Gilbert DROUN, Michel GOU, Pierre THIRY, Robert Vinet

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 6: Programmation informatique spécialisée VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement

L'objectif de ce module est de donner une formation de base en Mathématiques et en informatique, suffisamment solide pour permettre d'étudier le comportement et l'écoulement des fluides dans les milieux poreux et dans les systèmes de production.

Connaissances préalables recommandées: Mécanique des fluides. PVT, Pétro physique et Transfert de chaleur.

Contenu de la matière:

- **Eléments de programmation en Phyton.**
- Représentation graphique de fonctions.
- Calcul et approximation de fonction L'interpolation.
- Résolution d'équations non-linéaires.
- Résolution de systèmes d'équations linéaires. Polynômes orthogonaux
- Dérivation et intégration numérique.
- Transformation numérique inverse de Laplace
- Problèmes différentiels à conditions initiales
- Problèmes à conditions aux limites et problèmes aux valeurs propres Equations aux dérivées partielles et méthode des volumes finis
- Introduction aux Méthodes des volumes finis pour les problèmes de diffusion (1D, 2D et 3D).
- Méthodes des volumes finis pour les problèmes de convection. Diffusion.
- Bases théoriques et application des schémas: centré, décentré, hybride, de puissance
- Propriétés des schémas de discrétisation :
 - Conservation de flux.
 - Valeurs bornées.
- Analyse descriptive de données.
- Caractéristiques de tendance centrale et de dispersion.
- Modèles statistiques.
- Échantillonnage et estimation.
- Tests d'hypothèses.
- Comparaison de proportions et tableau croisé.
- Corrélation linéaire et droite de régression
- Régression linéaire et non linéaire

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :

- Jean-Philippe Grivet Méthodes numériques appliquées (EDP Sciences,2008)
- André Fortin, Analyse numérique pour ingénieurs (Presses internationales polytechniques,2001)
- Christian Guilpin, Manuel de calcul numérique appliqué (EDP Sciences,1999)
- Jérôme Bastien et Jean-Noël Martin, Introduction à l'analyse numérique : applications sous Matlab (Dunod, 2003).
- Matthes, E. (2019). Python Crash Course: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming. No Starch Press.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2 Matière
7: Méthode des éléments finis
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP : 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement :

Acquérir la méthode des éléments finis pour la modélisation des problèmes de conception et de calcul de résistance des pièces mécaniques.

Connaissances préalables recommandées: Théorie d'élasticité, RDM, dynamique des structures ; Méthodes numériques.

Contenu de la matière:

Chapitre I Théorèmes de l'énergie

- 1-1 Généralités
- 1-2 Introduction
- 1-3 Notations
- 1-4 Rappels des équations de la mécanique des solides
- 1-5 Approche cinématique (déplacements)
- 1-6 Principe des travaux virtuels
- 1-7 Approche équilibre (contraintes)
- 1-8 Énergie de déformation

Chapitre II Méthodes matricielles

- 2-1 Formulation matricielle de la mécanique des structures
- 2-2 Propriétés des structures discrètes
- 2-3 Méthode des forces
- 2-4 Méthode des déplacements

Chapitre III Fondements de la méthode des éléments finis

- 3-1 Rappels sur les méthodes d'approximation
- 3-2 Concept d'élément fini
- 3-3 Propriétés des éléments de type déplacement

Chapitre IV Technique de calcul au niveau élémentaire

- 4.1 - Matrices d'interpolation
- 4.2 - Coordonnées intrinsèques
- 4.3 - Éléments iso paramétriques. Principe et propriétés
- 4.4 - Intégration numérique
- 4.5 - Transformation des coordonnées
- 4.6 - Techniques particulières
- 4.7 - Calcul des contraintes

Chapitre V Éléments pour les problèmes d'élasticité

- 5.1 – Élasticité plane
- 5.2 – Problèmes axisymétriques

Chapitre VI Technique de calcul au niveau global – analyse statique

- 6.1- Assemblage
- 6.2- Prise en compte des conditions sur les déplacements
- 6.3- Méthodes de résolution des systèmes linéaires
- 6.4- Méthode des sous structures

Chapitre VII Rappels des notations de la dynamique des structures

- 7.1- Principe de Hamilton
- 7.2- Équations de Lagrange
- 7.3 -Principe de la méthode des éléments finis en dynamique
- 7.4- Matrices de masse élémentaires

7.5- Vibrations propres de systèmes de poutre

Chapitre VIII Méthodes d'analyse modale

8.1- Résolution des problèmes aux valeurs propres

8.2- Itération directe

8.3- Itération inverse

8.4- Méthodes des sous structures en dynamique

Chapitre IX Analyse dynamique par superposition modale

9.1- Classification des méthodes

9.2 -Principe de la superposition modale

9.3- Découplage des équations

9.4- Résolution en régime harmonique

9.5- Résolution en régime transitoire

9.6- Effets de troncature modale

9.7- Flexibilités effectives et résiduelles

9.8- Masses effectives et résiduelles

Programmation – projet

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet,etc).

1. O.C Zienkiewicz , The finite Element Method Mac Graw-hill 1977 .
2. L. Meirovitch Computational Methods in Structural dynamics, Ed. Setoffs and Noordhoff the Netherlands 1980.
3. G.Dhatt- G Touzot : Une présentation de la méthode des Eléments Finis .Les presses de l'Université Laval-Québec Canada 1981.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UET 1.2
Matière 8: Technologie d'exploitation des gisements
VHS: 22h30 (Cours:1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectif de l'enseignement :

Donner à l'étudiant un aperçu sur les technologies de forage et de production des puits de pétrole et du gaz

Connaissances préalables recommandées: Maîtriser la mécanique des fluides et la résistance des matériaux.

Contenu de la matière

Evolution des techniques de forage à travers le monde :

Introduction, historique, méthodes de forage des puits, forage par battage (Méthodes Pensylvanienne et canadienne), forage rotary, sliding (turboforage).

Notion d'un puits et sa destination, forage anshore et forage offshore.

Classification des appareils de forage et ses différentes fonctions (levage, rotation et pompage).

Cycle de construction d'un puits : Profil des puits, puits vertical, puits horizontal (short radius, moyen radius, long radius).

Paramètres mécaniques et le choix des outils de forage. Outils de forage : classification des outils de forage : Les outils tricônes, PDC, TSP, (Normalisation de l'IADC : International Association of Drilling Constructors).

Fluides de forage.

La garniture de forage : définition du BHA (Bottom Hole Assembly) : composition, fonctions du train de sonde, les DP et les DC, calcul de la garniture, garniture homogène, garniture mixte, stabilisation de la garniture de forage.

Tubage et cimentation des casings

Complétion des puits

Production des puits pétroliers.

Mode d'évaluation: Examen: 100 %.

Références :

1. Ilski A. et Al, Machines mécanismes et installations de forage, édition « Ecole supérieure », Moscou.
2. Leblond A. Cours de forage, Tome1 Equipement de forage (T1: texte ; T2: planches), Société des éditions Technip, Paris, 1963
3. Nougaro J., Le forage rotary (T1: texte ; T2: planches), Société des éditions Technip et IFP, Paris, 1963
4. Forage rotary (16 leçons), traduit de l'anglais par Motard P. ; Éditions Technip, Paris, 1970-1971
5. Ilski A. et Al, Calcul et construction de l'équipement de forage, édition « Nédra », Moscou, 1985
6. Nguyen J. R, techniques d'exploitation pétrolière, éditions Technip, Paris, 1993_

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1
Matière 1: Construction et calcul des équipements de forage VHS:
67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 5
Coefficient: 4

Objectif de l'enseignement :

L'étude de ce module permet au spécialiste en mécanique des champs pétroliers de prendre en charge les problèmes suivants:

- Choix rationnel, analyse et vérification de la résistance des constructions existantes des équipements de forage de puits de pétrole et de gaz destinés à des conditions d'exploitation données;
- Contribution à la conception de nouveaux équipements de forage, en adoptant de nouvelles solutions rationnelles à leurs constructions en tenant compte des exigences techniques et économiques attribués à ces équipements
- Proposition de mesures adéquates pour l'exploitation rationnelle (utilisation et maintenance) de ces équipements;

Connaissances préalables recommandées: Cet enseignement représente un complément au module d'équipement de forage étudié en licence académique, option mécanique des chantiers, et de ce fait il exige les connaissances de base de la technologie de forage et de l'équipement de forage étudiés pendant le cycle de cette licence académique, ainsi que les matières fondamentales: le dessin industriel, la technologie de fabrication mécanique, les mathématiques (la géométrie, la trigonométrie, les intégrales et autres parties), la mécanique rationnelle, la résistance des matériaux, la science des matériaux, la mécanique des fluides.

Contenu de la matière:

Introduction

Chapitre 1. Principes et méthodes de construction de l'équipement de forage de puits

- Problématique et fondements techniques de la construction de l'équipement de forage
- Exigences de construction de l'équipement de forage
- Elaboration du schéma et composition de l'équipement
- Elaboration du schéma cinématique d'un AdF
- Principes de calcul de résistance des éléments des équipements de forage

Chapitre 2. Choix des caractéristiques et construction des commandes (forces motrices)

- Détermination du type de commande et ses caractéristiques
- Caractéristiques et choix des moteurs de commande
- Transmissions et moyens d'adaptation des commandes
- Composition des commandes et transmissions
- Projection et calcul des organes de transmissions (boîtes de vitesses ; transmissions par chaînes, par courroies trapézoïdales, accouplements pneumatiques)

Chapitre 3. Mécanique, Construction et calcul du système de levage (SdL)

- Mécanique du système de levage (cinématique, charges appliquées aux organes du SdL)
- Normes et Capacités de charge du SdL (derricks, mâts, crochets)
- Construction et calcul de résistance et de rigidité des structures de la tour de forage (derricks, mâts)
- Rappels sur la construction et calcul de résistance du câble de forage
- Construction et calcul des organes des mofles mobiles et fixes
- Construction et Calcul des treuils de forage et leurs organes auxiliaires

Chapitre 4. Construction et calcul des équipements de rotation du train de sonde (TdS)

- Schémas et caractéristiques des équipements de rotation classiques du TdS
- Construction et calcul des éléments des têtes d'injection classiques
- Construction et calcul des éléments des tables de rotation classiques
- Construction et calcul de TOP DRIVE

Chapitre 5. Construction et calcul des équipements du système de circulation de la boue de forage

- Schémas et caractéristiques des systèmes de circulation de la boue
- Construction des pompes à boue de forage (Triplex simple effet)
- Calcul des paramètres des pompes à boue
- Calcul de résistance des principaux éléments des pompes de forage
- Construction et calculs des équipements de fabrication et traitement de la boue de forage (malaxeurs, conduites hautes pression, vannes et flexible d'injection, tamis et appareils centrifuges)

Chapitre 6. Construction et calcul des trains de sonde (TdS)

- Calcul de la hauteur du point neutre et longueur nécessaire de la colonne des masses-tiges
- Construction et calcul de résistance des masses-tiges et tiges de forage
- Calcul de rigidité du train de sonde
- Vibrations du train de sonde
- Construction, choix et exploitation des outils de forage
- Construction et calcul des moteurs de fond (turboforeuses et moteurs électriques)

Chapitre 7. Construction et calcul du matériel de tubage et de cimentation

- Construction et calcul de résistance des tubes de coffrage
- Description, caractéristiques et calcul du matériel de cimentation

Chapitre 8. Construction et calculs des équipements de sécurité des puits pétroliers

- Construction et calcul d'exploitation des BOP
- Construction et calcul d'exploitation des stations hydrauliques de commande des BOP

Mode d'évaluation : 40% Examen, 60% Continu

Références :

1. Ilski A. et Al, Machines mécanismes et installations de forage, édition « Ecole supérieure », Moscou.
2. Leblond A. Cours de forage, Tome1 Equipement de forage (T1: texte ; T2: planches), Société des éditions Technip, Paris, 1963
3. Nougaro J., Le forage rotary (T1: texte ; T2: planches), Société des éditions Technip et IFP, Paris, 1963
4. Forage rotary (16 leçons), traduit de l'anglais par Motard P. ; Éditions Technip, Paris, 1970-1971
5. Ilski A. et Al, Calcul et construction de l'équipement de forage, édition « Nédra », Moscou, 1985
6. Nguyen J. R, techniques d'exploitation pétrolière, éditions Technip, Paris, 1993.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1
Matière 2: Equipements de production des hydrocarbures VHS:
67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 5
Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement :

L'étudiant est censé, après avoir étudié cette matière, pouvoir faire les calculs mécaniques et procéder au choix optimal des équipements de production, de traitement sur chantiers et de transport des hydrocarbures.

Connaissances préalables recommandées: Cet enseignement représente un complément au module d'équipement de production étudié en licence académique, option mécanique des chantiers, et de ce fait il exige les connaissances de base de la technologie de production et de l'équipement de production étudiés pendant le cycle de cette licence académique, ainsi que les matières fondamentales: le dessin industriel, la technologie de fabrication mécanique, les mathématiques (la géométrie, la trigonométrie, les intégrales et autres parties), la mécanique rationnelle, la résistance des matériaux, la science des matériaux, la mécanique des fluides et la thermodynamique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1- Complément sur les équipements des puits de production des hydrocarbures.

Chapitre 2- Equipements d'intervention dans les puits en production (TTC).

Chapitre 3- Equipements de traitement et de comptage des hydrocarbures sur chantier.

Chapitre 4- Séparateurs, destination, types, principe de fonctionnement et calculs.

Chapitre 5- Equipements de collecte de l'huile et du gaz sur chantier. Calcul des réservoirs

Chapitre 6- Equipements pour le maintien de pression des gisements

Chapitre 7- Equipements de réinjection d'eau et de gaz dans le gisement pour la récupération assistée.

Chapitre 8- Influence de la modulation des débits sur les performances des équipements des stations de pompage et de compression.

Mode d'évaluation : 40% Examen, 60% Continu

Références :

1. P. Orieux. Equipements des puits éruptifs. Edition Technip 1966.
2. I. Mouraviev. Gisement. Volume 2. Editions MOSCOU 1969.
3. Formulaire du producteur. Edition Technip Paris 1970.
4. Cours de production. Tome VI. Récupération assistée par M Latil. Edition Technip Paris 1975.
5. J.P.Nguyen. Techniques d'exploitation pétrolière Edition Technip 1993.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 3: Gestion de la maintenance
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 5
Coefficient: 3

Objectif de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de définir la maintenance, ses méthodes et formes, les principes de gestion y compris dans le cas d'utilisation de l'outil informatique.

Connaissances préalables recommandées:

Il y a nécessité d'avoir suivi avec succès les modules de machines et équipements des chantiers pétroliers, fiabilité des systèmes.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités sur la fonction maintenance

Importance ; Définition ; Objectifs ; Positions de la fonction et du service maintenance dans l'entreprise; actions du service maintenance ;

Chapitre 2. Méthodes, formes (types) de maintenance

- Maintenance corrective et ses formes
- Maintenance Préventive et ses formes
- Définitions des opérations et des activités connexes de la maintenance.

Chapitre 3. Gestion de la maintenance

- Structures et fonctions d'un service maintenance
- Connaissance de l'existant et gestion de la documentation
- Suivi du comportement du matériel
- Préparation des travaux de maintenance
- Planification des travaux de maintenance
- Réalisation des travaux de maintenance (organisation technique et administrative)
- Analyse du travail (analyse des temps, des coûts, ...)

Chapitre 4- Gestion de la maintenance assistée par ordinateur GMAO

- Fonctionnalités d'une GMAO,
- Avantages et apports de la GMAO,
- Secteurs d'activité concernés par l'outil GMAO,
 - familles de progiciels et logiciels,
 - Progiciel de gestion intégré (PGI) ou Enterprise Resource Planning (ERP)
 - Intégration de la GMAO dans le système d'information de l'entreprise,

Chapitre 5- Le logiciel CORIM Progress,

Disponibilité des équipements et maîtrise des ressources,
Optimisation de la gestion des stocks et des achats,
Organisation de l'activité Maintenance,

Maîtrise des coûts et analyse des performances.

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

Références (Livres et photocopies, sites internet,etc).

1. Boitard D., Hazard C., Guide de la maintenance industrielle. NATHAN, 1987.
2. Manchy F., La fonction maintenance, 2^{ème} édition, Masson, Paris Milan Barcelone, 1996.
3. Lyonnet P. Maintenance Mathématiques et méthodes, Paris ; TEC et DOC., 1998.
4. Auberville J. M., Génie industriel Maintenance industrielle. ELLIPES, 2004.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 4: Mécanique des surfaces de contact
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement :

Pour une meilleure gestion et diagnostic des équipements statiques et dynamiques, l'usage de la maintenance préventive et de la fiabilité est primordial. Vu la diversité des équipements existants sur les installations de forage en Algérie, des études comparatives basées sur les données scientifiques s'avèrent nécessaires pour un choix adéquat qui tient compte des conditions spécifiques de l'exploitation de ces installations. Une grande partie des défaillances techniques s'amorce à la surface de contact des pièces mécaniques en mouvement relatif, de ce fait, le comportement tribologique des matériaux et les performances des lubrifiants ou des revêtements dans un contact glissant déterminent à terme la qualité de la conception initiale ainsi que la fiabilité de fonctionnement de l'équipement.

Connaissances préalables recommandées: Élasticité linéaire, Méthodes numériques Science des matériaux ; Physique du solide ; Mécanique rationnelle et Résistance des matériaux ; Mécanique des fluides ; Technologie de fabrication mécanique.

Contenu de la matière:

CHAPITRE I : Introduction :

I-1– Historique

I-2– La tribologie dans l'industrie

I-3– Considérations économiques

I-4– Analyse des systèmes tribologiques

CHAPITRE II : Surfaces de contact :

II-1– Définition physique des surfaces de contact

II-2– Propriétés statistiques des surfaces de contact

II-3– Distribution des contraintes

II-4– Critères de déformation

II-5– Effets thermiques

CHAPITRE III : Frottement des corps solides :

III-1– Introduction

III-2– Causes du frottement et de l'usure

III-3– Théories de l'adhésion et du frottement

III-4– Influence des propriétés intrinsèques des matériaux sur le frottement

CHAPITRE IV : Usure : Classification des modes d'usure :

VI-1– Conséquences du frottement

VI-2– Usure abrasive

VI-3– Usure par cavitation

VI-4– Usure érosive

VI-5– Usure-fatigue

VI-6– Usure par fretting

VI-7– Modes combinés de l'usure

CHAPITRE V : L'abrasion :

V-1– Définition et principe de l'usure abrasive

V-2– L'abrasion à deux corps

V-3– L'abrasion à trois corps

V-4– Influence des paramètres opératoires sur l'usure abrasive

V-4 -1– Influence des paramètres liés aux particules abrasives

V-4 -2– Influence de la charge

V-4 -3– Influence de la vitesse

V-4 -4– Influence de l’environnement

V-4 -5– Influence de la nature des matériaux.

CHAPITRE VI : La lubrification des systèmes tribologiques

VII-1– Théories et principes de base de la lubrification

VII-2– Son rôle dans le contact mécanique

VII-3– Les différents modes de la lubrification

VII-3 -1– La lubrification limite

VII-3 -2– La lubrification mixte

VII-3 -3– La lubrification hydrodynamique

VII-3 -4– La lubrification hydrostatique

VII-3 -5– La lubrification extrême pression

VII-4– Les problèmes de lubrification

CHAPITRE VII : Moyens pour combattre l’usure

VI-1– Lubrification adéquate

VI-2 – Choix adéquat du couple de frottement

VI-3– Procédés de plaquage

VI-4– Procédés de diffusion

VI-5– Durcissement des surfaces par flamme et par induction

VI-6– Revêtements minces

VI-7– Procèdes spéciaux

CHAPITRE VIII : Expertise :

VIII-1- Méthodologie des études de cas dans le secteur des équipements pétroliers

VIII-2- Les pompes de Forage

VIII-3- Les têtes d’Injection

VIII-4- Les moteurs et Tables de Rotation

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet,etc).

1. Groff. J.L.E. « ABC du graissage ». Ed. Imprimerie Louis-jean, Paris, 1970
2. Lefevre. R « Graissage et tribotechnique ». Ed. Technip. Paris, 1975.
3. J. Awilliams. Enginering tribology. Ed. Oxford Science publication, 1994.
4. G. Zambelli et L. Vincent." Matériaux et contact : Une approche tribologique''. Presses polytechniques et universitaires romandes. 1998
5. J. M. Georges, Frottement, usure et lubrification. Tribologie ou science des surfaces. Ed. Eyrolles. 2000. Paris.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 3: Innovation et Start Up
VHS: 22h30 (Cours: 1h30,)
Crédits: 3
Coefficient: 1

1. Objectifs de l'enseignement

- Approfondir les connaissances et les compétences nécessaires pour créer et gérer une start-up dans le domaine scientifique ou technologique.
- Former les étudiants aux outils et méthodes avancés de gestion d'innovation et de start-ups.
- Développer des compétences en financement, en stratégie et en gestion d'entreprise.
- Préparer les étudiants à transformer des technologies complexes en entreprises viables et scalables.

2. Connaissances préalables recommandées

- Notions générales en entrepreneuriat (issues du programme de Licence ou équivalent).
- Connaissances avancées en sciences et technologies (par exemple, disciplines scientifiques spécifiques).
- Intérêt pour la création de start-ups technologiques ou scientifiques.

3. Contenu de la matière

3.1. Stratégie d'innovation et entrepreneuriat scientifique avancé

- Comprendre la chaîne de valeur de l'innovation scientifique.
- Stratégie de différenciation et d'innovation sur des marchés concurrentiels.
- Étude de cas : stratégies d'innovation dans les biotechnologies, IA, nanotechnologies, etc.

3.2. Création et validation de technologies

- Prototypage et validation des solutions scientifiques.
- Validation du marché : techniques pour tester des hypothèses avec des clients.
- Lean Startup appliqué aux projets technologiques.

3.3. Financement et gestion financière des start-ups scientifiques

- Les différents types de financement : subventions, Business Angels, Venture Capital.
- Préparation d'un pitch pour des investisseurs.
- Gestion des coûts et projections financières adaptées aux projets scientifiques.

3.4. Développement de produits et stratégies de commercialisation

- Passer d'un prototype à un produit commercialisable.
- Stratégies de Go-to-Market pour des technologies complexes.
- Growth hacking et acquisition de clients.

3.5. Gestion et leadership dans les entreprises technologiques

- Gérer une équipe multidisciplinaire.
- Résoudre des conflits dans un environnement entrepreneurial.
- Construire une culture d'innovation.

3.6. Projets pratiques et networking

- Développement d'un projet entrepreneurial scientifique en groupe.
- Participation à des événements : concours de pitch, hackathons technologiques.
- Collaboration avec des incubateurs ou accélérateurs locaux.

4. Méthodes pédagogiques

-
- Séminaires interactifs et études de cas complexes.
 - Ateliers pratiques : prototypage, validation de marché, pitch.
 - Sessions de mentoring avec des experts (entrepreneurs, investisseurs, chercheurs).
 - Projets en groupe : création et présentation d'un projet entrepreneurial scientifique

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références

(Livres et photocopiés, sites internet,etc).

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UET 2.1
Matière 5: Gestion des entreprises
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement :

C'est de donner aux étudiants les bases nécessaires au calcul des coûts de production pour une meilleure rentabilité des systèmes utilisés.

Connaissances préalables recommandées: Mathématiques ; probabilités, statistiques.

Contenu de la matière:

Chapitre 01 : Théorie des coûts

- 1.1 Notion de charge et de coût
- 1.2 Coût total, coût moyen marginal et coût moyen unitaire
- 1.3 Vérification des coûts en fonction des quantités produites en courte période
- 1.4 Prix de revient
- 1.5 Seuil de rentabilité

Chapitre 02 : Les immobilisations

- 2.1 Définitions
- 2.2 Classifications des immobilisations
- 2.3 Évaluation des immobilisations
- 2.4 Le prix de revient
- 2.5 Seuil de rentabilité

Chapitre 03 : Évaluation de la rentabilité des investissements

- 3.1 Définitions
- 3.2 Classification des immobilisations
- 3.3 Étude qualitative des projets d'investissements sans actualisation.
- 3.4 Notion d'actualisation
- 3.5 Critères tenant compte de l'actualisation
- 3.7 Évaluation économique des investissements
- 3.8 Choix des investissements en devenir incertain

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet,etc).

Semestre:

Unité d'enseignement: UET 2.1

Matière 6: Recherche opérationnelle

VHS: 52h30 (Cours: 2h00, TD: 1h30)

Crédits: 3

Coefficient: 2

Objectif de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées:

mathématique

Contenu de la matière:

Chapitre I Introduction

Chapitre II Programmation dynamique certaine (décision en avenir certain)

2.1 Graphes. 2.2 Notions de programmation dynamique certaine. 2.3 Problème du chemin optimal

2.4 Problème d'ordonnancement. Méthode Pert. 2.5 Problème du flot optimal. 2.6. Problème d'affectation. 2.7 Problème de répartition d'investissement

Chapitre III Programmation dynamique stochastique

3.1 Théorème d'optimalité

3.2 Étude de cas : détermination d'une stratégie optimale par la programmation dynamique

3.3 Programmation dynamique stochastique par un processus décision- hasard

3.4 Processus stochastiques. Chaîne de Markou

3.5 Stratégie à long terme en avenir aléatoire

Chapitre IV : Défaillance aléatoire et renouvellement des équipements

4.1 Courbe de survie expérimentale

4.2 Probabilité d'avarie

4.3 Durée de vie

4.4 Loi de survie analytique

4.5 Probabilité de consommation

4.6 Taux d'approvisionnement

4.7 Taux de maintenance

4.8 Entretien préventif ou entretien curatif

4.9 Stratégie de remplacement

4.10 Évaluation du risque lié à une stratégie de remplacement

4.11 Stratégie de remplacement à long terme

4.12 Renouvellement des équipements dans le cas d'usure certaine.

Chapitre V : Programmation linéaire

5.1 Généralités

5.2 Exemples de problème à deux activités

5.3 Exemple de problème à trois activités

5.4 Formulation générale de programmation linéaire

5.5 Méthode de simplexe de Dantzig

5.6 Problème dual

5.7 Paramétrisation de la fonction économique

5.8 Problème de transport

5.9 Application

Chapitre VI : Méthode d'optimisation non linéaire

6.1 Introduction. Classification . 6.2 Fonctions à une variable. 6.3 Fonctions à plusieurs variables

6.4 Conclusions

Chapitre VII: Files d'attente

Chapitre VIII: Gestion de stocks

Chapitre IX: Jeux de stratégie

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

Références (Livres et photocopiés, sites internet,etc).

Semestre: 3
Unité d'enseignement:
UET 2.1 Matière 7: HSE
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectif de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre I Organisation générale d'un chantier de forage

- 1.1 Dispositions administratives
- 1.2 Dispositions techniques
- 1.3 Dispositions concernant le personnel

Chapitre II Installations électriques

- 2.1 Dispositions générales
- 2.2 Dispositions particulières aux zones classées
- 2.3 Mise à la terre des installations électriques
- 2.4 Protection contre l'électricité statique, la foudre et les courants de circulation
- 2.5 Dispositions particulières aux réservoirs de stockage

Chapitre III Mesures préventives et moyens de lutte contre l'incendie

- 3.1 Organisation de la lutte contre le feu
- 3.2 Moyens de lutte contre le feu
- 3.3 Incidents susceptibles d'engendrer un incendie

Chapitre IV Protection individuelle

- 4.1 Protection individuelle
- 4.2 Soins aux blessés

Chapitre V Règles de sécurité pendant le travail

- 5.1 Recommandations générales
- 5.2 Interventions sur les puits
- 5.3 Interventions sur les réservoirs
- 5.4 Travaux divers (laboratoires de chantier, ateliers, magasins)
- 5.5 Manutention et transfert des hydrocarbures

Chapitre VI Travaux en atmosphère dangereuse

Chapitre VII Mesures préventives contre la pollution des eaux et celle de l'atmosphère

Mode d'évaluation: Examen: 100 %.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).
