



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 DE FORMATION A RECRUTEMENT NATIONAL MASTER ACADEMIQUE

2024-2025

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Hydrocarbures</i>	<i>Génie Mécanique : Mécanique des unités pétrochimiques</i>



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

جامعة أمحمد بوقرة
بومرداس
Université
Mhamed Bougara
de Boumerdes



عرض تكوين تسجيل وطني ماستر أكاديمي

2024-2025

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة ميكانيكية: ميكانيك الوحدات البيتروكيميائية	المحروقات	علوم وتكنولوجيا

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

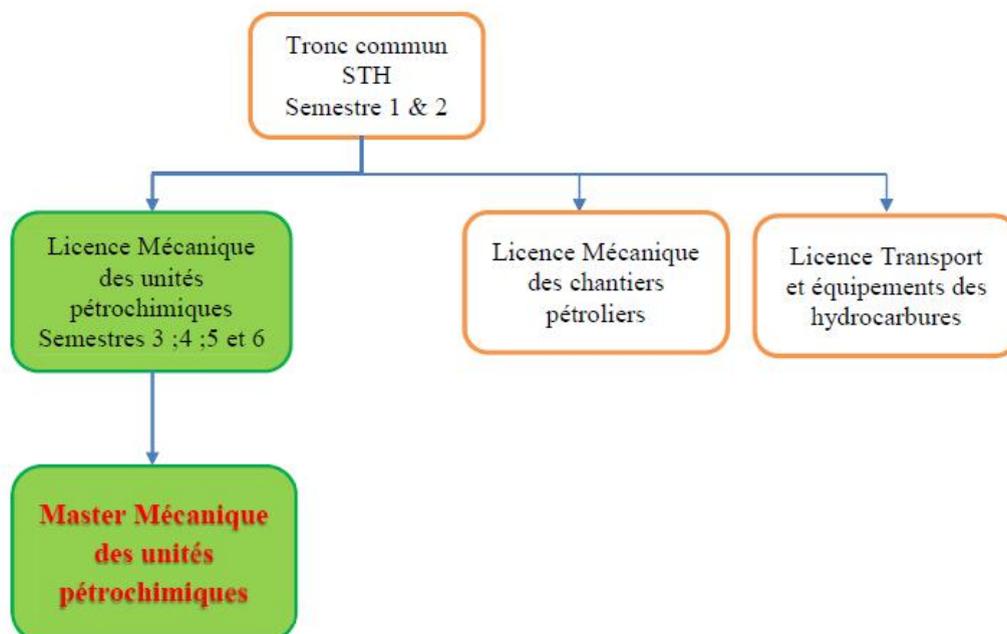
2. Partenaires extérieurs:

- **Les entreprises industrielles**
- Unités de SONATRACH
- Unités de SONELGAZ
- Unités de NAFTAL
- Atelier de SNVI
- Atelier de SNTF

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 professionnalisants. Ce master est une continuité de la licence mécanique des unités pétrochimiques.



B–Conditions d'accès

- Licence en mécanique des unités pétrochimiques
Etude de dossier en fonction de la disponibilité des places pédagogiques

C–Contexte et Objectifs de la formation

Le traitement des hydrocarbures est en pleine expansion dans notre pays. L'objectif de cette formation est justement de répondre aux besoins des sociétés spécialisées dans ce domaine, les équipements des unités pétrochimiques représentent un appareillage incontournable pour la production des produits finis dérivés des hydrocarbures.

D– Profils et compétences visées

Le parcours du MASTER en Mécanique des Unités Pétrochimiques est une formation en génie mécanique combinée avec le génie des procédés de traitement des hydrocarbures. Elle vise à former des jeunes experts opérationnels sur terrain et pouvant intégrer facilement le secteur industriel. Leur solide formation leur permettra d'assurer la conception, l'étude, la réalisation, la qualification et la maintenance d'équipements des unités pétrochimiques.

E-Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Les retombées de cette formation sont l'amélioration des performances de l'exploitation rationnelle des ressources naturelles du pays (notamment du pétrole et du gaz) et des équipements des unités pétrochimiques.

F –Passerelles vers les autres spécialités

Possibilité d'accéder à d'autres options de génie mécanique (mécanique des chantiers, installations énergétiques appliquées au domaine des Hydrocarbures, ...)

G– Indicateurs de suivi du projet

Les indicateurs et les modalités envisagés pour l'évaluation de la formation proposée sont de différents types :

- Modalités du type I : elles concernent le suivi régulier de compréhension durant le cours, le TD et le TP
- Modalités du type II: évaluation par présentation personnelle d'exposés
- Modalités du type III: évaluation par examen à la fin de chaque matière

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

Semestre1

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: UEF1.1.1 Crédits :9 Coefficients:5	Thermodynamique des fluides pétroliers	4	2	1h30	1h30		45h00	70h00	40%	60%
	Mécanique des fluides avancée	5	3	2h15	1h30		56h15	90h00	40%	60%
UE Fondamentale Code: UEF1.1.2 Crédits :9 Coefficients:5	Mécanique des structures	4	2	1h30	1h30		45h00	22h30	40%	60%
	Echangeurs de chaleur	5	3	2h15	1h30		56h15	70h00	40%	60%
UE Méthodologie Code: UEM 1.1 Crédits :6 Coefficients:5	Mécanique des milieux continus	3	2	1h30	1h30		45h00	50h00	40%	60%
	Mécanique analytique	3	2	1h30	1h30		45h00	22h30	40%	60%
UE Méthodologique Code: UEM1.2 Crédits :4 Coefficients:1	Intelligence artificielle	3	2	1h30	00h45	00h45	45h00	22h30	40%	60%
	TP Echangeurs de chaleur	1	1			00h45	11h15	20h00	100%	
UE Transversale Code: UET 1.1 Crédits :2 Coefficients:1	Comportement mécanique des matériaux	2	1	1h30	1h30		45h00	22h30	40%	60%
Totalsemestre1		30	18	13h30	11h15	1h30	394h00	390h00		

(*) **Unité fondamentale requise****NB: Présence aux cours obligatoire**

Semestre2

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: UEF1.2.1 Crédits :9 Coefficients:5	Turbomachines	4	2	1h30	1h30		45h00	50h00	40%	60%
	Froid industriel et Liquéfaction des gaz	5	3	1h30	1h30		45h00	56,h15	40%	60%
UE Fondamentale Code: UEF1.2.2 Crédits :9 Coefficients:5	Etude et optimisation des installations thermiques (Gaz-Vapeur)	5	3	2h15	1h30		56h15	60h00	40%	60%
	Eléments de contact des équipements de diffusion	4	2	2h15	0h45		45h00	56,25	40%	60%
UE Méthodologique Code: UEM 2.1 Crédits :9 Coefficients:5	Dynamique des structures	4	2	1h30	1h30		45h00	51,25	40%	60%
	Programmation Informatique Spécialisée	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	67h30	40%	60%
UE Méthodologique Code: UEM 2.2 Crédits :2 Coefficients:1	Equipements électriques	2	1	1h30	1h30		45h00	22h30	40%	60%
UE Transversale Code: UET 2.1 Crédits :1 Coefficients:1	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	11h15	100%	
Totalsemestre2		30	17	13h30	9h45	1h30	375h00	375h00		

(*) Unité fondamentale requise

NB: Présence aux cours obligatoire

Semestre3

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: UEF3.1 Crédits :18 Coefficients:9	Simulation des procédés et équipements hydrocarbures	7	4	1h30		3h00	67h30	90h00	40%	60%
	Calcul des procédés des appareils thermiques et De diffusion	7	4	2h15	1h30		56h15	85h00	40%	60%
	Stockage des Hydrocarbures liquides	4	2	1h30	1h30		45	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code: UEM 3.1 Crédits :8 Coefficients:5	Méthode des éléments finis	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	67h00	40%	60%
	Recherche opérationnelle	3	2	1h30	1h30		45h00	50h00	40%	60%
UE Méthodologique Code: UED3.2 Crédits :3 Coefficients:3	Economie et Gestion d'entreprise	1	1	1h30	1h30		45h00	11h30	40%	60%
	Hygiène et sécurité de l'environnement	1	1	1h30			22h30	11h30		100%
	Innovation et startup	1	1	1h30			22h30	11h30		100%
UE Transversale Code: UET 2.1 Crédits :1 Coefficients:1	Techniques d'expression, d'information et de communication	1	1	1h30			22h30	22h30	100%	
Totalsemestre3		30	19	14h25	7h30	4h30	397h30	386h30		

Semestre4

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

Semestre:1

Unité d'enseignement: UEF1.1.1

Matière1: Thermodynamique des fluides pétroliers

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

Crédits:4

Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

Ce cours traite essentiellement le calcul des propriétés et grandeurs thermodynamiques des corps purs et mélange au moyen des équations d'état (EOS). Le calcul des équilibres liquide-vapeur (flash, point de rosée, point de bulle) des mélanges idéaux et non idéaux, seront également abordés.

Connaissances préalables recommandées: Thermodynamique appliquée

Contenu de la matière:

CHAPITRE1: Composition et classification des réservoirs et des fluides pétroliers

1.1 Introduction. **1.2** Composition chimique des fluides pétroliers. **1.3** Classification des réservoirs et des fluides pétroliers.

CHAPITRE2: Propriétés des substances pures

2.1 Substances pures. **2.2** Phases d'une substance pure. **2.3** Changements de phases d'une substance pure. **2.4** Comportement PVT d'une substance pure. **2.5** Equations d'état (EOS). **2.6** Facteur acentrique. **2.7** Facteur de compressibilité. **2.8** Principe des états correspondants. **2.9** Calcul de fonctions et propriétés thermodynamiques au moyen des EOS

CHAPITRE3: Mélanges de gaz

3.1Composition d'un mélange gazeux. **3.2** Comportement PVT des mélanges de gaz. **3.3** Calcul des grandeurs thermodynamiques d'un mélange de gaz parfaits. **3.4** Calcul des grandeurs thermodynamiques d'un mélange de gaz réels

CHAPITRE4: Diagrammes de phases des mélanges

4.1 Règles de phases. **4.2** Diagramme de phase (P-v) d'un mélange. **4.3** Diagramme de phase (P-T) d'un mélange. **4.4** Diagramme de phase (P-x-y) d'un système binaire. **4.5** Diagramme de phase (T-x-y) d'un système binaire.

CHAPITRE5: Thermodynamique des mélanges hydrocarbures.

5.1 Grandeur molaire et grandeur molaire partielle. **5.2** Potentiel thermodynamique. **5.3** Enthalpie libre. **5.4** Potentiel chimique. **5.5** Fugacité–Coefficient de fugacité. **5.6** Solution idéale et non-idéale

5.7 Activité chimique – coefficient d'activité. **5.8** Potentiel chimique des gaz et liquides. **5.9** Condition d'un équilibre de phase. **5.10** Coefficient d'équilibre liquide vapeur. **5.11** Méthodes de calcul du coefficient d'équilibre. **5.12** Déviation à l'idéalité en phase liquide. **5.13** Méthodes d'estimation du coefficient d'activité

CHAPITRE6: Calcul des équilibres liquide-vapeur

6.1 Déviation à l'idéalité en phase liquide. **6.2** Méthodes d'estimation du coefficient d'activité
Types de calcul des équilibres de phases pour un système multi-composant. **6.4** Relation de base d'un calcul Flash. **6.5** Résolution de la fonction objective d'un calcul flash. **6.6** Relations de base d'un calcul de point de rosée. **6.7** Relations de base d'un calcul de point de bulle

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

Références bibliographiques:

1. Polycopiés du cours
2. Equations of State. and PVT Analysis. Applications for Improved. Reservoir Modeling. Tarek Ahmed, 2007. Texas.
3. RESERVOIR FLUIDS TEXTBOOK SERIES VOLUME 2 by Zoltán E. Heinemann
E.WEINHARDT. 2004.

Semestre:1

Unité d'enseignement: UEF1.1.1

Matière2: Mécanique des fluides avancée

VHS:67h30 (Cours: 3h00, TD:1h30)

Crédits:5

Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement

Le présent module est consacré aux axes de la mécanique des fluides, statique des fluides, cinématique des fluides, dynamique des fluides, à l'établissement des équations de Navier-Stokes et à la notion de couche limite

Connaissances préalables recommandées: Mécanique des fluides1

Contenu de la matière:

1- Cinématique des fluides

- Concept de milieu continu. Définitions : masse volumique, vitesse, contrainte et énergie interne. Descriptions du mouvement: Lagrangienne, Eulerienne et Lagrangienne et Eulerienne-Arbitraire. Dérivée totale. Tenseurs gradient de vitesse, des taux de déformation et de rotation. Vecteurs rotation et vorticité.

2- Lois de conservation

- Tenseur des contraintes de Cauchy. Formulations intégrale et différentielle des équations de la quantité de mouvement linéaire, de continuité, d'énergie et de l'inégalité de Clausius-Duheim. Loi de Stokes. Formes conservatives et non conservatives des équations de Navier-Stokes et d'Euler.

3- Écoulements incompressibles visqueux

- Fluides Newtoniens et non-Newtoniens. Équations de Navier-Stokes incompressibles.
- Forme adimensionnelle. Quelques solutions exactes. Théorie de la couche limite.
- Équation intégrale de la quantité de mouvement.

4- Dynamique des écoulements compressibles

- Écoulements isentropiques unidimensionnels. □ Équations d'Euler et de N-S compressibles sous forme conservative. Jacobiennes des flux de convection

5- Écoulements turbulents

- Équations de Navier-Stokes moyennées. Couche limite turbulente: lois de paroi.
- Modélisation de la turbulence : modèles à zéro, une et deux équations.

Moded'évaluation: 40% Continu, 60% Examen

Références bibliographiques:

1. R. L.Panton: "Incompressible Flow", John Wiley & Sons.
2. T.C. Papanastasiou et al.: "Viscous Fluid Flow", CRC Press, 2000
3. F.M.White: "Viscous Fluid Flow", McGraw-Hill, ISBN 0-07-069712-4.
4. Munson and Young: "Fundamentals of Fluid Mechanics". John Wiley and Sons, 5th edition, 2006.
5. I. Ryhming: "Dynamique des fluides", 2^{ème} édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, ISBN 2-88074-224-2.
6. Z.U.A. Warsi: "Fluid Dynamics, Theoretical and Computational approaches", 2nd edition, CRC Press, ISBN 0-8493-2407-6.

Semestre:1

Unité d'enseignement: UEF 1.1.2

Matière 1: Echangeurs de chaleur

VHS: 56h15 (Cours: 2h15, TD:1h30)

Crédits:5

Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement :

A l'issu de ce cours l'étudiant sera capable de faire des calculs de vérification et de projet sur les échangeurs de chaleur.

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, Transfert thermique et Mécanique des fluides.

Contenu de la matière :

1 Rappels sur les modes de transfert de chaleur

Conduction, Convection et Rayonnement thermique.

2. Classification des échangeurs de chaleur

2.1 Introduction

2.2 Critères de classification

2.3 Échangeurs de chaleur tubulaire

2.4 Échangeurs de chaleur à plaques

2.5 Échangeurs de chaleur à surfaces étendues

2.6 Autres types d'échangeur de chaleur, Régénérateurs

3 Théories de calcul thermique des échangeurs

3.1 Rappels

3.2 Méthode de l'écart de température logarithmique moyen

3.3 Méthode du nombre d'unités de transfert (NUT)

3.4 Applications

4. Analyse des pertes de charges des échangeurs de chaleur

4.1 Introduction

4.2 Importance du calcul des pertes de charge

4.3 Chute de pression dans les échangeurs de chaleur tubulaires

4.4 Chute de pression d'échangeurs de chaleur à plaques

5. Problèmes de fonctionnement des échangeurs de chaleur (Encrassement et corrosion)

5.1 Encrassement et son effet sur l'efficacité des échangeurs

5.2 Considérations phénoménologiques de l'encrassement

5.3 L'approche de résistance thermique Encrassement

5.4 Prévention et réduction de l'encrassement

5.5 Corrosion dans les échangeurs de chaleur

6. Application au dimensionnement d'un échangeur à tubes et calandre

6.1 Introduction

6.2 Calcul des coefficients de transfert de chaleur

6.3 Calcul de l'efficacité thermique de l'échangeur

6.4 Calcul des pertes de charge

6.5 Sélection et dimensionnement d'un échangeur à tubes et calandre

7. Aéroréfrigérants

7.1 Introduction

7.2 Description et principe de fonctionnement

7.3 Coefficient d'échange de chaleur côté air

7.4 Pertes de charge côté air

7.5 Coefficient globale d'échange de chaleur

7.6 Dimensionnement du système ventilateur-moteur

7.4 Design d'un aéroréfrigérant

7.8 Logiciels et simulations

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

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

1. A. Benbrik. Echangeurs de chaleur. Cours disponibles sur la plateforme Moodle de l'UMBB, 2016.
2. J. Taborek, G. F. Hewitt, and N. Afgan. *Heat Exchangers: Theory and Practice*. New York: Hemisphere, 1983.
3. Yves Janot. Introduction aux Echangeurs de Chaleur, www.thermique55.com/principal/chapitre6.pdf, pp :89-102.
4. Pascal Tobaly, 2002. Les Echangeurs de Chaleur <http://genie.industriel.iaa.free.fr>.
5. Techniques de l'Ingénieur, Echangeurs de chaleur. media.wiley.com/product.../10/.../0471321710.pdf
6. KD Rafferty . *Heat Exchanger, Chapter 11*. www.osti.gov/geothermal/servlets/.../895110.pdf.
7. Energy Performance Assessment of heat Exchanger. 220.156.189.23/energy_managers.../4Ch4.pdf.
8. *Heat Exchanger, Lessons1*. [www.unav.es/adi/UserFiles/File/.../Lesson1\(3\).pdf](http://www.unav.es/adi/UserFiles/File/.../Lesson1(3).pdf).

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

Objectifs de l'enseignement

L'objectif du cours est de transmettre les connaissances de base de la mécanique des structures-MDS, dont la finalité est essentiellement utilitaire, à savoir la compréhension, l'analyse et la prévision du comportement mécanique des matériaux et des éléments de construction des structures, sous l'effet des différentes sollicitations.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances de base en résistance des matériaux et les notions fondamentales de mécanique, telles que la statique et la distribution des efforts intérieurs dans un solide, ainsi que l'analyse mathématique.

Contenu de lamatière:

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. 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

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. 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

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

Références bibliographiques:

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.
6. V.FEODOSSIEV « Résistances des Matériaux » 2eme édition. Edition Mir, 1971.

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 1: Mécanique des milieux continus
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD:1h30)
Crédits:3
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

Maîtriser les concepts et les lois de comportement classiques des milieux continus et les appliquer à l'analyse de divers problèmes de mécanique des solides et des fluides.

Connaissances préalables recommandées : Mathématique, MDF1, RDM

Contenu de la matière :

1. Introduction la mécanique des milieux continus
2. Éléments de calcul tensoriel
3. Notions fondamentales de la mécanique des milieux continus
4. Tenseur de déformation
5. Tenseur de contraintes
6. Introduction à la théorie d'élasticité d'un corps solide
7. Problèmes classiques d'élasticité

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

Références bibliographiques :

1. Maugin, G. A. Mécanique des milieux continus. Dunod. (1992).
2. Spencer, A. J. M. Continuum Mechanics. Wiley. (2004).
3. Beer, F. P., & Johnston, E. R. Jr. Mechanics of Materials. McGraw-Hill. (2013).
4. Barenblatt, G. I. The Mechanics of Continua: Cambridge University Press. (1996).

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 2: 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'autre chapitre 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 des mécanismes mécaniques et 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.

ChapitreII: Dynamique du solide et système de solides

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

ChapitreIII: 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.

-Principe de d'Alembert et les équations de Lagrange

ChapitreV: Stabilité de l'équilibre.

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

Références bibliographiques:

(Mécanique du solide, Cour de mécanique analytique TII. Mécanique des systèmes et du solide.).

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 1: Intelligence artificielle
VHS: 45h00 (Cours:1h30, TD : 1h30)
Crédits:3
Coefficient:1

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** », « **Keras** »
 - ii. Projet de DL utilisant **Tensorflow**, **Pythorch**, **Keras**
- 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:1

Unité d'enseignement: UEM 2.2

Matière 2: TP Echangeurs de chaleur

VHS:11h25 (TP:1h30)

Crédits:1

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement

Compléter les connaissances dispensées dans le cours théorique à l'aide de manipulations expérimentales sur des maquettes d'échangeurs de chaleur pédagogiques proches de systèmes industriels. Ainsi qu'à maîtriser l'interprétation des résultats

Connaissances préalables recommandées Transferts de chaleur, Mécanique des fluides et thermodynamique.

Contenu de la matière:

Contenu de la matière:

1. Détermination du coefficient d'efficacité d'un échangeur de chaleur à tubes concentriques.
2. Détermination du coefficient global de transfert de chaleur d'un échangeur à tubes concentriques en utilisant la méthode DTLM.
3. Détermination du coefficient d'efficacité d'un échangeur de chaleur à calandre.
4. Etude de l'effet de l'échange de chaleur à co-courant et contre-courant sur la quantité de chaleur transmise.
5. Détermination du coefficient global de transfert de chaleur d'un échangeur à calandre en utilisant la méthode DTLM.
6. Etude des effets de variation des débits des caloporteurs sur le coefficient global de transfert de chaleur.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

Polycopié de Travaux pratiques de transfert de chaleur (Document disponible à la bibliothèque de la faculté FHC).

Semestre:1
Unité d'enseignement: UET. 1.1
Matière 1: Comportement mécanique des matériaux
VHS:45h00 (Cours:1h30, TD:1h30)
Crédits: 2
Coefficient:1

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

Contenu de la matière:

Objectifs de l'enseignement

Permettre à l'étudiant de choisir les matériaux adéquats et de connaître leur comportement sous différents milieux de travail

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière

Chapitre I : Classification et caractérisation mécanique des matériaux

Chapitre II : Rupture par fatigue, endurance

Chapitre III : Rupture brutale, ténacité

Chapitre IV : Déformation et rupture par fluage

Chapitre V : Comportement en milieux agressifs (oxydation, corrosion, érosion, fragilisation)

Moded'évaluation Contrôle continu:40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

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

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEF1.2.1
Matière1: Turbomachines
VHS:45h00(Cours:1h30, TD:1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce cours est de fournir les éléments requis pour la compréhension du fonctionnement des composants de turbomachines. Il s'agit de développer, à partir des équations de la mécanique des fluides compressibles ou non, les principes de fonctionnement et d'analyse des turbomachines et d'acquérir les concepts fondamentaux nécessaires aux méthodes de conception des machines radiale et axiales.

Connaissances préalables recommandées : Thermodynamique générale, mécanique des fluides, mécanique générale.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Introduction générale

Chapitre 2: Rappels de thermodynamique et de mécanique des fluides

Chapitre 3: Les Turbomachines axiales

Chapitre 4 : Les Turbomachines radiales

Chapitre 5 : Similitudes dans les turbomachines

Chapitre 6 : Turbines à gaz et à vapeur

Chapitre 7 : Turbines Hydrauliques

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

Références bibliographiques :

1. Luviose, M. Turbomachines: Description et principes de base. Techniques de l'Ingénieur. (2002).
2. Dixon, S. L., & Hall, C. A. (2014). Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery. Butterworth-Heinemann.
3. Meron, A. Hydraulic Turbines. Wiley. (2005).
4. Shyam, J. Gas Turbines: A Handbook of Air, Land and Sea Applications. Butterworth-Heinemann. (2010).

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEF1.2.1
Matière2: Froid industriel et liquéfaction des gaz
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD:1h30)
Crédits:5
Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement

Ce cours explique le principe de production du froid et de liquéfaction des gaz et apprend à l'étudiant comment établir le bilan énergétique des cycles thermodynamiques de ces procédés afin d'évaluer leurs performances

Connaissances préalables recommandées: Thermodynamique générale et appliquée. Echangeurs de chaleur. Transfert de chaleur

Contenudelamatière:

Chapitre1: Généralité sur le froid

1.1Bref historique. 1.2 Applications industrielles du froid. 1.3 Options de production du froid. 1.4 Rappels thermodynamiques (1^{er} et 2eme principe de la thermodynamique pour système ouvert, définitions : machine frigorifique, coefficient de performance, etc.)

Chapitre2: Principaux composants d'un système frigorifique:

2.1Compresseur. 2.2 Condenseur. 2.3Évaporateur.2.4 Dispositifs d'étranglements. 2.5 Fluides frigorifiques (classification et dénomination, propriétés et critères de choix (conductivité thermique, viscosité, point de congélation, T et P de saturation sécurité, etc.). Principaux fluides frigorifiques et l'environnement)

Chapitre3: Cycles des machines frigorifiques

3.1 Cycles frigorifiques à compression de vapeur (Cycle frigorifique de Carnot. Cycle frigorifique simple (idéal et actuel). Cycles innovants en cas de, à compression multi-étages)
 3.2 Cycles frigorifiques à compression de gaz (Cycle inverse de Brayton. Cycle ouvert. Cycle avec régénération). 3.3 Cycles frigorifiques à absorption

Chapitre4: Cycles de liquéfaction des gaz

4.1Cycle Linde (sans production de travail). 4.2 Cycle de liquéfaction de Claude (avec production de travail).4.3Quelquescycles de liquéfaction du gaz naturel (GNL)

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

Références bibliographiques:

-Support de cours.
 -Y. A. CENGEL, M. A. BOLES - Thermodynamics: an Engineering Approach, 3rd ed. - Mc Graw Hill International Edition N.Y.-1998
 - Ibrahim Dinçer, Mehmet Kanoglu, Refrigeration systems and applications, 2nd ed. - John Wiley & Sons, Ltd publication. 2010

Semestre:2

Unité d'enseignement: UEF1.2.2

Matière1: Etude et optimisation des installations thermiques (Gaz-Vapeur)

VHS:56h25 (Cours: 2h15, TD:1h30)

Crédits:5

Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement

Donner à l'étudiant une formation avancée dans l'industrie des hydrocarbures (ressources énergétiques principales), et la production d'énergie électrique (principal vecteur de développement) qui jouent un rôle capital dans l'économie mondiale, lui permettre d'aborder, de poser et de résoudre les différents problèmes d'exploitation, de maintenance et d'optimisation des performances de ces grandes et complexes installations industrielles

Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques générales, thermodynamique appliquée, transferts de chaleur, mécanique des fluides.

Contenu de la matière:

Introduction

- Définition et enjeux de l'optimisation thermique: Importance de l'énergie dans les processus industriels, Impacts environnementaux et économiques des consommations énergétiques excessives, Objectifs de l'optimisation : réduction des coûts, amélioration de la performance, diminution de l'empreinte carbone...
- Panorama des installations thermiques industrielles : Quelques Types d'installations, Principes de fonctionnement et paramètres clés

Chapitre I : Principes fondamentaux de l'Exergie

- Concept de l'exergie : Définition, propriétés de l'exergie, types d'exergies (mécanique, chimique, thermique), dégradation de l'exergie et sources d'irréversibilités
- Bilan exergetique pour un système fermé : exergie transférée/détruite, efficacité exergetique
- Bilan exergetique pour un système ouvert : exergie transférée/détruite, efficacité exergetique
- Efficacité exergetique de quelques équipements : Turbine de détente, compresseur/pompe, chambre de combustion, échangeur de chaleur, mélangeur.

Chapitre II : Analyse exergetique d'un procédé

- Définition et intérêt de l'analyse exergetique : identification des pertes, évaluation du potentiel d'amélioration.
- Méthodologie d'analyse exergetique : Définition du système et de son environnement, Choix des états de référence, Établissement des bilans d'énergie et d'exergie, Calcul des termes exergetiques (Flux d'exergie, Destruction d'exergie), Identification des pertes exergetiques (visualisation graphique diagramme Sankey, analyse qualitative et localisation des goulots d'étranglement), évaluation de l'efficacité exergetique du procédé (calcul du rendement exergetique).
- Études de cas : Rendement exergetique d'une Turbine à gaz (cycle Joule Brayton)

Chapitre III : Analyse exergo économique

- Estimation des coûts: les coûts associés à chaque composant (investissement, fonctionnement, maintenance), les coûts des flux d'exergies entrant et sortant.

- Bilan des coûts autour d'un équipement (application ; compresseur, pompe,..)
- Intégration de l'analyse exergo économique dans la prise de décision : optimisation des investissements.
- Études de cas : Performance exergo économique d'une Turbine à gaz

Chapitre IV : Intégration thermique des procédés

- Définition
- Pincement thermique : Courbes composites chaud et froid, Détermination du pincement et de l'approche minimale, Conception du réseau d'échangeurs optimal
- Récupération de la chaleur : Identification des sources de chaleur résiduelle, Systèmes de récupération (échangeur de chaleur, Turbine à vapeur, cycle organique de Rankine, pompe à chaleur)

Exemples d'application dans l'industrie pétrochimique

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

Semestre:2

Unité d'enseignement: UEF 2.2

Matière2 : Eléments de contact des équipements de diffusion

VHS: 45h00 (Cours: 2h15, TD:00h45)

Crédits:4

Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

Permettre à l'étudiant de comprendre le principe de fonctionnement des différents éléments de contact et leur dimensionnement.

Connaissances préalables recommandées: Procédés et appareils, raffinage, équipements des unités pétrochimiques.

Contenu de la matière:

Chapitre1: Généralités sur les équipements (rappels, classifications)

1.1 Colonne à plateaux.

1.2 Colonne à garnissages.

Chapitre2: Eléments de contact gaz-liquide pour colonnes à plateaux.

2.1 Caractéristiques générales d'un plateau (gestion des flux gaz-liquide, comportement hydraulique d'un plateau).

2.2 Types de plateaux.

2.3 Corrélations et dimensionnement d'un plateau. (Choix du diamètre des plateaux, espace entre deux plateaux, gradient liquide sur les plateaux, perte de charge de la vapeur, phénomène d'entraînement, efficacité).

2.4 Comparaison des différents types de plateaux.

Chapitre3: Eléments de contact pour colonnes à garnissages.

3.1 Types de garnissages.

3.2 Ecoulement des fluides dans les garnissages (pertes de charges, capacité, rétention (hold-up), débit d'irrigation).

3.3 Efficacité des garnissages.

Chapitre4: Exemples de Dimensionnement.

4.1 Colonnes à garnissages.

4.2 Colonnes à plateaux.

Chapitre5: Modélisation numérique.

5.1 Colonnes à garnissages.

5.2 Colonnes à plateaux.

Chapitre6: Mini projets.

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

Références bibliographiques:

- Whuittier, Techniques de l'ingénieur, Matériel et équipement P. TRAMBOUZE Editions TechnipIFP 1999.
- Trambouze, P. (2000). Petroleum Refining. Vol. 4 Materials and Equipment: Materials and Equipment. Editions Technip.

- Trayed and Packed Columns: A Guide to Performance Evaluation. Wiley
- Fluid Dynamics of Packed Columns: Principles of the Fluid Dynamic Design of Columns for Gas/Liquid and Liquid/Liquid Systems.
- Distillation tray fundamentals:
- Handbook of Chemical Processing Equipment:

Semestre:2

Unité d'enseignement: UEM 2.1

Matière 1: Dynamique des structures

VHS: 45h00 (CT: 1h30, TD : 1h30)

Crédits:4

Coefficient:2

Connaissances préalables recommandées: Mathématiques appliquées; Physique; mécanique vibratoire.

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant doit pouvoir résoudre mathématiquement les problèmes de vibration des éléments des machines.

Contenu de la matière:

Chapitre I. Les fondamentaux du comportement dynamique des structures

I.1 Vibrations des systèmes discrets.

- Système à un degré de liberté.
- Système à deux degrés de liberté.
- Système à plusieurs degrés de liberté.

I.2 Vibrations des systèmes continus.

- Mouvement longitudinal.
- Mouvement de flexion.
- Mouvement de torsion.

I.3 Méthodes de calcul des fréquences et modes propres.

- Méthode directe.
- Méthodes itératives (stodola, d'holzer,.....).

Chapitre II. Analyse modale des structures mécaniques

II.1 Les domaines d'application de l'analyse modale. II.2 Théorie de base de l'analyse modale.

II.3 Traitement général des signaux et mesures liées à l'analyse modale expérimentale. II.4.

Techniques d'excitation. II.5. Techniques d'estimation des paramètres modaux.

II.6. Considérations pratiques pour les tests modaux expérimentaux.

- Considérations liées au paramétrage des tests.
- Tests d'impact modaux (impact testing).
- Tests avec secoueurs modaux (shaker testing).
- Aperçu de l'estimation des paramètres modaux.

Chapitre III. Surveillance des machines par analyse des vibrations

III.1. Principe de l'analyse vibratoire. III.2. Les indicateurs et outils de diagnostic. III.3. Acquisition et traitement des signaux.

III.4. Signatures vibratoires des défauts mécaniques.

Chapitre IV. Technique d'équilibrage

IV.1. Introduction. IV.2. Théorie du rotor rigide. IV.3. Théorie du rotor flexible.

IV.4. Tolérance et évaluation du rotor rigide/rotor flexible.

IV.5. Procédures d'équilibrage des rotors rigides/rotors flexibles.

IV.6. Description de l'opération d'équilibrage.

- IV.7. Machines à équilibrer.
- IV.8. Contrôle des machines à équilibrer.
- IV.9. Correction d'un rotor.
- IV.10. Préparation et réalisation de l'équilibrage.
- IV.11. Défauts lors de l'équilibrage.
- IV.12. Protection lors de l'équilibrage.
- IV.13. Equilibrage sur site.

Chapitre V. Dynamique des structures de turbomachines

- V.1. Introduction. V.2. Vibrations des aubes du ventilateur et du compresseur.
- V.3. Vibrations des aubes de turbine et de la chambre de combustion.
- V.4. Vibrations de torsion de l'arbre.
- V.5. Dynamique des rotors flexibles.
- V.6. Comportement dynamique des roulements et garnitures d'étanchéité.
- V.7. Bruit des turbomachines.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% , Examen : 60%

Références bibliographiques:

1. **Peter Avitabile.** Modal Testing, A Practitioner's Guide – Wiley 2018.
2. **Mehdia Ghozlane.** Techniques de surveillance des machines tournantes, Tome 1 : analyse vibratoire - 2013.
3. **Hatto Schneider.** Technique d'équilibrage – Springer 2006.
4. **Michael I. Friswell et al.** Dynamics of rotating machines – Cambridge - 2010.
5. **Haym Benaroya et al.** Mechanical vibration- analysis, uncertainties and control – CRC - 2017.
6. **A.S.Rangwala.** Structural Dynamics of Turbo-Machines – 2013.

Semestre:2

Unité d'enseignement: UEM 2.1

Matière 2: Programmation informatique spécialisée

VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)

Crédits:5

Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement

Maitriser les méthodes numériques de résolution des équations, maitriser leur programmation en Python; Calcul et approximation des fonctions, méthode des volumes finis...

Connaissances préalables recommandées: Mathématique, Analyse numérique,

Algorithmique et programmation en Python.

Contenu de la matière:

- Eléments de programmation en Python.
- 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,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 bibliographiques:

- Jean-Philippe Grivet *Méthodes numériques appliquées* (EDP Sciences,2008)
- André Fortin, *Analyse numérique pour ingénieurs* (Pressesinternationalespolytechniques,2001)
- Christian Guilpin, *Manuel de calcul numérique appliqué* (EDPSciences,1999)
- Michaël Baudin *Méthodes numériques avec Python : Théorie, algorithmiques, implémentation et applications avec Python 3. 2023*
- Qingkai Kong, Timmy Siau *Python programming and Numerical Methods : A guide for engineers and scientists. 2020.*

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEM 2.2
Matière 1: Equipements électriques
VHS:45h00 (Cours:1h30, TD:1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Compréhension des schémas d'alimentation, d'exploitation et service du matériel des installations électriques. Familiarisation avec les appareillages de commande et de protections des machines électriques

Connaissances préalables recommandées:

Électrotechnique générale.

Contenu de la matière :

Chap 01 : Alimentation des installations, équipements et commande électrique :

- 1.1 : Production, transport et distribution de l'énergie électrique ;
- 1.2 : Schémas d'alimentation en énergie électrique des unités de traitement des hydrocarbures ;
- 1.3 : Appareillage de commande et de protection ;
- 1.4 : Moteurs électriques, types, morphologie et principe de fonctionnement ;
- 1.5 : Schémas de démarrage et de réglage de la vitesse des moteurs électriques ;
- 1.6 : Services des moteurs électriques ;
- 1.7 : Caractéristiques des machines de production et des moteurs électriques.
- 1.8 : Choix de la puissance et du type de moteur électrique ;

Chap 02 : Equipement électrique des unités de traitement des hydrocarbures :

- 2.1 : Moteurs et appareillages des locaux inflammables.
- 2.2 : Condition d'utilisation de l'équipement électrique.
- 2.3 : Mécanismes principaux des unités de traitement à commande électrique ;
- 2.4 : Calcul de puissances des moteurs des unités technologiques.
- 2.5 : Fonctionnement des déshydrateurs électriques.

Chap 3 : Entretien et réparation de l'équipement électrique :

- 3.1 : Exploitation et service du matériel des installations électriques.
- 3.2 : Règlements techniques de pose et de production.
- 3.3 : Terres de protection pour les moteurs.

Travaux pratique :

TP 01 : Etude expérimentale des appareils de protection des moteurs électriques ;

Semestre:2

Unité d'enseignement: UET2.1

Matière 1: Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité

VHS:22h00 (Cours:1h30)

Crédits: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.

1. 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.

B. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Mode d'évaluation: Examen: 100%;

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEF3.1

Matière 1: Simulation des procédés et équipements hydrocarbures

VHS:67h30 (Cours: 1h30, TP: 3h00)

Crédits:7

Coefficient:4

Connaissances préalables recommandées: Mécanique des fluides, thermodynamiques, mécanique des structures, transfert de chaleur, CFD, MEF, programmation

Objectifs de l'enseignement

Le but de ce module est de se doter des outils nécessaires pour appliquer toutes les connaissances théoriques fondamentales afin de modéliser et simuler le comportement énergétique et mécaniques des équipements et des installations énergétiques

Connaissances préalables recommandées Mécanique des fluides, thermodynamiques, mécanique des structures, transfert de chaleur, CFD, MEF, programmation

Contenu de la matière:

Partie1 Simulation des installations énergétiques sous CHEMCAD

1.1 Présentation du Logiciel CHEMCAD. 1.2 Dimensionnement et Simulation des échangeurs de chaleur 1.3 Dimensionnement et Simulation des colonnes de distillation et de séparation. 1.4 Dimensionnement et Simulation des Fours et des Chaudières. 1.5 Optimisation thermodynamiques des installations énergétiques

1.2

Parties2 Simulation des équipements sous ANSYS

2.1 Principes fondamentaux de la simulation multi-physiques. 2.2 Géométrie-Maillage-configuration- Résolution- Post Traitement. 2.3 Présentation du Logiciel ANSYS Académique. 2.4 Simulation des Problèmes de transferts thermiques simples. 2.5 Simulation des structures mécaniques. 2.6 Simulation des écoulements hydrodynamiques. 2.7 Application à la conception et simulation des turbomachines (pompe, compresseur, turbine). 2.8 Application à la conception et simulation des moteurs Thermiques. 2.9 Simulations des Phénomènes couplés: Thermique, écoulements, structures.

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

Références bibliographiques:

- Chemstation CHEMCAD user guide
- Y.Nakasone,S.YoshimotoandT.A.Stolarski:EngineeringAnalysisWithANSYSSoftware ,2006
- ANSYS Workbench user guide ,
Ansys Inc 2017<http://www.ansys.com/>
<http://www.chemstations.com/>

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEF3.1

Matière 2: Calcul des procédés des appareils thermiques et de diffusion

VHS: 56h15 (Cours: 2h15, TD:1h30)

Crédits:7

Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement

Déterminer les paramètres de service garantissant le passage du procédé ainsi que le dimensionnement (d'un point de vu procédé) des équipements des appareils thermiques et de diffusion.

Connaissances préalables recommandées: Transfert de chaleur, thermodynamique appliquée.

Contenu de la matière:

Première partie : Distillation et rectification.

Chapitre1: Rappels sur les équilibres

liquide-vapeur

1.1. Mélanges idéaux, mélanges azéotropiques, mélanges hétérogènes. 1.2 Diagrammes de phase. 1.3 Lois fondamentales

Chapitre2: Types de distillation.

2.1 Définition et généralités. 2.2 Bilan de matière. 2.3 Bilan thermique.

Chapitre3: Rectification (distillation avec reflux):

3.1 Mécanisme de la rectification et description d'une installation. 3.2 Choix des paramètres de séparation dans une colonne de rectification (pression et température). 3.3 Calcul du bilan matière et du bilan thermique. 3.4 Calcul des équations des lignes opératoires des zones de rectification et d'épuisement.

Chapitre4: Méthodes de détermination des plateaux.

4.1 Détermination du nombre de plateaux théoriques. 4.2 Détermination du nombre de plateaux par le calcul

4.3 Détermination graphique du nombre de plateaux. 4.4 Diagramme (construction) de Ponchon et Savarit)

Deuxième partie: Calcul des échangeurs de chaleur avec changement de phase

1-Rappels sur les échangeurs de chaleur. 2. Méthode de calcul (de la charge thermique, force motrice du transfert, coefficient de transfert de chaleur, pertes de charge

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

Références bibliographiques:

1. P.Wuithier, raffinage et génie chimique (tome1). Edition. Technip, Paris1972.
2. Techniques de l'ingénieur, génie des procédés chimiques, Paris1993.
3. Trambouze, matériel et équipements, édition. Technip,France,1999.
4. J.P.Wauquier. Raffinage du pétrole. Procédé de séparation (tome1,2). Edition. Technip.France.1998.
5. Crabol. Transfert de chaleur.Tome1 et2. Edition. Technip. France1998.
6. Wilson. G.M. Vapor-liquid equilibrium XI. A new expression for the excess free energy of mixing. J. Am. Chem. Soc. 1964.
7. Jean. Vidal. Thermodynamique. Application au génie chimique et à l'industrie pétrolière. Edition. Tehcnip.1997.

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEF3.1

Matière 3 : Stockage des hydrocarbures liquides

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

Crédits:4

Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

Choisir les différents types de bacs de stockage et de réservoirs des hydrocarbures liquides et pouvoir les dimensionner.

Connaissances préalables recommandées : Résistance des matériaux (calcul des enveloppes), Hydrostatique.

Contenu de la matière:

Chapitre1: RAPPELS SUR LES PROPRIETES PHYSIQUES DES HYDROCARBURES.

1.1 Densité des vapeurs d'hydrocarbures. 1.2 Vaporisation et tension de vapeur. 1.3 Volatilité des produits stockés

Chapitre2: CONFIGURATION DES RESERVOIRS DE STOCKAGE

2.1. Réservoirs cylindriques verticaux 2.2 Réservoirs cylindriques horizontaux. 2.3. Réservoirs sphériques. 2.4. Réservoirs sphéroïdaux

Chapitre3: MODES DE STOCKAGE

3.1. Liquides volatils qui ne bouillent pas à température ambiante. 3.2. Liquides volatils qui bouillent à des températures inférieures ou égales à la température ambiante

Chapitre 4 : DISTRIBUTION DES PRODUITS PETROLIERS, INSTALLATION DES STATIONS SERVICE

4.1 Recueil de données sur les stations-service. 4.2. Typologie des stations-services.

Chapitre5: PERTES DE PRODUIT DURANT LE STOCKAGE

5.1 Pertes des produits durant le stockage. 5.2 Perte par ventilation de l'atmosphère gazeuse 5.3. Perte par remplissage 5.4. Calcul des pertes par respiration.

Chapitre6: REGULATION ET SECURITE

6.1. Généralités sur les combustions et l'inflammation. 6.2- Conditions de la combustion 6.3.- Inflammation des vapeurs d'hydrocarbures 6.4 Températures d'inflammation 6.5.- Causes d'inflammation 6.6.- Onde de chaleur 6.7. - Classification des hydrocarbures en fonction des dangers d'incendie qu'ils présentent 6.8-Cas des produits réchauffés 6.9. Protection des dépôts d'hydrocarbures contre les courants de foudre 6.10-Dispositions spéciales

Chapitre7: EVOLUTION RECENTE DES ASPECTS REGLEMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

7.1. Rappels 7.2.- Evacuation des boues 7.3. Nettoyage des réservoirs ayant contenu des produits éthyles

Chapitre8 : DIFFERENTS ACCIDENTS LIES AU STOCKAGE DES HYDROCARBURES

8.1. Les équipements anti-incendie 8.2. Calcul des conséquences d'un feu de nappe

8.3 Modélisation des effets thermiques radiatifs 8.4 Estimation des paramètres de la flamme 8.5. Calcul des paramètres de la nappe 8.6. Le BLEVE

Exemple de modélisation : BLEVE d'une citerne de 38m³ de propane Arbre de défaillance d'un BLEVE

8.6. Le BLEVE

Moded'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEM 3.2

Matière 1: Méthodes des éléments finis

VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP:1h30)

Crédits:5

Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement

Apprendre les concepts de base de la méthode des éléments finis, considérée comme outil de base de modélisation nécessaire à la résolution des problèmes mécaniques et physiques rencontrés en pratique.

Connaissances préalables recommandées:

Resistance des matériaux, Mécanique des structures, analyse mathématique et analyse numérique

Contenu de la matière:

I. Notions de bases

1. Introduction
2. Types de problèmes étudiés par la M.E.F
3. Types d'éléments finis.
4. Rappels sur la théorie d'élasticité.

II. Principes de l'approximation-Interpolation

1. Introduction
2. Fonctions de forme
3. Construction des fonctions de forme
4. Exercices

III. Formulation des éléments finis

1. Introduction
2. Principe des éléments finis
3. Etapes de la résolution d'un problème
4. Algorithme de calcul par éléments finis
5. Exercices

IV. Élément de Barre

1. Formulation
2. Construction de la matrice de raideur
3. Application sur les treillis de barres
4. Exercices

V. Élément de poutre

1. Formulation
2. Construction de la matrice de raideur
3. Exercices

VI. Éléments Plans

1. Types d'éléments
2. Formulation
3. Construction de la matrice de raideur
4. Exercices

VII. Éléments Isoparamétriques

1. Introduction

2. Concept isoparamétrique
3. Fonctions de forme des éléments isoparamétriques courants
4. Calcul de la matrice de Raideur
5. Intégration numérique
6. Exercices

TP : (Logiciels utilisés : RDM6/RDM7 (2D), Solidworks ou Ansys (3D))

1. Etude d'une poutre en flexion
2. Etude de la résistance d'un rotor de compresseur centrifuge
3. Partie 1 : Etude d'un tube sous pression - Hypothèse état plan de déformation
Partie 2 : Etude d'un tube sous pression - Hypothèse d'axisymetrie
4. Etude d'un anneau sous pression- Hypothèse état plan de contrainte
5. Analyse modal d'une structure en treillis
6. Etude de la concentration de contrainte d'une pièce à section variable (3D)

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

Références bibliographiques: (*Livres etpolycopiés,sitesinternet,etc*)

- 1.The finite element method , O.C. Zienckiewicz. 4e édition, deux volumes. McGraw Hill, 1989.
2. Polycopié de cours : Méthode des Eléments Finis-Theorie, Pr. Michel HOGGE. L'AEES-Université de Liège, Belgique, 1996.
3. Polycopié de cours : RDM 5.xx, Module élasticité plane. Yves DEBARD. IUT Le Mans.
4. Comprendre les Eléments Finis, Alaa CHATEAUNEUF - édition ellipses, 2007.
5. Introduction à la Méthode des Eléments Finis, Hervé OUDIN. ECN- Central Nantes version 3, 2011.
6. Introduction to Finite Element Analysis using Matlab and Abaqus . Amar Khennane - CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013.

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEM 3.1

Matière 2: Recherche opérationnelle

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

Crédits:3

Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise des différentes méthodes d'optimisation des procédés industriels, théorie des files d'attente

Connaissances préalables recommandées : Eléments d'algèbre linéaire

Contenu de la matière:

Chapitre1.Formulation d'un programme linéaire (PL).

1.1. Introduction. 1.2. Les conditions de formulation d'un PL. 1.3. Les étapes de formulation d'un PL. 1.4. Présentation Théorique. 1.5. Exemples de formulations.

Chapitre2.Résolution graphique du programme linéaire(PL).

2.1. Introduction. 2.2. Système d'axes. 2.3. Représentation graphique des contraintes. 2.4. Représentation de la fonction objective. 2.5. Recherche de la solution optimale. 2.6. Exemples. Analyse de sensibilité

Chapitre3. La Méthode de Simplexe

3.1. Introduction. 3.2. Mise sous forme standard. 3.3. Revue algébrique de la méthode du simplexe. 3.4. La méthode des tableaux. Résumé de la procédure de la méthode du simplexe. 3.5. Exemple

Chapitre4. Problèmes de Minimisation et Problèmes Irréguliers

4.1. Introduction. 4.2. Les variables artificielles. 4.3. Les problèmes de minimisation. 4.4. Les problèmes irréguliers

Chapitre5. Dualité et analyse de sensibilité

5.1. Introduction. 5.2. Interprétation économique. 5.3. Dualité. Analyse de sensibilité. 5.4. Introduction d'une nouvelle activité.

Chapitre 6. Logiciel pour la résolution des programmes linéaires :

LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer)

6.1. Introduction & Installation du Logiciel. 6.2. Résolution d'un exemple. 6.3. Les commandes de Lindo. 6.4. Programmation à nombres entiers

Chapitre7. Introduction à la Programmation Dynamique

7.1 Introduction. 7.2. Exemple prototype. 7.3. Le problème du voyageur. 7.4. Caractéristiques d'un problème de programmation dynamique. 7.5. Programmation dynamique déterministe

Moded'évaluation: Contrôle continu:40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEM 3.2

Matière 1: Economie et gestion d'entreprise

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

Crédits:1

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement

Initiation aux principes d'organisation des activités des entreprises ainsi qu'aux méthodes de planification et établissement de programmes divers (introduction à l'économie, organisation et gestion des entreprises)

Connaissances préalables recommandées:

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

Chapitre02 : 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. 3.6. Évaluation économique des investissements. 3.7. Choix des investissements en devenir incertain

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

Références bibliographiques:

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEM. 3.2

Matière 2: Hygiène et sécurité de l'environnement

VHS:22h30 (Cours: 1h30)

Crédits:1

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement

Connaissance des exigences de la sécurité du travail dans l'industrie et des moyens à mettre en œuvre pour éviter les accidents qui portent atteinte aux personnes à l'environnement

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre I Organisation générale d'un chantier pétrolier.

- 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

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 bibliographiques:

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEM 3.2

Matière 3: Innovation et start-up

VHS:22h30 (Cours:1h30)

Crédits:1

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

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.
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. **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.
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.
5. **Gestion et leadership dans les entreprises technologiques**
 - Gérer une équipe multidisciplinaire.
 - Résoudre des conflits dans un environnement entrepreneurial.

- Construire une culture d'innovation.
 - 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.

Semestre:3

Unité d'enseignement: UET 3.1

Matière 1: Techniques d'expression, d'information et de communication

VHS:22h30 (Cours:1h30)

Crédits:1

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour but de rassembler une succession de démarches ou de méthodologies cohérentes pour la finalisation et l'exposé d'un travail de recherche scientifique.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

1. Quelques conseils avant la rédaction, conseils pratiques et erreurs à éviter, choix du sujet de recherche, relation avec le directeur ou directrice de recherche, recherche de la documentation
2. Rédaction du mémoire : le plan. Introduction, méthodes, résultats et discussions, conclusions, bibliographie, annexes, résumé et mots clés
3. Présentation de l'exposé : qualité des diapos, qualité du discours, qualité de l'attitude, qualité des réponses, le public et le jury, les règles de politesse, comment réussir ou rater son exposé
4. La soutenance : Objectifs du travail effectué. Méthodologie adoptée. Les difficultés rencontrées. Les résultats obtenus. Les lacunes éventuelles. Perspectives.

Mode d'évaluation: Examen:100 %.

Références bibliographiques:

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).