



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

اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان العلوم و التكنولوجيا  
Comité Pédagogique  
National du Domaine  
Sciences et Technologies



# OFFRE DE FORMATION INGENIEUR

Spécifique aux bacheliers TM

Année universitaire :2024-2025

Établissement	Faculté / Institut	Département
Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohammed Boudiaf	Faculté de Génie Mécanique	Génie Mécanique

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie Mécanique</i>	<i>Energétique et Maintenance</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

اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان العلوم و التكنولوجيا  
Comité Pédagogique  
National du Domaine  
Sciences et Technologies



## عرض تكوين مهندس

السنة الجامعية: 2024-2025

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الهندسة الميكانيكية	كلية الهندسة الميكانيكية	جامعة وهران للعلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف

التخصص	الفرع	الميدان
الطاقوية والصيانة	هندسة ميكانيكية	علوم وتكنولوجيا



<b>Sommaire</b>	<b>Page</b>
<b>I - Fiche d'identité de l'Ingéniorat</b>	
1 - Localisation de la formation	
2. Partenaires extérieurs	
3 - Contexte et objectifs de la formation	
A - Organisation générale de la formation : position du projet	
B - Objectifs de la formation	
C - Profils et compétences visés	
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	
E - Passerelles vers les autres spécialités	
E - Indicateurs de performance attendus de la formation	
F- Évaluation de l'étudiant par le biais du Contrôle continu et du Travail personnel	
4 - Moyens humains disponibles	
A - Capacité d'encadrement	
B - Équipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité	
C - Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité	
D. Personnel permanent de soutien	
E - Synthèse globale des ressources humaines mobilisée pour la spécialité	
5 - Moyens matériels disponibles et spécifiques à la spécialité	
A - Laboratoires Pédagogiques et Équipements	
B - Terrains de stage et formations en entreprise	
C - Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation Proposée	
D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département, de l'institut et de la faculté	
<b>II -1 Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité</b>	
<b>Semestre 1, Semestre 2, semestre 3, semestre 4, semestre 5, semestre 6, Semestre 7, semestre 8, semestre 9, semestre 10</b>	
<b>II-2 Récapitulatif global de la formation</b>	
<b>III - Programme détaillé par matière</b>	
<b>IV- Accords / conventions</b>	
<b>V- Curriculum Vitae des coordonateurs</b>	
<b>VI- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs</b>	
<b>VII- Avis et Visa de la Conférence Régionale</b>	
<b>VIII- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND)</b>	

## **I – Fiche d'identité de l'Ingéniorat**

## 1 - Localisation de la formation :

### **1. 1. Localisation :**

**Établissement :** Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf

**Faculté :** Génie Mécanique

**Département :** Génie Mécanique

### **2. 2. Coordonnateurs :**

**- Responsable du domaine de formation (joindre CV)**

**- Responsable de la filière de formation (Joindre CV)**

**- Responsable de l'équipe de spécialité (Joindre CV)**

### **2-Partenaires extérieurs:**

**Autres établissements partenaires :**

**Partenaires internationaux :**

### 3- Contexte et objectifs de la formation

A – Présentation du projet

B - Objectifs de la formation :

C – Profils et compétences visés :

D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité :

E – Indicateurs de performance attendus de la formation:

#### 1. Évaluation du déroulement de la formation :

En amont de la formation :

Pendant la formation :

En aval de la formation :

#### 2. Évaluation du déroulement des enseignements:

#### 3. Insertion des diplômés :

### F- Évaluation de l'étudiant par le biais du Contrôle continu et du Travail personnel :

#### F1- Évaluation par le Contrôle continu :

L'importance des modalités de l'évaluation continue sur la formation des étudiants en termes d'acquis pédagogiques n'est plus à démontrer. Le calcul des moyennes du contrôle continu (travaux dirigés et travaux pratiques) est fait à partir d'une pondération de tous les éléments qui constituent cette évaluation. Ces articles précisent que cette pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Une enquête menée par le CPND-ST auprès de tous les enseignants dans les différents établissements universitaires a montré une hétérogénéité dans la mise en œuvre de l'évaluation continue des étudiants. Aussi, est-on amené à admettre un déficit réel dans la

prise en charge effective de cette activité pédagogique ce qui a nécessité de notre part une réflexion sérieuse à ce propos qui, combinée aux propositions émanant de plusieurs établissements, a abouti aux recommandations ci-dessous.

## **1. Propositions relatives aux matières avec travaux dirigés :**

### **1.1. Préparation des séries d'exercices :**

L'enseignant responsable de la matière doit s'organiser en proposant une série d'exercices pour chaque chapitre du cours. Cette série doit être exhaustive avec des exercices de compréhension du cours et des exercices-types à résoudre en séance de TD.

Ces exercices doivent être préparés par l'étudiant avant de venir en TD. Cette préparation peut être évaluée. La méthode d'évaluation est laissée à l'appréciation de l'enseignant chargé du TD.

Les exercices non résolus en TD peuvent faire l'objet d'un travail personnel ou à accomplir par des groupes de 3 à 4 étudiants et à remettre pour évaluation (délai : 1 semaine).

### **1.2. Interrogations écrites :**

Chaque fin de série d'exercices (*i.e.* chaque fin de chapitre) sera sanctionnée par une interrogation écrite de courte durée. Cette interrogation doit être organisée en collaboration avec le responsable de la matière afin de veiller à assurer une évaluation équitable vis-à-vis de tous les étudiants (essentiellement lorsque plusieurs enseignants interviennent dans les travaux dirigés).

### **1.3. Participation des étudiants aux travaux dirigés:**

Cette participation doit être évaluée. La méthode d'évaluation est laissée à l'appréciation de l'enseignant chargé du TD.

### **1.4. Assiduité des étudiants:**

L'assiduité des étudiants est obligatoire en TD et en TP. En cours, il est difficile de la contrôler pour les étudiants où les effectifs sont très importants (cours en amphithéâtre). Pour les étudiants où les effectifs sont réduits, l'assiduité doit être obligatoire en cours et en TD.

## **2. Cas des unités méthodologiques (Travaux pratiques) :**

Au même titre que les TD, les TP doivent être préparés par l'étudiant. Un test de contrôle de cette préparation doit être organisé par l'enseignant avant chaque manipulation (sous forme de petites questions de compréhension, QCM, schéma de la manipulation, ...). Un compte rendu (par groupe de travail) doit être rendu à la fin de la séance de travaux pratiques. À ce titre, l'enseignant doit préparer un compte rendu-type (canevas) pour faciliter le travail aux étudiants afin que ces derniers puissent le rendre effectivement à la fin de la séance de TP.

À la fin du semestre, l'enseignant organise un test de TP qui résume l'ensemble des manipulations réalisées par l'étudiant.

## **3. À propos des matières transversales et de découvertes n'ayant pas de TD ou de TP :**

Il est très difficile d'effectuer des contrôles continus dans le cadre de ces matières du fait de l'absence des séances de travaux dirigés et du fait du nombre très important des étudiants dans la plupart des cas et en particulier pour les universités à très grand flux.

Néanmoins, l'enseignant chargé de cette matière peut, s'il le désire, faire savoir aux étudiants qu'il peut éventuellement les évaluer (en continu) en leur proposant de préparer des exposés, de faire des comptes rendus, de rechercher le complément du cours, exploiter un logiciel free, demander aux étudiants de visionner chez eux un film de vulgarisation scientifique en relation avec la matière (après leur avoir remis soit le film sur support électronique ou leur

avoir indiqué le lien internet vers ce film) et leur demander de remettre ensuite un rapport écrit ou de faire une présentation orale du résumé de ce film, ... etc. La bonification de ces activités est laissée à l'appréciation de l'enseignant et de l'équipe de formation qui sont seuls aptes à définir la meilleure manière de tenir compte de ces travaux personnels dans la note globale de l'examen final.

Dans le même ordre d'idées, et dans le cas où le nombre des étudiants dans cette matière est raisonnable (20 à 30 étudiants), le responsable de la matière peut envisager des évaluations continues de l'étudiant à l'image de ce qui se fait dans les matières avec travaux dirigés. La seule obligation à respecter est qu'il faudrait informer les étudiants de cette procédure et la valider au cours du premier Conseil pédagogique.

En tout état de cause, l'enseignant et l'équipe pédagogique sont libres d'inclure tout type d'évaluation qu'ils jugent opportun pour inciter les étudiants à une meilleure prise en charge de leur cursus et combattre, par la même occasion, le phénomène d'absentéisme des étudiants aux cours.

#### **4. Harmonisation du contrôle continu :**

L'utilisation d'une grille commune pour l'évaluation favoriserait l'harmonisation de ces pratiques d'un enseignant à un autre, d'un département à un autre et d'un établissement à un autre. Elle constituerait également un repère structurant et sécurisant pour les étudiants. Pour ce faire, nous proposons ci-après une grille d'évaluation à titre indicatif qui présente les différents contrôles continus permettant d'évaluer le degré d'acquisition des compétences des étudiants que ce soit sur le plan des connaissances, des capacités d'analyse et des aptitudes à la synthèse.

À noter que ces évaluations n'ont pas pour objectif de "piéger" les étudiants en leur imposant des contrôles continus très difficiles. Au contraire, il s'agit d'évaluer "honnêtement" le degré d'assimilation des différentes compétences et connaissances enseignées à l'étudiant en toute objectivité. Dans le même esprit, on gagnerait en favorisant la contractualisation de l'évaluation des apprentissages en précisant, par exemple, les critères de réussite et les bonnes pratiques qui aboutiraient à des réponses correctes et précises aux questions. Ainsi, l'évaluation porterait principalement sur les acquis qui ont fait l'objet d'une formation en donnant des exercices en lien avec ce qui a été préparé en TD sans oublier, pour autant, d'évaluer la capacité des étudiants à mobiliser leurs compétences dans des situations plus complexes.

*Conformement aux recommandations du CPND-ST, les grilles d'évaluation suivantes seront adoptées :*

Nature de la matière	Contrôle continu	Examen final
<b>Matières sous forme de cours seulement :</b>	-	<b>100%</b>
<b>Pour les matières sous forme cours et TD ou TP :</b>	<b>40%</b> (TD ou TP)	<b>60%</b>
<b>Pour les matières sous forme cours, TD et TP :</b>	<b>40%</b> (20% TD + 20% TP)	<b>60%</b>
<b>Pour les matières sous forme de TD ou TP</b>	<b>100%</b>	-

## **L'évaluation du contrôle continu (travaux dirigés et travaux pratiques) :**

### **Travaux dirigés :**

Préparation des séries d'exercices et travail personnel (devoir à rendre, exposés,...),	<b>20%</b>	04points
Interrogations écrites (minimum 02 interrogations écrites dont 01 interrogation au minimum proposée par le responsable de la matière à toutes les sections)	<b>60%</b>	12 points
Participation des étudiants aux TD (interrogation surprise, assiduité,...)	<b>20%</b>	04 points
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>20 points</b>

### **Travaux pratiques :**

préparation des travaux pratiques, participation, assiduité, tests de préparation,...	<b>20%</b>	04 points
Compte rendu (à rendre selon les décisions de l'équipe pédagogique : à la fin de la séance de TP, la semaine d'après, TP suivant,...)	<b>40%</b>	08 points
Test de TP en fin de semestre	<b>40%</b>	08 points
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>20 points</b>

### **G2- Travail personnel de l'étudiant :**

Le travail personnel de l'étudiant, lui a été réservé un temps hebdomadaire très conséquent : environ 50% du volume horaire total de la formation (voir le tableau "Récapitulatif global de la formation" présent dans cette offres de formation).

Un sondage réalisé par le CPND-ST, auprès des équipes de formation à travers tous les établissements universitaires a fait savoir que le temps relatif au travail personnel de l'étudiant pourrait être judicieusement exploité, sous une bonne supervision de l'enseignant, de façon rationnelle et sous différentes formes. Les tâches qui seraient alors accomplies par les étudiants volontaires seraient évaluées et comptabilisées (comme bonification) dans leur note globale du contrôle continu. Le taux de cette bonification est laissé au libre arbitre des équipes pédagogiques.

La synthèse des différentes propositions peut être résumée dans les points suivants :

#### **1. Devoir à domicile (homework):**

Dans le but d'enrichir les connaissances et renforcer la formation des étudiants, ces derniers seront sollicités pour réaliser un travail à domicile supplémentaire guidé par leurs enseignants de cours ou de TD. Ce type de travail concernera, à titre d'exemple, à inciter les étudiants à faire des recherches pour répondre à des questions précises et/ou conflictuelles soulevées pendant le cours, résoudre un exercice difficile, reprendre en détail la démonstration d'un théorème, rechercher le complément d'un cours, exploiter un logiciel free ou un outil CAO-DAO pour faire des applications et des simulations liées au cours, ... Ces activités peuvent être évaluées, notées et inscrites comme bonification aux étudiants qui les réalisent.

## **2. Mini projet de cours:**

Le mini projet de cours (1 à 3 semaines) est un moyen efficace pour préparer l'étudiant à la méthodologie de l'expression, de la rédaction et de la recherche documentaire. C'est un moyen qui lui permet de concrétiser par la pratique les techniques apprises dans les matières transversales. Il lui permet également de développer l'esprit de travail en groupe.

Le thème du mini projet de cours doit être bien ciblé et arrêté par l'enseignant pour un groupe d'étudiants (2 à 5 maximum), sanctionné par un seul rapport (10 pages maximum) et une courte présentation orale collective (de préférence avec un support audio-visuel). Une note, commune pour le groupe, est attribuée selon une grille d'évaluation (présentation du document et exploitation des ressources bibliographiques, présentation orale, respect du temps, réponses aux questions, etc.) et sera ensuite comptabilisée, comme bonification, dans la note du contrôle continu.

## **3. Compte rendu d'une visite, une sortie pédagogique ou un stage de découverte et/ou d'imprégnation :**

Les visites, sorties pédagogiques, stages de découverte et/ou d'imprégnation sont des opportunités pour les étudiants susceptibles de leur permettre à mieux appréhender la réalité du monde du travail et les aider ultérieurement à une meilleure insertion professionnelle.

Les responsables administratifs ainsi que les enseignants doivent encourager, autant que faire se peut, ce volet très important de la formation et veiller à l'organisation des visites et sorties pédagogiques durant tout le cursus de formation.

Ils doivent également aider/inciter les étudiants à faire de la prospection dans les institutions économiques dans le but de trouver des stages de découverte et/ou d'imprégnation d'une à deux semaines dans le milieu industriel durant les vacances d'hiver et de printemps.

Dans ce contexte, les enseignants doivent veiller à ce que les étudiants prennent des notes durant ces sorties et exiger des comptes rendus (rapports de quelques pages). Cette activité peut être évaluée, notée et inscrite comme bonification à l'étudiant qui la réalise. On peut proposer aux étudiants des modèles (*templates*) pour les aider à bien présenter leur rapport de stage.

## **4. Participation à des manifestations scientifiques:**

Afin d'imprégner chez les étudiants l'esprit scientifique (essentiellement pour les étudiants du niveau supérieur), ces derniers doivent être orientés et encouragés à participer à des tables rondes, séminaires de laboratoires et des conférences organisées au sein de leur faculté et/ou établissement. Il est même indiqué d'encourager ces étudiants à assister à des conférences, en relation avec leur spécialité, hors de leur université à l'occasion d'expositions, foires et autres. Cette activité peut être évaluée, notée et inscrite comme bonification à l'étudiant qui la réalise.

## **5. Utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication :**

Les NTIC sont très attractifs pour les étudiants. Les enseignants doivent les encourager à exploiter ces technologies pour créer des espaces d'échange entre eux (pages de promotion, forum de discussion sur une problématique précise d'un cours, etc.). L'enseignant pourra aussi intervenir dans le groupe en tant qu'évaluateur en ligne. Cette activité peut être évaluée, notée et inscrite comme bonification aux étudiants qui s'y impliquent.

## **6. Note éliminatoire :**

**Sur recommandation du CPND-ST, la note éliminatoire à prendre en considération est de 05/20 pour toutes les matières.**

**Conclusion :**

L'autonomie de l'étudiant, considérée comme un levier de réussite, repose en grande partie sur le travail personnel que celui-ci est amené à faire, en s'appropriant les ressources et outils mis à sa disposition. Tout cela doit être, bien entendu, encadré et formalisé dans le cadre du suivi pédagogique et d'accompagnement qui doivent être assurés conjointement par l'enseignant universitaire et le responsable administratif tout au long de son cursus de formation.

Cette autonomie lui permettra ainsi de construire son identité professionnelle en fonction de ses aspirations, ses capacités et ses acquis ou encore de construire son parcours académique dans la poursuite des études supérieures.

Moyens humains disponibles :

A : Capacité d'encadrement (exprimée en nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge) :

Nombre d'étudiants :

B : Équipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité : (A renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)

Nom	Prénom	Diplôme de graduation	Diplôme de spécialité (Magister, doctorat)	Grade	Matières à enseigner	Emargement
ABDELHAKEM KORIDAK	Lahouari	Doctorat	Electrotechnique	Pr	Electrotechnique	
ARIBI	Amel	Magister	Informatique	MAA	Informatique	
AZZEDDINE	Houari	Magister	Construction mécanique	MAA	Construction mécanique	
BAHLOULI	Soumia	Doctorat	Physique	MCB	Physique	
BAKI	Touhami	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
BELARBI	Abederahmane	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
BENABED	Mustapha	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
BENCHERIF	Mohamed	Doctorat	Energétique	MCA	Energétique	
BENNEGADI	Mohamed El Arbi	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
BENZARGUA	Djebbara	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
BENZEGUIR	Redouane	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
BENZERDJEB	Abdelwahab	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
BORDJANE	Mustapha	Doctorat	Energétique	MCA	Energétique	
BOUALEM	Noureddine	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
BOUANANE	Med El Houari	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
BOUHAMIDA	Bachir	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
BOUKHRIS	Lahouari	Doctorat	Energétique	MCA	Energétique	
BOUTCHICHA	Djilali	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
BOUZIT	Fayçal	Doctorat	Energétique	MCA	Energétique	
BRAKNA	Habib	Magister	Construction mécanique	MAA	Construction mécanique	
ELAZZIZI	Abdellah	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
GHOMARI	Tewfik	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	

GUEZZEN	Zakia	Doctorat	Construction mécanique	MCB	Construction mécanique	
HAMDAOUI	Saad	Magister	Energétique	MAA	Energétique	
HAMIDOU	Mohamed Kamel	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
HAMMAMI	Azeddine	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
ILES	Mohamed El Amine	Doctorat	Construction mécanique	MCB	Construction mécanique	
IMINE	Bachir	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
IZIDI	Iahouari	Doctorat	Energétique	MCA	Energétique	
KEBDANI	Said	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
KETTAF	FATIMA ZOHRA	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
LADJEDEL	Omar	Doctorat	Energétique	MCA	Energétique	
LEBBAL	Habib	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
MAGHRAOUI	Ahmed	Doctorat	Energétique	MAA	Energétique	
MANSOUR	Cheikh	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
MEHALA	Kadda	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
MAHDJOUR	Abdelkader	Doctorat	Construction mécanique	MCB	Construction mécanique	
MESSABIH	FATIMA ZOHRA	Doctorat	Construction mécanique	MCB	Construction mécanique	
REFFAS	Sid Ahmed	Doctorat	Construction mécanique	MCA	Construction mécanique	
SAFER	Khadidja	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
SEDDAK	Mohamed	Doctorat	Energétique	MCB	Energétique	
SENOUCI	Zine Eddine	Doctorat	Energétique	MCB	Energétique	
SLIMANI	Nadjwa	Doctorat	Anglais	MCB	Anglais	
TAMINE	Tawfik	Doctorat	Construction mécanique	Pr	Construction mécanique	
TIGHENIT	Ismahan	Magister	Chimie	MAA	Chimie	
YAHIAOUI	Tayeb	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
YOUCEFI	Sarra	Doctorat	Energétique	Pr	Energétique	
KIHEL	Fatima zouhra	Doctorat	Matériau	MAA	Matériau	
KADOURI	Nadia	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	
BECHIKKHI	Youcef	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	
ARAB	Mustapha Amine	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	
AZOUZ	Amine	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	
BOUDJEMAA	Ismail	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	
BACHIRI	Abdessamed	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	
SMAIN	Yamina	Doctorat	Construction mécanique	MAB	Construction mécanique	

<b>Abdoune</b>	Amina	<b>Doctorat</b>	<b>Construction mécanique</b>	<b>MAB</b>	<b>Construction mécanique</b>	
<b>BENDADA</b>	AYA	<b>Doctorat</b>	<b>Construction mécanique</b>	<b>MAB</b>	<b>Construction mécanique</b>	
<b>MALTI</b>	Khadidja	<b>Doctorat</b>	<b>Construction mécanique</b>	<b>MAB</b>	<b>Construction mécanique</b>	

**Visa du département**

**Visa de la faculté ou de l'institut**

**C : Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité : (A renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)**

**Visa du département**

**Visa de la faculté ou de l'institut**

D : Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité (L3) :

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs	20	/	20
Maîtres de Conférences (A)	11	/	11
Maîtres de Conférences (B)	08	/	08
Maître Assistant (A)	05	/	05
Maître Assistant (B)	09	/	09
Autre (*)	/	/	/
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>/</b>	<b>63</b>

(\*) Personnel technique et de soutien

Grade	Effectif Interne
Ingénieur de laboratoire	03
Technicien de Laboratoire	05
Ingénieur Informaticien	01

## 5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité

### A- Laboratoires Pédagogiques et Équipements:Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de mécanique des fluides

**Capacité en étudiants :** 20

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Soufflerie subsonique	01	
2	Banc d'essai des écoulements turbulents	01	
3	Banc d'essai du centre de pression	01	
4	Stabilité des corps flottants	01	

**Intitulé du laboratoire :** Laboratoire de Résistance des matériaux

**Capacité en étudiants :** 20

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Torsion	02	
2	traction	02	
3	flexion	02	

**Intitulé du laboratoire :** Atelier de Fabrication Mécanique

**Capacité en étudiants :** 25

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Commande numérique	03	
2	Tournage	06	
3	Fraisage	06	

**Intitulé du laboratoire :** Atelier de Moteur combustion Interne

**Capacité en étudiants :** 20

N°	Désignation de l'équipement	Nombre	Observations
1	Banc d'essais montage et démontage moteur	02	
2	Banc d'essais pompe injection	01	
3	Ban d'essai moteur diesel et essence pour des test	01	

**B- Terrains de stage et formations en entreprise** :(voir rubrique accords/conventions)  
**(OBLIGATOIRE)**

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
<b>Tosyali</b>	35 (répartis en plusieurs périodes)	2 semaines
<b>Sonatrach</b>	35 (répartis en plusieurs périodes)	2 semaines

**C- Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée (Champ obligatoire) :**

- Bibliothèques des facultés et la Bibliothèque Centrale de l'Université

**D- Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :**

- **Espaces de travaux personnels :**

- Salles des micro-ordinateurs
- Bibliothèque de la Faculté

- **TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :**

## **II – Fiches d’organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
1	UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 1	IST.1.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
		Algèbre 1	IST.1.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Éléments de chimie (Structure de la matière)	IST.1.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Éléments de Mécanique (Physique 1)	IST.1.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	Probabilités et statistiques	IST.1.5	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Structure des ordinateurs et applications	IST.1.6	2	2			3h00	45h00	100%	
	UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Dimension Éthique et déontologie (les fondements)	IST.1.7	1	1	1h30			22h30		100%
		Langue étrangère 1 (français ou anglais)	IST.1.8	1	1		1h30		22h30	100%	
<b>Volume Horaire Total du semestre 1</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>9h00</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
2	UE Fondamentale Code : UEF 2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	IST.2.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
		Algèbre 2	IST.2.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Électricité et Magnétisme (Physique 2)	IST.2.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Thermodynamique	IST.2.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	Dessin technique	IST.2.5	2	2			3h00	45h00	100%	
		Programmation (informatique 2)	IST.2.6	2	2			3h00	45h00	100%	
	UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Langue étrangère 2 (Anglais)	IST.2.7	1	1		1h30		22h30	100%	
	UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les métiers de l'ingénieur	IST.2.8	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 2</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>7h30</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
3	UE Fondamentale Code : UEF 3.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Mathématiques appliqués	IGM3.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
		Ondes et vibrations	IGM3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Fabrication mécanique	IGM3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20%TP)	50%
		Mécanique des fluides1	IGM3.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Mécanique rationnelle	IGM3.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Informatique 3	IGM3.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Electronique	IGM3.7	1	1	1h30			22h30		100 %
		Electrotechnique	IGM3.8	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique	IGM3.9	1	1		1h30		22h30	40%	60%
<b>Volume Horaire Total du semestre 3</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12h00</b>	<b>10h30</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
4	UE Fondamentale Code : UEF 4.1 Crédits : 13 Coefficients : 7	Thermodynamique appliquée	IGM4.1	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD +20%TP)	60%
		Transfert de chaleur1	IGM4.2	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
		Conversion d'énergie	IGM4.3	2	1	1h30			22h30		100%
	UE Fondamentale Code : UEF 4.2 Crédits : 12 Coefficients : 7	Résistance des matériaux	IGM4.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD +20%TP)	60%
		Hydraulique et pneumatique	IGM4.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Mesure et Instrumentation	IGM4.6	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 4.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Méthodes numériques	IGM4.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Dessin assistée par ordinateur	IGM4.8	1	1			1h30	22h30	100%	
	UE Transversale Code : UET 4.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Production et Transport d'Énergie	IGM4.9	1	1	1h30			22h30		100 %
	UE Découverte Code : UED 4.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques d'information d'expression et de communication	IGM4.10	1	1		1h30		22h30	40%	60%
<b>Volume Horaire Total du semestre 4</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
5	UE Fondamentale Code : UEF 5.1 Crédits : 12 Coefficients : 7	Turbomachines	IGME5.1	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	(20% TD+20%TP)	60%
		Mécanique des fluides 2	IGME5.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 5.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Transfert de chaleur 2	IGME5.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Eléments de machines	IGME5.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Moteurs à combustion interne	IGME5.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 5.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Organisation et méthodes de maintenance	IGME5.6	1	1	1h30			22h30		100%
		Maintenance Préventive	IGME5.7	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Découverte Code : UED 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les énergies renouvelables	IGME5.8	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique en relation avec la spécialité	IGME5.9	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 5</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13h30</b>	<b>9h00</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
6	UE Fondamentale Code : UEF 6.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Machines frigorifiques et pompes à chaleur	IGME6.1	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Machines thermiques	IGME6.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 6.2 Crédits : 15 Coefficients : 8	Installations énergétiques solaires et thermiques	IGME6.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	(20% TD+20%TP)	60%
		Echangeurs de chaleur	IGME6.4	4	2	1h30	1h30	1h30	56h25	(20% TD+20%TP)	60%
		Chauffage et climatisation	IGME6.5	4	2	1h30	1h30		56h25	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 6.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Stage en entreprise	IGME6.6	1	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
		Diagnostic et gestion des pannes	IGME6.7	1	1	1h30			45h00	40%	60%
	UE Découverte Code : UED 6.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Logistique et gestion des stocks	IGME6.8	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 6.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Introduction à la propriété industrielle	IGME6.9	1	1	1h30			22h30		100%
		Entreprenariat et management d'entreprise		1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 6</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13h30</b>	<b>9h00</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
7	UE Fondamentale Code : UEF 7.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Cryogénie	IGME7.1	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
		Combustion	IGME7.2	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
		Le séchage thermique	IGME7.3	2	1	1h30	-	-	22h30	-	100%
	UE Fondamentale Code : UEF 7.2 Crédits : 12 Coefficients : 7	Dynamique des gaz	IGME7.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	(20% TD+20%TP)	60%
		MDF Approfondie	IGME7.5	5	3	1h30	3h00	-	67h30	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 7.1 Crédits : 6 Coefficients : 5	Projet Personnel Professionnel	IGME7.6	2	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
		Usinage conventionnel et techniques de soudage	IGME7.7	2	2	1h30	-	3h00	67h30	40%	60%
		Techniques de mesure	IGME7.8	2	2	1h30	-	1h30	45h00	40%	60%
	UE Découverte Code : UED 7.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recyclage et valorisation des déchets	IGME7.9	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 7.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	H.S.I. en Mécanique Energétique	IGME7.10	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 7</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>		

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
8	UE Fondamentale Code : UEF 8.1 Crédits : 16 Coefficients : 9	Turbomachines approfondies	IGME8.1	5	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
		Mécanique de propulsion	IGME8.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Aérodynamique	IGME8.3	6	3	1h30	3h00	1h30	90h00	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 8.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Tribologie et lubrification des systèmes mécaniques	IGME8.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Corrosion et protection des surfaces	IGME8.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 8.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Propriétés Mécaniques des Matériaux	IGME8.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Stage en entreprise	IGME8.7	1	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
	UE Transversale Code : UET 8.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	IGME8.8	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 8</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>10h30</b>	<b>10h30</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		



Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
9	UE Fondamentale Code : UEF 9.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Optimisation	IGME9.1	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40%	60%
		Computitionnel Fluid dynamic (CFD)	IGME9.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	(20% TD+20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 9.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Dimensionnement des équipements	IGME9.3	6	3	1h30	3h00		67h30	(20% TD+20%TP)	60%
		Automatisation des systèmes industriels	IGME9.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
		Installation des équipements	IGME9.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 9.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	Projet Tutoré	IGME9.6	2	2		3h00		45h00	100%	
		Informatique Industrielle (GMAO)	IGME9.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Découverte Code : UED 9.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Science des matériaux	IGME9.8	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code : UET 9.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	IGME9.9	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total du semestre 9</b>				<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12h00</b>	<b>12h00</b>	<b>4h30</b>	<b>427h30</b>		



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



## **Programme détaillé par matière du semestre 5**

**Semestre : 5****Unité d'enseignement : UEF 5.1 IGME 5.1****Matière : Turbomachines****VHS : 90h00 (Cours : 1h30, TD : 3h00, TP :1h30)****Crédits : 7****Coefficient : 4****Objectifs de l'enseignement:**

Appliquer la mécanique des fluides à des systèmes techniques comme les pompes et les turbines hydrauliques. Savoir dimensionner et installer des pompes. Connaître l'origine de la défaillance des pompes. Calculer, sélectionner et installer selon la demande différents types de turbines hydrauliques.

**Connaissances préalables recommandées :**

MDF1, Thermodynamique.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Définitions et théorie générale des turbomachines (3 Semaines)**

Classification des turbomachines, Théorie générale, théorème d'Euler. Diagramme de vitesse. Hauteur, puissance. Rendement des turbomachines. Composante de l'énergie transférée. Degré de réaction, variation de charge, degré de réaction.

**Chapitre 2. Les Pompes (3 Semaines)**

Relations générales, Pompes centrifuges et pompes axiales, Descriptions, triangles des vitesses, rendements.

**Chapitre 3. Similitudes dans les turbomachines (3 Semaines)**

Relations générales, Invariants de Rateau, Autres coefficients, Machines en fonctionnement semblables, Généralisation, Vitesse spécifique.

**Chapitre 4. Cavitation dans les pompes (2 semaines)**

Origine et critères de la cavitation, Manifestation, Influence de différents facteurs, Similitude de cavitation.

**Chapitre 5. Turbines hydrauliques (1 Semaines)**

La turbine Pelton, La turbine à réaction, La turbine Francis, La turbine Kaplan.

**TP : Turbomachines****Objectifs de l'enseignement :**

Illustrer pratiquement le comportement de turbomachines de type hydraulique, pompes et turbines hydrauliques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Turbomachines.

**Contenu de la matière :**

Prévoir quelques expériences en relation avec les turbomachines selon les moyens disponibles.

**Mode d'évaluation :**

20% TD + 20%TP ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

- P. HENRY, « Turbomachines hydrauliques », Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1992.
- M. Sedille, « Turbomachines Hydrauliques et thermiques », Masson, 1970.
- P. Henry, « Turbomachines hydrauliques », 1992.
- Peng, "Fundamentals of Turbomachinery", Wiley and Sons, 2008.
- M. Pluviose, « Ingénierie des turbomachines, Circuits, vibrations, effets instationnaires et des exercices résolus », génie énergétique, Ellipses 2003.
- P. Chambadal, « La turbine à gaz », 1997.
- R. Bidard et J. Bonnin, « Energétique et turbomachines », Eyrolles 1979.
- L. Vivier, Turbines à vapeur et à gaz, 1965
- M. Pluviose, « Conversion d'énergie par Turbomachines », 2009
- J. Krysinski, « Turbomachines, théorie générale », OPU, Alger, 1986.
- R. Bidard, J. Bonnin, « Energétique et Turbomachines », Eyrolles, Paris 1979.
- Jaumotte, « Turbopompes centrifuges », P.U. Bruxelles, 1979.
- Jaumotte, « Turbomachines : ventilateurs, soufflantes et compresseurs centrifuges », P.U. de Bruxelles, 1979.
- Adam Troskolanski, « Les Turbopompes (Théorie Tracé et Construction) », Eyrolles 1977.

**Semestre : 5****Unité d'enseignement : UEF 5.1 IGME 5.2****Matière : Mécanique des fluides 2****VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP :1h30)****Crédits : 5****Coefficient : 3****Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière constitue une suite à la mécanique des fluides 1, elle s'intéresse à la cinématique des fluides, l'analyse basée sur le concept du volume de contrôle et à l'analyse dimensionnelle et similitude.

**Connaissances préalables recommandées :**

MDF 1, Thermodynamique, Physique 1 et 2.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Cinématique des fluides****(6 Semaines)**

Systèmes de référence. Equation de continuité : forme différentielle. Notions de débit volumique et de débit massique. Ecoulements rotationnels et irrotationnels. Circulation et vorticité. Ecoulements irrotationnels ou à potentiel de vitesse. Ecoulements plans. Ecoulements potentiels élémentaires. Superposition d'écoulements simples. Méthode de superposition graphique.  l ments de la théorie potentielle complexe. Ecoulements potentiels élémentaires exprimés sous forme complexe. Méthode des transformations conformes

**Chapitre 2. Analyse basée sur le concept du volume de contrôle.****(6 Semaines)**

2.1 Conservation de la masse- équation de continuité. Dérivation de l'équation de continuité. Volume de contrôle fixe non déformable. Volume de contrôle non déformable en mouvement. Volume de contrôle déformable.

2.2 Deuxième loi de Newton- Equations linéaire de la quantité de mouvement et du moment de la quantité de mouvement. Dérivation de l'équation linéaire de la quantité de mouvement. Application de l'équation linéaire de la quantité de mouvement. Dérivation de l'équation linéaire du moment de la quantité de mouvement. Application de l'équation linéaire du moment de la quantité de mouvement.

**Chapitre 3. Analyse dimensionnelle et similitude****(3 Semaines)**

Introduction. Analyse dimensionnelle. Similitude. Applications.

**TP : Mécanique des fluides 2****Objectifs de l'enseignement :**

Mettre en évidence les techniques expérimentales de mesure en mécanique des fluides

**Connaissances préalables recommandées :**

Mécanique des fluides 1

**Contenu de la matière :****TP1 : Les écoulements en charge**

Les débitmètres dans les écoulements en charge (Le venturi & le diaphragme)  
 Vérification de l'équation de Bernoulli  
 Pertes de charge singulières

**TP2 : Les écoulements à surface libre**

Les débitmètres dans les écoulements à surface libre (Les déversoirs)  
 Vérification de l'équation de Manning strickler

**TP3 : Ecoulement autour d'un obstacle**

**TP4 : Impulsion d'un jet**

Action d'un jet d'eau sur des obstacles  
 L'écoulement à travers un orifice

**TP5 : Pertes de charge et profils de vitesse**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

- 1- R. Comolet, « Mécanique expérimentale des fluides », Editeur Masson, 1976, Tomes I, II et III.
- 2- R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, "Transport Phenomena", Wiley editor, 1960.
- 3- Rjucsh K. Kundu, I. M. Cohen, "Fluid Mechanics", 2nd Edition, Academic Press, 2002.
- 4- D. P. Kessler and R. A. Greenkorn, "Momentum, Heat, and Mass transfer: Fundamentals", M. Dekker, 1999.
- 5- T. C. Papanastasiou, G. C. Georgiou and A. N. Alexandrou, "Viscous fluid flow", CRC Press LLC, 2000.
- 6- G. Emanuel, "Analytical Fluid, Dynamics", 2nd edition, CRC Press, 2000.
- 7- R. W. Fox, A. T. Mc Donald and P. J. Pritchard, "Introduction to fluid mechanics", sixth edition, Wiley and son's editor, 2003.
- 8- G. K. Batchelor, FRS, "An Introduction to fluid dynamics", Cambridge University Press.
- 9- Fundamentals of fluid mechanics 6th edition Munsen, Young, Okiishi, Huebsch. John Wiley & Sons, Inc. 2009.
- 10- Fluid Mechanics, Frank M. White University of Rhode Island Seventh Edition Published by MC Graw-hill 2011.

**Semestre : 5****Unité d'enseignement : UEF 5.2 IGME 5.3****Matière : Transfert de Chaleur 2****VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)****Crédits : 5****Coefficient : 3****Objectifs de l'enseignement :**

Evaluer les flux convectés ou rayonnés dans différentes situations. Être capable de modéliser un problème thermique et de le résoudre dans des cas stationnaires et géométries simples. Être capable de faire le bon choix des matériaux pour toute application thermique.

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique, transfert de chaleurs<sup>1</sup> et mathématiques des années précédentes.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Suite des transferts par convection (5 Semaines)**

Résolution approchée des équations de la couche limite : Méthodes intégrales. Traiter complètement les cas de la plaque plane horizontale en convection forcée et celui de la plaque plane verticale en convection naturelle. Déduire les relations  $Nu=f(Re, Pr)$  et  $Nu=f(Gr, Pr)$ . Solution exacte de la convection forcée laminaire sur une plaque plane horizontale et plaque plane verticale en convection naturelle. Déduire les relations  $Nu=f(Re, Pr)$  et  $Nu=f(Gr, Pr)$ , comparer avec l'analyse approchée. Convection laminaire dans un cylindre. Hypothèses et résolution du problème. Déduction du Nusselt avec température imposée et flux imposé.

**Chapitre 2. Transfert de chaleur par rayonnement (6 Semaines)**

Introduction : Notions d'angle solide. Mécanisme du transfert radiatif de surface et de volume. Définitions et lois générales (Luminance, éclairement, intensité, émittance, ...). Formule de Bouguer, loi de Kirchhoff et loi de Draper. Le corps noir (CN). La loi de Planck. Flux émis par le CN dans une bande spectrale. La loi de Stefan-Boltzmann. Propriétés radiatives des surfaces et relations entre elles. Echanges radiatifs entre deux plans parallèles infiniment étendus séparées par un milieu transparent. Notions d'écran. Echange radiatif entre deux surfaces concaves noires. Notions de facteurs de forme. Relations de réciprocité. Règle de sommation. Règle de superposition. Règle de symétrie. Facteurs de forme entre surfaces infiniment longues. La méthode des cordes croisées. Flux perdu par une surface concave. Echanges radiatifs entre n surfaces quelconques formant une enceinte. Règles de l'enceinte pour les facteurs de forme. Méthode des éclairagements-radiosité pour évaluer les flux échangés. Analogie électrique en transfert radiatif. Echange radiatif entre surfaces séparées par un milieu semi-transparent (MST) émettant et absorbant, méthode simplifiée ne faisant pas intervenir l'équation de transfert radiatif. Propriétés radiatives des MST, calotte sphérique de Hottel. Emissivités et absorptivités des mélanges des MST gazeux.

**Chapitre 3. Echangeurs de chaleur et Chaudières : (4 Semaines)**

Notions sur les échangeurs : Classification – Différents types–Utilisations industrielles– Evolution des températures dans les échangeurs – Flux échangé– Coefficient global d'échange– Méthodes de calcul des échangeurs – Méthode de la différence de température logarithmique moyenne DTLM – Méthode du nombre d'unités de transfert NUT – Comparaison des deux méthodes. Chaudières : Différents types de chaudières - Etude des pertes – Efficacité.

## **TP : Transfert de chaleur 2**

### **Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant peut mettre en pratique les connaissances acquises en cours

### **Conert de chnaissances préalables recommandées :**

Transfert de chaleur 1

### **Contenu de la matière :**

- Transmission de la Chaleur par conduction
- Transmission de la Chaleur par convection
- Transmission de la Chaleur par rayonnement
- Héliothermie (Maison Thermique)
- Panneaux Photovoltaïques

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. J. F. Sacadura coordonnateur, « Transfert thermiques : Initiation et approfondissement », Lavoisier, 2015.
2. Kreith, F., Boehm, R.F., et. al., "Heat and Mass Transfer, Mechanical Engineering Handbook", Ed. Frank Kreith, CRC Press LLC, 1999.
3. A. Bejan and A. Kraus, "Heat Handbook Handbook", J. Wiley and sons 2003.
4. F. Kreith and M. S. Bohn, "Principles of Heat Transfer", 6th ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole, 2001.
5. Y. A. Cengel, "Heat transfer, a practical approach", Mc Graw Hill, 2002.
6. Y. A. Cengel, "Heat and Mass Transfer", Mc Graw Hill.
7. H. D. Baehr and K. Stephan, "Heat and Mass transfer", 2nd revised edition, Springer Verlag editor, 2006.
8. J. L. Battaglia, A. Kuzik et J. R. Puiggali, « Introduction aux transferts thermiques », Dunod, 2010.
9. De Giovanni B. Bedat, « Transfert de chaleur », Cépaduès, 2012.
10. J. P. Holman, "Heat Transfer", 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
11. F. P. Incropera and D. P. DeWitt, "Introduction to Heat Transfer". 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.
12. J. Taine, J. P. Petit, « Transfert de chaleur et mécanique des fluides anisothermes », Dunod, 1988.
13. M. F. Modest. "Radiative Heat Transfer", New York: McGraw-Hill, 2014.

14. R. Siegel and J. R. Howell, "Thermal Radiation Heat Transfer", 3rd ed. Washington, D.C.: Hemisphere, 2003.
15. N. V. Suryanaraya, "Engineering Heat Transfer", St. Paul, Minn.: West, 1995.
16. H. D. Baehr and K. Stephan, "Heat and Mass transfer", 2nd revised edition, Springer Verlag.

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UEF 5.2 IGME 5.4**

**Matière : Eléments de machines**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Fournir aux étudiants une formation scientifique et technologique dans le domaine de la construction mécanique et cela par la connaissance des éléments et pièces de machines standards, utilisés dans la construction des structures mécaniques, leur normalisation ainsi que la transmission mécanique de puissance.

**Connaissances préalables recommandées :**

Dessin Industriel, RDM, Fabrication mécanique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Introduction**

(2 Semaines)

Généralité (la Construction mécanique, Etude de la conception, Coefficient de sécurité, Normes, Economie, Fiabilité)

**Chapitre 2. Les assemblages filetés**

(3 Semaines)

Vis, Boulons, goujons, calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique, ...)

**Chapitre 3. Engrenages**

(3 Semaines)

Engrenage cylindrique (dentures droite et hélicoïdale), Engrenage conique (denture droite et hélicoïdale), vis sans fin.

**Chapitre 4. Arbres et axes**

(2 Semaines)

Calcul du diamètre préalable des axes et arbres, Vérification des arbres et axes à la fatigue.

**Chapitre 5. Transmission de mouvement (calcul et dimensionnement)**

(3 Semaines)

Paliers et butées lisses, Paliers et butées à roulements, Roues de friction, Courroies, Chaînes, ...

**Chapitre 6. Accouplements, embrayages et freins**

(2 Semaines)

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100%.

**Références bibliographiques :**

- 1- B. J. Morvan, « Les engrenages », Ed. : Delcourt G. Productions, 01/2004.
- 2- G. Henriot, "Les engrenages", Ed. : Dunod
  - A. Pouget, T. Berthomieu, Y. Boutron, E. Cuenot, « Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique », Ed. Hachette Technique.
- 3- R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. « Précis de Construction Mécanique », Tome 1, Projets-études, composants, normalisation, AFNOR, NATHAN, 2001.

- 4- R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu, « Précis de Construction Mécanique », Tome 3, Projets-calculs, dimensionnement, normalisation, AFNOR, NATHAN, 1997.
- 5- Y. Xiong, Y. Qian, Z. Xiong, D. Picard, « Formulaire de mécanique », Pièces de construction, EYROLLES, 2007.
- 6- J. L. FANCHON, « Guide de Mécanique », NATHAN, 2008.
- 7- F. ESNAULT, « Construction mécanique », Transmission de puissance, Tome 1, Principes et Eco-conception, DUNOD, 2009.
- 8- F. ESNAULT, « Construction mécanique », Transmission de puissance, Tome 2, Applications, DUNOD, 2001.
- 9- F. ESNAULT, « Construction mécanique », Transmission de puissance, Tome 3, Transmission de puissance par liens flexibles, DUNOD, 1999.
- 10- Bawin, V. et Delforge, C., « Construction mécanique », Edition originale : G. Thome, Liège, 1986.
- 11- M. Szwarcman, « Eléments de machines », édition Lavoisier, 1983.
- 12- W. L. Cleghorn, "Mechanics of machines", Oxford University Press, 2008.

**Semestre : 5****Unité d'enseignement : UEF 5.2 IGME 5.5****Matière : Moteurs à combustion interne****VHS : 90h00 (cours : 1h30 ; TD : 1h30, TP : 1h30)****Crédits : 5****Coefficient : 3****Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique et mathématiques.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Généralités****(2 Semaines)**

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

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

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

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

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

**Chapitre 4. Dynamique des moteurs alternatifs****(3 Semaines)**

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

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

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

**TP : Moteur à combustion interne 1****Objectifs de l'enseignement :**

Mettre en pratique les connaissances apprises en cours pour évaluer les performances des moteurs à combustion interne.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours moteurs à combustion interne.

**Contenu de la matière :**

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

- Etude des performances d'un moteur à combustion interne fonctionnant par le :
  - Diesel
  - Essence
  - GPL
- Analyse des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.
- Maintenance des moteurs à combustion interne.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. J. B. Heywood, "Internal Combustion Fundamentals", McGraw Hill Higher Education, 1989.
2. P. Arquès, « Conception et construction des moteurs alternatifs », Ellipse, 2000.
3. J-C. Guibet, « Carburants et moteurs », 1997.
4. P. Arquès, « Moteurs alternatifs à combustion interne (Technologie) », Masson édition, 1987.
5. U.Y. FaminGorban, A.I., Dobrovolsky V.V, Lukin A.I. et al., « Moteurs marins à combustion interne », Leningrad: Sudostrojenij, 1989, 344p.
6. W. Diamant, « Moteurs à combustion interne », ECAM, 1984.
7. M. Desbois, R. Armao, « Le moteur diesel, Edition Foucher », Paris, 1974.
8. M. Menardon, D. Jolivet, « Les moteurs, Edition Chotard », Paris, 1986.
9. M. Desbois, « L'automobile : T1 : les moteurs à 4 temps et à deux temps. T2 : Les organes de transmission et d'utilisation », Edition Chotard, 1989.
10. P. Arquès, « La combustion », Ellipses, Paris, 1987.
11. H. Memetau, « Techniques fonctionnelles de l'automobile : Le Moteur et ses auxiliaires », Dunod, Paris, 2002.

**Semestre : 5**  
**Unité d'enseignement UEM 5.1 IGME 5.6**  
**Matière : Organisation et méthodes de maintenance**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de base en maintenance, lois de probabilités.

**Contenu de la matière :**

- Chapitre 1: Organisation de la maintenance (3 semaines)**  
 Place de la maintenance dans la structure générale -Organisation interne de la maintenance -Moyens humains -Moyens matériels
- Chapitre 2 :Coûts de la maintenance : (6 semaines)**  
 -Composition des coûts -Analyse des coûts et méthode ABC - Entretien préventif optimal - Exemple de calcul de la MTBF- Optimisation du remplacement par l'utilisation du modèle des probabilités - Choix entre le maintien et le remplacement -Durée de vie économique -Déclassement de matériel.
- Chapitre 3 : Gestion des stocks et des approvisionnements (4 semaines)**  
 Catalogue du système, lire les schémas d'une installation,
- Chapitre 4 : Utilisation de l'outil informatique dans la maintenance (2 semaines)**  
 La gestion de maintenance assistée par ordinateur ; Introduction et exemple d'exécution.

**Mode d'évaluation:**

Examen : 100%.

**Références bibliographiques:**

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

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UEM 5.1 IGME 5.7**

**Matière : Maintenance préventive**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Eléments de machines, Transfert thermique et Electrotechnique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Les types de la maintenance préventive (2semaines)**

La maintenance systématique, la maintenance conditionnelle, la maintenance prévisionnelle.

**Chapitre 2 : Mise en œuvre de la maintenance préventive (4semaines)**

Définition du plan de maintenance préventive systématique, conditionnelle et prévisionnelle, définition et intégration des moyens de surveillance, planification et mise en œuvre du plan de maintenance préventive, exploitation des informations recueillies, mise à jour et optimisation du plan de maintenance préventive.

**Chapitre 3: Les différents niveaux de maintenance. (9semaines)**

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

**Mode d'évaluation:**

Examen : 100%.

**Références bibliographiques:**

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

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UED 5.1 IGME 5.8**

**Matière : Energies renouvelables**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs :**

- Comprendre les principes fondamentaux des différentes technologies de conversion d'énergie renouvelable.
- Analyser les avantages et les inconvénients des différentes sources d'énergie renouvelable.
- Évaluer les performances et l'impact environnemental des systèmes de conversion d'énergie renouvelable.
- Explorer les dernières avancées et les perspectives futures dans le domaine des énergies renouvelables.

**Contenu de la matière :**

**1. Introduction aux Énergies Renouvelables**

- Définition et importance des énergies renouvelables.
- Panorama des différentes sources d'énergie renouvelable : solaire, éolienne, hydraulique, biomasse, géothermie, etc.
- Enjeux énergétiques et environnementaux.

**2. Énergie Solaire**

- Technologie photovoltaïque : principes, matériaux, conception des systèmes PV.
- Systèmes solaires thermiques : chauffe-eau solaire, centrales thermiques solaires.
- Innovations récentes en technologie solaire.

**3. Énergie Éolienne**

- Principe de fonctionnement des éoliennes.
- Conception et optimisation des parcs éoliens.
- Nouvelles tendances et technologies émergentes dans le domaine éolien.

**4. Énergie Hydraulique**

- Fonctionnement des centrales hydroélectriques.
- Micro-hydroélectricité et hydroliennes.
- Défis et innovations dans l'hydroélectricité.

**5. Énergie de la Biomasse**

- Conversion de la biomasse en énergie : biogaz, biocarburants, combustion directe.
- Technologies de valorisation de la biomasse.
- Aspects environnementaux et durabilité de la biomasse.

**6. Énergie Géothermique**

- Principe de la géothermie haute et basse énergie.
- Applications de la géothermie : chauffage, production d'électricité.
- Développement et potentiel de la géothermie.

**7. Technologies de Stockage d'Énergie**

- Importance du stockage pour les énergies renouvelables intermittentes.

- Technologies de stockage : batteries, volant d'inertie, stockage thermique, hydrogène.
  - Innovations et perspectives dans le stockage d'énergie.
8. **Intégration des Énergies Renouvelables**
- Smart grids et gestion de l'énergie.
  - Modélisation et simulation de systèmes hybrides.
  - Politiques et régulations pour l'intégration des énergies renouvelables..
9. **Perspectives Futures et Recherches Actuelles**
- Dernières avancées scientifiques et technologiques dans le domaine des énergies renouvelables.
  - Défis et opportunités pour l'avenir des énergies renouvelables.
  - Rôle des énergies renouvelables dans la transition énergétique mondiale.

**Modalités d'évaluation:** Examen final

**Références bibliographiques :**

- [1] Alain, Bardet Luc. "Panneaux solaires photovoltaïques-Maison écologique, construction et habitat durable-Luc A. Bardet."(2016).
- [2] Green, Martin A. "Solar cells: operating principles, technology, and system applications." (1982).
- [3] Exercices et problèmes de conversion d'énergie : Tome 5, Energies renouvelables (1) : aérogénérateurs, gestion et stockage d'énergie. Michel Lavabre. Éditeur Casteilla, 2010
- [4] Sven Geitmann. "Énergies renouvelables & carburants alternatifs de nouvelles énergies pour l'avenir", Éditeur : KremmenHydrogeit-Verl. 2007.
- [5] Bernard Pellecier. "Énergies renouvelables et agriculture : perspectives et solutions pratiques" Éditeur Paris : France agricole, 2007.
- [6] Wind and Solar power System, Mukund R. Patel, editor of Solar Energy Journal published 2005.

**Semestre 5**

**Unité d'enseignement : UET 5.1 IGME 5.9**

**Matière : Anglais technique en relation avec la spécialité**

**VHS : 22h30 (cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Programme détaillé par matière du semestre 6**

**Semestre 6****Unité d'enseignement : UEF 6.1 IGME 6.1****Matière : Machines frigorifiques et pompes à chaleur****VHS : 90h00 (Cours : 1h30, TD : 3h00, TP : 1h30)****Crédits : 7****Coefficient : 4****Objectifs de l'enseignement :**

Apprendre les techniques de production du froid et des principaux éléments techniques utilisés dans ce vaste domaine.

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique, turbomachines, régulation, éléments de machines.

**Contenu de la matière :****Chapitre1. Généralités****(2 Semaines)**

Historique du froid, Cycle frigorifique de Carnot, Coefficient de performance du cycle de Carnot.

**Chapitre2. Cycle thermodynamique d'une machine frigorifique à compression de****vapeur****(4 Semaines)**

Représentation du cycle thermodynamique de base (sur un diagramme T-s et P-h), Représentation du cycle thermodynamique pratique (sur un diagramme T-s et P-h), Bilan thermique du cycle thermodynamique, Notion de Fluides frigorigènes, Etude des performances (COP,...), Applications industrielles du froid.

**Chapitre3. Composants d'une machine frigorifique à compression de vapeur****(3 Semaines)**

Compresseurs, Evaporateurs, Condenseurs, Organes de détente.

**Chapitre4. Autre type de machines frigorifiques****(3 Semaines)****(3 Semaines)**

Principe de fonctionnement d'une machine frigorifique à absorption, Cycle frigorifique à air.

**Chapitre5. Cycle thermodynamique d'une Pompe à Chaleur****(3 Semaines)**

Schéma fluide, Vanne d'inversion du cycle, Etude des performances (saison été et saison hiver), Différents types de pompes à chaleur (géothermique, etc.).

**TP machines frigorifiques et pompes à chaleur****Objectifs de l'enseignement :**

Connaître le comportement des machines frigorifiques sur le plan pratique, leurs performances et leurs limites.

**Connaissances préalables recommandées :**

Cours de Machines Frigorifiques et pompes à chaleur, Thermodynamique appliquée

**Contenu de la matière :**

*Intitulé de la spécialité :Energétique et Maintenance*

*Année: 2024 - 2025*

Prévoir quelques expériences en relation avec les machines frigorifiques et pompes à chaleur selon la disponibilité des moyens.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

- 1- H. Recknagel, E-R. Schramek, E. Sprenger, « Génie climatique », Dunod, 2013.
- 2- W. Maake, H.-J. Eckert, J.-L. Cauchepin, « Le Pohlmann - Manuel technique du froid », PYC Livres.
- 3- I. Desmons, « Aide-mémoire de l'ingénieur : Génie climatique », Dunod.
- 4- F. Meunier, D. Mugnier, « La climatisation solaire. Thermique ou photovoltaïque », DUNOD, 2013.
- 5- F. Meunier, P. Rivet, M-F. Terrier, « Froid industriel - 2ème édition », DUNOD, 2010.
- 6- Horst Herr, « Génie énergétique et climatique Chauffage, froid, climatisation », Dunod Tech 2014.

**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UEF 6.1 IGME 6.2**  
**Matière : Machines thermiques**  
**VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux étudiants de master énergétique. Les étudiants obtiendront les fondamentaux pour comprendre et analyser le fonctionnement de différents types de machines thermiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappel de thermodynamique technique (2 semaines)**

- Notions de variables d'états, équations d'états des gaz parfaits
- Premier principe de la thermodynamique
- Deuxième principe de la thermodynamique

**Chapitre 2 : Machines à cycles récepteurs (3 semaines)**

- Compresseurs (compresseurs alternatifs : compression monoétagée et multiétagée, rendements)
- Machines frigorifiques
- Pompe à chaleur

**Chapitre 3 : Cycles Idéaux des Moteurs à combustion interne (2 semaines)**

- Cycle à allumage commandé
- Cycle Diesel
- Cycle mixte

**Chapitre 4 : Turbine à gaz et turboréacteur (3 semaines)**

- Cycle de base,
- Autres cycles,
- Critères de performance et rendements

**Chapitre 5 : Turbine à vapeur (3 semaines)**

- Cycle de Rankine sans et avec surchauffe
- Cycle de Hirn
- Cycles à soutirage

**Chapitre 6 : Autres types de moteurs (2 semaines)**

- Moteurs Stirling
- Moteur Ericsson
- Moteur à air comprimé

**TP Machines thermiques :** selon disponibilité des moyens d'essais de machine thermique ou visites sur site des entreprises utilisant des machines thermiques

**Objectifs de l'enseignement :**

Les étudiants obtiendront les fondamentaux pour comprendre et analyser pratiquement le fonctionnement de différents types de machines thermiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

MDF, thermodynamique, machines thermiques.

**Contenu de la matière :** selon le matériel existant

1. Turbines et pompes hydrauliques
2. Turbine à vapeur et centrale thermique à flamme
3. Turbine à gaz et turbomoteurs
4. Moteurs à combustion externe : moteur de Stirling
5. Moteurs à combustion interne
6. Pompe à chaleur
7. Machines frigorifiques
8. Echangeurs de chaleur monophasiques
9. Générateurs de vapeur
10. l'analyse exergétique

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. *Thermodynamique technique, volumes 1,2 et 3, Maurice Bailly- Bordas Paris –Montréal 1971.*
2. *Machines thermiques, EmilianKoller, collection technique et ingénierie Dunod, 2005*
3. *Thermodynamique des systèmes fluides et des machines thermiques :Principes, modèles et applications, FOHR Jean-Paul, Lavoisier 2010*

**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UEF 6.2 IGME 6.3**  
**Matière : Installations énergétiques solaires et thermiques**  
**VHS : 67h30 (cours: 01h30, TD : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce module assure aux étudiants l'ensemble des connaissances sur les installations solaires thermiques à basses, moyennes et hautes températures ainsi la maîtrise des calculs de performances et de dimensionnements de ces derniers.

**Connaissances préalables recommandées :**

Energies renouvelables, transfert thermique, thermodynamique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Généralités sur l'énergie solaire (2 semaines)**

Définitions, source et gisement, exploitation, le rayonnement solaire, modes de conversion, stockage, calculs relatifs...etc.

**Chapitre 2 : Les installations solaires à basses températures (3 semaines)**

Définitions, principe de fonctionnement, les capteurs solaires plans à air, les capteurs solaires plans à eau, les séchoirs solaires, maintenance des systèmes, calculs relatifs.

**Chapitre 3 : Les installations solaires à moyennes températures (3 semaines)**

Définitions, principe de fonctionnement, les capteurs solaires à caloduc, les capteurs solaires cylindro-paraboliques, calculs relatifs.

**Chapitre 4 : Les installations solaires à hautes températures (3semaines)**

Définition, principe de fonctionnement, les capteurs solaires paraboliques, calculs relatifs.

**Chapitre 5 : Les centrales solaires (2 semaines)**

Présentations, principe de fonctionnement des centrales solaires cylindro-paraboliques, les centrales solaires hybrides.

**Chapitre 6 : Maintenance et fiabilité des installations solaires thermiques (2 semaines)**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**TP : : Installations énergétiques solaires et thermiques**

**Objectifs de l'enseignement :**

Selon les moyens disponibles, l'enseignant devra renforcer les connaissances théoriques apportées au cours par des manipulations pratiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Module Installations énergétiques solaires et thermiques.

**Contenu du TP :**

1. Etude des performances d'un capteur solaire plan thermique :
  - À air
  - À eau
2. Etude des performances d'un capteur solaire cylindro-parabolique
3. Etude des performances d'un capteur solaire parabolique
4. Simulation d'une panne et maintenance

**Références bibliographiques :**

5. John A. Duffie William A. Beckman "Solar Engineering of Thermal Processes" Fourth Edition Solar Energy Laboratory University of Wisconsin-Madison, 2013

**Semestre 6****Unité d'enseignement : UEF 6.2 IGME 6.4****Matière : Echangeurs de chaleur****VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)****Crédits : 4****Coefficient : 2****Objectifs de l'enseignement :**

Maitriser le calcul des échangeurs de chaleur en régimes permanent et variable.

**Connaissances préalables recommandées :**

Transferts de chaleur, thermodynamique, construction mécanique

**Contenu de la matière :****Introduction.****Chapitre 1** Classification des Echangeurs de chaleur.**Chapitre 2** Méthodes de calcul thermique des échangeurs de chaleur**Chapitre 3** Coefficient d'échange convectif sans changement de phases dans les échangeurs de chaleur.**Chapitre 4** Coefficient d'échange convectif en transfert avec changement de phase.**Chapitre 5** Coefficient d'échange global et conductance globale d'un échangeur**Chapitre 6** Performances et calcul des échangeurs de chaleur.**Chapitre 7** Technologie des échangeurs de chaleur.**Chapitre 8** Optimisation et intégration énergétique des flux de chaleur dans les réseaux d'échangeurs.**Travaux pratiques : Selon les moyens et disponibilités de l'établissement****Mode d'évaluation : Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.****Références bibliographiques:**

1. C. Bougriou, Calculs et technologie des échangeurs, Office des Publications Universitaires, 2010.
2. D.Q. Kern, Process heat transfer. McGraw-Hill: New York, 1984.
3. A.P. Frass, et M.N. Ozisik, Heat exchangers design, John Wiley, 1965.
4. V. Afgan, et E.U. Shlunder, Heat exchangers; Design and theory, McGraw-Hill: New York, 1974.
5. J.G. Vollier, Collier, Convective boiling and condensation heat transfer. McGraw-Hill: New York, 1981.
6. J. Padet, Echangeurs de chaleurs thermiques. Méthodes globales de calcul avec 11 problèmes résolus. Elsevier, 1994.
7. A. Bejan, Heat transfer, New-York. Wiley, 2003.
8. F. Incropera, Fundamentals of heat and mass transfer, 7<sup>th</sup> edition New-York. Wiley, 2011.



**Semestre : 6**  
**Unité d'enseignement : UEF 6.2 IGME 6.5**  
**Matière : Chauffage et climatisation**  
**VHS : 45h (cours : 01h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le contenu de cette matière permet de donner aux étudiants les notions et les outils nécessaires pour le dimensionnement des installations de chauffage et de climatisation.

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique, transfert thermique, mécanique des fluides

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Rappel de thermodynamique et transfert thermique (1 semaine)**

- Notions générales de thermodynamique
- Modes de transfert thermiques

**Chapitre 2 : Thermique du bâtiment (2 semaines)**

- Réglementation thermique Algérienne (documents DTR)
- Besoins thermiques
- Isolation thermique

**Chapitre 3 : Principes généraux du chauffage (5 semaines)**

- Calcul des déperditions thermiques
- Production de chaleur
- Distribution et émission

**Chapitre 4 : Principe généraux en climatisation (5 semaines)**

- Calcul des apports thermiques
- Systèmes de climatisation et réseaux de distribution
- Air humide et diagramme h-x
- Production du froid

**Chapitre 5 : Régulation des systèmes (1 semaine)**

**Chapitre 6 : Equipement à énergie renouvelables (1 semaine)**

**Travaux pratiques : Selon les moyens et disponibilités de l'établissement**

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

**Références bibliographiques :**

1. Traité de chauffage et de climatisation, H. Rietschel et W. Raiss, Dunod 1993
2. Pratique du chauffage, J. Bossard et J. Hrabovsky, Dunod 2014

**Semestre 6****Unité d'enseignement : UEM 6.1 IGME 6.6****Matière : Stage en entreprise****VHS : volume horaire hors quota****Crédits : 1****Coefficient : 1**

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

Projet tutoré 1 : visite chantier (découverte)

Projet tutoré 2 : séminaire, journée d'étude

Projet tutoré 3 : Mini projet 1 (avec présentation)

Projet tutoré 4 : Mini projet 2 (avec présentation)

Projet tutoré 5 : Visite chantier (chaîne de production)

Projet tutoré 6 : Présentation individuelle (sur l'un des sujets cités).

**Sujets :**

- Management de la qualité
- Eco Energétique
- Control non destructif
- Maintenance des systèmes de Chauffage et climatisation
- Maintenance des machines tournantes
- Risques industriels et techniques de sécurité
- Facteurs humains
- Création d'entreprise et démarches
- Introduction à l'intelligence artificielle
- Traitement des eaux et dessalement

Introduction à l'innovation

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : UEM6.1 IGME 6.7**

**Matière : Diagnostique et gestion des pannes**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de base en maintenance, connaissance des installations énergétiques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Diagnostic et Détection des pannes (2 semaines)**

Introduction au diagnostic, l'expertise et le pronostic.

**Chapitre 2 : Détection des anomalies (4 semaines)**

Usure et lubrification, graissage, corrosion et état de surface.

**Chapitre 3 : La gestion des pannes (3 semaines)**

La détection et la gestion des pannes dans une installation mécanique ou énergétique, le diagnostic, le pronostic et l'intervention sur un système.

**Chapitre 4 : Suivi de maintenance (4 semaines)**

Fiche de suivi de maintenance, fiche de signalement, fiche historique. Documents techniques des systèmes énergétiques, lire et/ou rédiger un rapport technique de maintenance

**Chapitre 5 : Utilisation de l'outil informatique dans le DGP (2 semaines)**

Initiation aux outils de gestion de maintenance assistée par ordinateur ; Introduction et exemple d'exécution.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100%.

**Références bibliographiques :**

1- *Jean-Claude Francastel, Ingénierie de la maintenance : De la conception à l'exploitation d'un bien, Editeur(s) : Dunod, L'Usine Nouvelle, Collection : Technique et ingénierie - Gestion industrielle, 2009.*

2- F.Castellazi, D.Cogniel, Y.Gangloff: Memotech maintenance industrielle. Edition ELeducalivre

**Semestre 6****Unité d'enseignement : UED6.1 IGME 6.8****Matière : Logistique et gestion des stocks****VHS : 22h30 (cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1****Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours devrait initier les étudiants (es) à :

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : La chaîne logistique****(4 semaines)**

## - Introduction

L'évaluation de la performance d'une chaîne logistique : la chaîne logistique inversée, La chaîne logistique verte

## - Les modèles de prévisions

Séries chronologiques, indices saisonniers, impact sur le processus de planification

## - Les décisions de localisation des dépôts et leur aménagement interne

La localisation d'un dépôt, la comparaison de la localisation de plusieurs dépôts, le choix d'une localisation à travers un réseau

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

- Quantités à commander lors d'une commande, demande et/ou délai de fabrication/livraison constants et/ou variables

- Stocks de sécurité SS, coût de pénurie, niveaux de service, critères de sélection

- Points clés de la mise en lots (Batching)

- Détermination de la taille des lots avec des produits multiples

- Escomptes de quantité (Quantity Discounts)

- Newsboy Modèle

- Simulation

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

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

**Chapitre 4 : Le transport (2 semaines)**

- Les modèles de transport direct
- Les modèles transbordement

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

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

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

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

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques :**

1. Volume obligatoire : Lakhal, Salem Y. (2003), Management Inventories in a Supply Chain : Strategy, Planning and Models, édité chez Prentice Hall. ISBN : 0-536-77504-4
2. Logiciels : a. Fichiers Excel, par C.DesRochers, disponible sur réseau au besoin b. Logiciels spécialisés au besoin (WinQSB, Crystal Ball, Simulation,).

**Semestre 6****Unité d'enseignement : UET 6.1 IGME 6.9****Matière : Introduction à la propriété industrielle****VHS : 22h30 (cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1****Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

**Contenu de la matière :**

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

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques**

Comprendre la propriété industrielle, ISBN : 978-92-805-2589-2. Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle.

<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/>

**Semestre 6****Unité d'enseignement : UET 5.1 IGME 6.10****Matière : Entrepreneuriat et management d'entreprise****VHS : 22h30 (cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficient : 1****Objectifs de l'enseignement:**

- Se préparer à l'insertion professionnelle en fin d'études ;
- Développer les compétences entrepreneuriales chez les étudiants ;
- Sensibiliser les étudiants et les familiariser avec les possibilités, les défis, les procédures, les caractéristiques, les attitudes et les compétences que requiert l'entrepreneuriat ;
- Préparer les étudiants pour qu'ils puissent, un jour ou l'autre, créer leur propre entreprise ou, du moins, mieux comprendre leur travail dans une PME.

**Connaissances préalables recommandées:**

Aucune connaissance particulière, sauf la maîtrise de la langue d'enseignement.

**Compétences visées :**

Capacités d'analyser, de synthétiser, de travailler en équipe, de bien communiquer oralement et par écrit, d'être autonome, de planifier et de respecter les délais, d'être réactif et proactif. Être sensibilisé à l'entrepreneuriat par la présentation d'un aperçu des connaissances de gestion utiles à la création d'activités.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 –Préparation opérationnelle à l'emploi : (2 Semaines)**

Rédaction de la lettre de motivation et élaboration du CV, Entretien d'embauche, ..., Recherche documentaire sur les métiers de la filière, Conduite d'interview avec les professionnels du métier et Simulation d'entretiens d'embauches.

**Chapitre 2 - Entreprendre et esprit entrepreneurial : (2 Semaines)**

Entreprendre, Les entreprises autour de vous, La motivation entrepreneuriale, Savoir fixer des objectifs, Savoir prendre des risques

**Chapitre 3 - Le profil d'un entrepreneur et le métier d'Entrepreneur : (3 Semaines)**

Les qualités d'un entrepreneur, Savoir négocier, Savoir écouter, La place des PME et des TPE en Algérie, Les principaux facteurs de réussite lors de la création d'une TPE/PME

**Chapitre 4 - Trouver une bonne idée d'affaires : (2 Semaines)**

La créativité et l'innovation, Reconnaître et évaluer les opportunités d'affaires

**Chapitre 5–Lancer et faire fonctionner une entreprise : (3 Semaines)**

Choisir un marché approprié, Choisir l'emplacement de son entreprise, Les formes juridiques de l'entreprise, Recherche d'aide et de financement pour démarrer une entreprise, Recruter le personnel, Choisir ses fournisseurs

**Chapitre 6 - Elaboration du projet d'entreprise :****(3 Semaines)**

Le Business Model et le Business Plan, Réaliser son projet d'entreprise avec le Business Model Canevas

**Mode d'évaluation :** Examen : 100%

**Références :**

- FayolleAlain, 2017. Entrepreneuriat théories et pratiques, applications pour apprendre à entreprendre.Dunod, 3e éd.
- LégerJarniou, Catherine, 2013, Le grand livre de l'entrepreneur. Dunod, 2013.
- PlaneJean-Michel, 2016, Management des organisations théories, concepts, performances. Dunod, 4ème éd.
- LégerJarniou, Catherine, 2017, Construire son Business Plan. Le grand livre de l'entrepreneur. Dunod,.
- Sion Michel, 2016, Réussir son business Méthodes, outils et astuces plan.Dunod ,4èmeéd.
- Patrick Koenblit, Carole Nicolas, Hélène Lehongre, Construire son projet professionnel, ESF, Editeur 2011.
- Lucie Beauchesne, Anne Riberolles, Bâtir son projet professionnel, L'Etudiant 2002.
- ALBAGLI Claude et HENAULT Georges (1996), La création d'entreprise en Afrique, ed EDICEF/AUPELF ,208 p.

## Programme détaillé par matière du semestre 7

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UEF 7.1 IGME 7.1**  
**Matière : Cryogénie**  
**VHS : 45h00 (Cours : 01h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

### Objectifs de l'enseignement :

Comprendre le fonctionnement des procédés de liquéfaction des gaz ;  
 Savoir faire le calcul des bilans énergétiques et des performances des différents procédés utilisés en liquéfaction ;  
 Savoir déterminer les paramètres de travail des fluides cryogéniques.

### Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique  
 - Conversion d'énergie  
 - Mécanique des fluides.

### Contenu de la matière :

#### **CHAPITRE 1 : RAPPEL SUR LES PRINCIPAUX PROCESSUS D'OBTENTION DES BASSES TEMPERATURES (02 semaines)**

- 1.1 Détente Joule-Thomson, détente isentropique, processus échappement...
- 1.2 Notion de température d'inversion d'un gaz
- 1.3 Courbe d'inversion d'un gaz (diagramme (T, P))
- 1.4 Coefficient isenthalpique d'étranglement
- 1.5 Coefficient isentropique d'étranglement

#### **CHAPITRE 2 : PROCÉDES DE LIQUEFACTION DES GAZ (04 semaines)**

- 2. 1 Généralités sur la liquéfaction des gaz
  - 2.1.1 Importance et utilisation des gaz liquéfiés
  - 2.1.2 Historique des expériences sur les gaz
- 2.2 Liquéfaction par détente Joule-Thomson
  - 2.2.1 Procédé de Linde
  - 2.2.2 Procédé de Linde avec refroidissement préalable du gaz de travail
  - 2.2.3 Procédé de Linde à étranglement double

#### **CHAPITRE 3 CYCLES CRYOGENIQUES A DETENTE DES GAZ DANS LES DETENDEURS (02 semaines)**

- 3.1 Détente des gaz dans les détendeurs au niveau initial de température (à la sortie du compresseur)
- 3.2 Branchement du détendeur au niveau intermédiaire de température

3.3 Branchement du détendeur au niveau inférieur de température (sortie évaporateur)

#### **CHAPITRE 4 CYCLES CRYOGENIQUES COMBINES**

**(02 semaines)**

4.1 Combinaison de la détente isenthalpique et de la détente isentropique sur un même procédé

4.2 Avantages du cycle combiné

#### **CHAPITRE 5 : ETUDE DES INSTALLATIONS DE LIQUEFACTION DES GAZ INDUSTRIELS**

**(04 semaines)**

5.1 Installations de liquéfaction de l'azote et de l'oxygène

5.2 Procédés de liquéfaction du gaz naturel (G.N.L)

5.3 Liquéfaction de l'Hydrogène

5.4 Liquéfaction de l'Hélium

**TP : Cryogénie Selon disponibilité des moyens de TP**

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Pierre Petit : Séparation et liquéfaction des gaz. Technique de l'ingénieur. J3600 ;
2. Olivier Perrot : Cours des machines frigorifiques. I.U.T. de Saint Omer Dunkerque. Département Génie thermique et énergie. 2010 – 2011.
3. CRYOGENIC ENGINEERING Second Edition Revised and Expanded Thomas M. Flynn CRYOCO, Inc. Louisville, Colorado, U.S.A.2005.

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UEF 7.1 IGME 7.2**  
**Matière : Combustion**  
**VHS : 67h30 (cours : 1h30, TD :1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Introduire les étudiants au domaine de la combustion, l'étudiant apprendra à calculer les propriétés des mélanges gazeux, les pouvoirs calorifiques des hydrocarbures ainsi que la température adiabatique des flammes. Aussi, des notions sur l'équilibre chimique, la cinétique chimique et les différents types de flammes seront enseignées.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique (premier principe et enthalpie, deuxième principe et entropie)

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Rappels et notions fondamentales de la combustion (3 semaines)**

- 1.1 Types de carburants et combustibles : solides, liquides et gazeux, propriétés physiques et chimiques, indice d'octane, indice de cétane.
- 1.2 Enthalpie de réaction et enthalpies sensibles
- 1.3 Mélanges gazeux, Stœchiométrie, richesse et coefficient d'excès d'air
- 1.4 Réactions de combustion
- 1.5 Pouvoir calorifique : Calcul du PCI et PCS

#### **Chapitre 2 : Thermochimie (3 semaines)**

- 2.1 Température adiabatique de la flamme à volume constant et à pression constante
- 2.3 Calcul de la température d'une chambre de combustion
- 2.4 Constantes d'équilibre et vitesses des réactions
- 2.5 Cinétique de la combustion

#### **Chapitre 3 : Equations des écoulements réactifs (2 semaines)**

- 3.1 Conservation de la masse, de la quantité de mouvement, de l'énergie et des espèces chimiques
- 3.3 Termes de production chimique et thermique

#### **Chapitre 4 : Flammes laminaires de prémélange et de diffusion (3 semaines)**

- 4.1 Définition des flammes de prémélange et exemples d'application
- 4.2 Structure et vitesse des flammes de prémélange
- 4.3 Théorie et cinétique des flammes laminaires de prémélange
- 4.5 Définition des flammes de diffusion et exemples d'application
- 4.6 Structure des flammes de diffusion
- 4.7 Formulation mathématique pour les flammes laminaires

#### **Chapitre 5 : Effets de la combustion sur l'environnement (2 semaines)**

- 5.1 Rôle des sources de combustion dans la pollution atmosphérique
- 5.2 Oxydes d'azote : types, formation, NO thermique, NO précoce, NO provenant du carburant, calcul du taux de production
- 5.3 Oxydes de carbone : CO, CO<sub>2</sub>
- 5.4 Hydrocarbures imbrulés et suies
- 5.5 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

5.6 Quelques méthodes de contrôle et de réduction des polluants

## **Chapitre 6 : Flammes turbulentes (2 semaines)**

6.1 Auto-inflammation et propagation

6.2 Flammes turbulentes de prémélange

6.3 Quelques modèles de combustion prémélangée

6.4 Flammes turbulentes de diffusion

6.5 Quelques modèles de combustion non-pré mélangée

6.6 Régimes de combustion et diagrammes de la combustion turbulente

### **Mode d'évaluation:**

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

### **Références bibliographiques :**

1. *Stephen Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications 3rd Edition ISBN-13: 978-0073380193*
2. *Kenneth Kuan-yunKuo, Principles of Combustion 2nd Edition ISBN-13: 978-0471046899*
3. *Warnatz J, Maas U, Dibble RW. Combustion. 3<sup>rd</sup> ed. Springer Berlin Heidelberg New York; 2006.*
4. *El Mahallawi F, El Din Habik S, Fundamentals and Technology of combustion, Elsevier 2002, ISBN- 0-08-044 108-8*

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UEF 7.1 IGME 7.3**  
**Matière : Le séchage thermique**  
**VHS : 22h30 (cours : 01h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le but de la matière est de présenter les principes théoriques du séchage thermique, comprenant mécanismes, équations de transfert de masse et de chaleur, courbes de séchage et diagrammes de l'air humide. Les techniques du séchage thermique sont liés aux lois thermodynamiques et aux principes de transferts de masse et de chaleur ce qui permet à l'étudiant d'appliquer ses connaissances prérequis pour résoudre des problèmes de séchage dans les différents secteurs: Agro-alimentaire, textile, papier, matériaux de construction,...

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique, Transfert de masse et de chaleur

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1: Rappels sur l'air humide:** Humidité absolue, humidité relative, température sèche, température humide, point de rosée, enthalpie, mélange d'airs humides, diagramme d'air humide  
**(2 semaines)**

**Chapitre 2: Théorie de séchage:** Terminologie du séchage, Mécanismes intervenant au cours du séchage  
**(3 semaines)**

**Chapitre 3: Principes de calcul des sècheurs:** Mode de détermination des paramètres de calcul, Calcul et dimensionnement d'un sécheur à bande transporteuse, Calcul et dimensionnement d'un sécheur pneumatique, Calcul d'un sécheur rotatif, Calcul d'un sécheur à lit fluidisé  
**(5 semaines)**

**Chapitre 4: Appareillages et Procédés de séchage:** Séchage des produits solides, Séchage des produits pâteux, Séchage des produits liquides, Définition d'un sécheur, Dispositifs annexes nécessaires au fonctionnement d'un sécheur  
**(5 semaines)**

**Mode d'évaluation : Examen : 100%.**

**Références bibliographiques :**

1. Mujumdar A. S., *Handbook of industrial drying*, Marcel Dekker, New-York, 1987.
2. Nadeau J.-P., Puiggali J.-R., *Séchage: des processus physiques aux procédés industriels*, 307p., Tec et Doc, Paris, 1995.
3. Catherine BONAZZI, Jean-Jacques BIMBENET, *Séchage des produits alimentaires- Principes, Techniques de l'ingénieur*, f3000, 2003
4. Catherine BONAZZI, Jean-Jacques BIMBENET, *Séchage des produits alimentaires- Appareils et applications, Techniques de l'ingénieur*, f3002, 2008
5. Jean VASSEUR, *Séchage industriel: principes et calcul d'appareils- Autres modes de séchage que l'air chaud, partie 1, Techniques de l'ingénieur, Techniques de l'ingénieur*, j2453, 2011
6. Jean VASSEUR, *Séchage industriel: principes et calcul d'appareils- Séchage convectif par air chaud (partie 2), Techniques de l'ingénieur*, j2452, 2010
7. André CHARREAU, Roland CAVAILLÉ, *Séchage. Théorie et calculs, Techniques de l'ingénieur*, j2480, 1995

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UEF 7.2 IGME 7.4**  
**Matière : Dynamique des gaz**  
**VHS : 90h00 (cours : 1h30, TD : 3h00, TP : 1h30)**  
**Crédits : 7**  
**Coefficient : 4**

**Objectifs de l'enseignement :**

La dynamique des gaz est un domaine très vaste qui a pour objectif théorique, l'étude des écoulements compressibles à grandes vitesses. Ces types d'écoulements sont le plus souvent rencontrés dans le domaine pratique de l'industrie aéronautique et spatiale. Le présent module traite seulement l'approche monodimensionnelle des écoulements compressibles des gaz parfait

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique et mécanique des fluides

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction à la Gazodynamique (1 semaine)**

1. Concepts et relations thermodynamiques
2. Relations isentropiques d'un gaz parfait
3. Compressibilité et propagation des ondes sonores
4. Expression générale de la vitesse du son
5. Nombre de Mach et ondes de Mach
6. Ecoulements subsonique, transsonique, supersonique et hypersonique

**Chapitre 2 : Ecoulement Isentropique 1D en Conduit à Section Variable (5 semaines)**

1. Équations de base (continuité, quantité du mouvement, énergie)
2. Lois générales de l'écoulement isentropique : état générateur et état critique
3. Ecoulement 1D dans une conduite de section variable et théorème d'Hugoniot
4. Étude d'un écoulement dans une tuyère : convergente et convergente-divergente
5. Aperçu sur les diffuseurs subsoniques et supersoniques

**Chapitre 3 : Ondes de Choc (4 semaines)**

**I- Ondes de Choc Normales**

1. Équations de base (continuité, quantité du mouvement, énergie) et relation de Prandtl
2. Relations de l'onde de choc normale en fonction du nombre de mach
3. Cas limites : ondes de choc faibles, ondes de choc fortes
4. L'onde de choc normale mobile
5. Tube de Pitot en supersonique

**II. Ondes de Choc Obliques**

1. Notion sur les ondes de choc obliques
2. Equations de base et relation de Prandtl
3. Réflexion des ondes obliques

**Chapitre 4 : Ecoulement Non Isentropique 1D en Conduit à Section Constante (5 semaines)**

**I. Ecoulementadiabatique avec frottement : *Ecoulement de Fanno***

1. Analyse de l'écoulement de Fanno et équations de base
2. Variation des caractéristiques d'écoulement en fonction du nombre de Mach

3. Coefficient du frottement et variation d'entropie
4. Onde de choc dans l'écoulement de Fanno

## **II. Ecoulement sans frottement et avec échange de chaleur : *Ecoulement de Rayleigh***

1. Analyse de l'écoulement de Rayleigh et équations de base
2. Variation des caractéristiques d'écoulement en fonction du nombre de Mach
3. Variation d'entropie

## **III. Ecoulement avec frottement et avec échange de chaleur**

### **Écoulement isotherme avec frottement**

### **TP Dynamique des gaz : Objectifs de l'enseignement :**

Visualisation et calculs expérimentaux des notions apprises lors du cours.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Cours Dynamique des gaz.

### **Contenu de la matière :**

Selon le matériel disponible, réaliser quelques expériences en relation avec le cours.

### **Mode d'évaluation:**

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

### **Références bibliographiques :**

- 1- Patrick Chassaing. *Mécanique des Fluides*, 3<sup>ème</sup> édition, Cépaduès, Toulouse, 2010.
- 2- André Lallemand. *Écoulement monodimensionnel des fluides Compressibles, Techniques de l'ingénieur Génie énergétique*, B- 8- 165
- 3- F. M. White. *Fluid Mechanics*, 5th edition, McGraw-Hill, New York, 2003.
- 4- R. W. Fox and A. T. McDonald. *Introduction to Fluid Mechanics*, 5th edition, New York: Wiley, 1999.
- 5- J. D. Anderson. *Modern Compressible Flow with Historical Perspective*, 3rd edition, New York: McGraw-Hill, 2003.
- 6- H. Liepmann and A. Roshko. *Elements of Gas Dynamics*, Dover Publications, Mineola, NY, 2001.
- 7- Genick Bar-Meir, *Fundamentals of Compressible Fluid Mechanics*, Minneapolis, MN 55414-2411, 2009
- 8- Robert d. Zucker, Oscar Biblarz, *Fundamentals Of Gas Dynamics*, JOHN WILEY & SONS, 2002
- 9- Patrick Oosthuizen, William Carrascallan, *Compressible Fluid Flow*, McGraw-Hill, 1997
- 10- Klaus Hoffmann, *Computational Fluid Dynamics, Volume II, EES*, 4<sup>th</sup> edition, 2000

**Semestre :7**

**Unité d'enseignement : UEF 7.2 IGME 7.5**

**Matière : Mécanique des fluides approfondie**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le but de la matière est de développer les connaissances de base de l'étudiant. La spécialité énergétique est étroitement liée à la phénoménologie des écoulements visqueux et turbulents observés dans les systèmes énergétiques, leur compréhension et analyse sont indispensables. L'imprégnation de l'étudiant des lois et modèles physiques et mathématiques de ces écoulements souvent complexes est un des fondamentaux de la spécialité dans l'acquisition d'un enseignement consistant nécessaire pour la recherche.

**Connaissances préalables recommandées :**

Base de Mécanique des fluides

Les mathématiques

Les méthodes numériques

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Dynamique des fluides et équations de transport :** description du mouvement, tenseurs, dérivée particulaire, transport d'un volume infinitésimal, bilan de masse, de quantité de mouvement et d'énergie, fluides visqueux, équations de Navier-Stokes, éléments de rhéologie... **(4 semaines)**

**Chapitre 2 : Fluide parfait et ses applications :** écoulements potentiels, ondes d'interfaces **(2 semaines)**

**Chapitre 3 : Dynamique des fluides réels :** écoulement unidirectionnels, écoulement de Stokes, écoulement à faible vitesse, à faible nombre de Reynolds, lubrification hydrodynamique... **(3 semaines)**

**Chapitre 4 : Couches limites :** développement de la couche limite, solutions approchées, équation de Van Karman,... **(2 semaines)**

**Chapitre 5 : Ecoulements turbulents :** champ moyen et fluctuations, équations de Reynolds, modèle de Boussinesq, modèle de la longueur de mélange de Prandtl, échelles de turbulence, modèles de turbulence K- $\epsilon$ , K- $\omega$ , SST... **(4 semaines)**

**TP MDF Mécanique des fluides approfondie**

**Objectifs de l'enseignement :**

Étude des pertes de charge en régime laminaire et turbulent, identification du nombre de Reynolds de transition, Mise en évidence d'une perte singulière. Comparaison des lois de pertes obtenues avec celles de la bibliographie. Descriptions des principaux organes hydrauliques : vannes, débitmètres, pompes. Sensibilisation à la régulation. Bilans globaux d'énergie et calcul de rendement d'un réseau.

**Connaissances préalables recommandées :**

MDF, thermodynamique méthodes numériques.

**Contenu de la matière :** selon le matériel existant

Illustrer pratiquement les connaissances acquises dans le cours de Mécanique des fluides.

1. Mesure de débit
2. Viscosité
3. Etude Du Centre De Poussée
4. Statique Des Fluides
5. Écoulement autour d'un obstacle
6. Impulsion d'un jet
7. Pertes de charge et profils de vitesse
8. Etude de l'influence du champ de pression sur un palier hydrodynamique
9. Effet de l'inclinaison d'un patin plan sur la distribution de la pression

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

- 1- Inge L. Ryhming, *Dynamique des fluides*, Presse Polytechniques et Universitaire Romandes.
- 2- P. Chassaing, *Turbulence en mécanique des fluides*, CEPADUES- Editions
- 3- R. Comolet, *Mécanique expérimentale des fluides, Tome II, dynamique des fluides réels, turbomachines*, Editions Masson, 1982.
- 4- T. C. Papanastasiou, G. C. Georgiou and A. N. Alexandrou, *Viscous fluid flow*, CRC Press LLC, 2000.
- 5- Adil Ridha, *Cours de Dynamique des fluides réels, M1 Mathématiques et applications : spécialité Mécanique*, Université de Caen, 2009.
- 6- R. W. Fox, A. T. Mc Donald and P. J. Pritchard, *Introduction to fluid mechanics, sixth edition*, Wiley and sons editor, 2003
- 7- Hermann Schlichting, *Boundary layer theory*, McGraw Hill book Company.
- 8- W.P. Graebel, *Advanced fluid mechanics*, Academic Press 2007.
- 9- H. Tennekes and J. L. Lumley, *A first course in turbulence*, The MIT Press 1972

**Semestre 7****Unité d'enseignement : UEM 7.1 IGME 7.6****Matière : Projet personnel professionnel****VHS : volume horaire hors quota****Crédits : 2****Coefficient : 1****UE Découverte (S7) Projets tutorés :**

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

Projet tutoré 1 : visite chantier (découverte)

Projet tutoré 2 : séminaire, journée d'étude

Projet tutoré 3 : Mini projet 1 (avec présentation)

Projet tutoré 4 : Mini projet 2 (avec présentation)

Projet tutoré 5 : Visite chantier (chaîne de production)

Projet tutoré 6 : Présentation individuelle (sur l'un des sujets cités).

**Sujets :**

- Management de la qualité
- Eco Energétique
- Control non destructif
- Maintenance des systèmes de Chauffage et climatisation
- Maintenance des machines tournantes
- Risques industriels et techniques de sécurité
- Facteurs humains
- Création d'entreprise et démarches
- Introduction à l'intelligence artificielle
- Traitement des eaux et dessalement

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UEM 7.1 IGME 7.7**  
**Matière : usinage conventionnel et technique de soudage**  
**VHS : 45h (Cours : 1h30, TP : 3h00)**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 3**

**Pré requis : connaissances préalables**

Dessin industriel, CAO, métrologie dimensionnelle

**Objectifs :**

Connaitre les différents procédés conventionnels d'usinage. Pouvoir designer les procédés d'usinage nécessaires pour la fabrication d'une pièce mécanique quelconque

Contenu de la matière:

**Chapitre I-Notions fondamentales de la fonderie**

1.1. Moulage par sable. 1.2. Moulage par coquille

**Chapitre II- Tournage**

2.1. Définition 2.2. Principe 2.3. Outils de tournage 2.4. Modes de tournage 2.5. Fixation des pièces et des outils de tournage 2.6. Effort de coupe et puissance 2.4. Régime de coupe en tournage

**Chapitre III- Fraisage**

3.1. Définition 3.2. Fraisage en opposition 3.3. Fraisage en avalent 3.4. Modes de fraisage 3.5. Outil de fraisage 3.6. Effort de coupe et puissance 3.7. Régime de coupe en fraisage 3.8 temps d'usinage en fraisage

**Chapitre IV- Perçage et taraudage** 4.1. Définition et principe 4.2. Outils de perçages 4.3. Montage de l'outil et de la pièce 4.4. Paramètres de coupe en perçage

**Chapitre V-- Rabotage**

5.1. Définition et principe 5.2. Outils de rabotage 5.3. Montage de l'outil et de la pièce 5.4. Régime de coupe en rabotage

**Chapitre VI- Rectification** 6.1. Définition 6.2. Principe d'enlèvement de matière 6.3. Les meules 6.5. État de surface et les facteurs influençant

**Chapitre VII-Dimensionnement des assemblages permanents**

7.1 Assemblages par soudage

7.1.1 Procédés de soudage 7.1.2 Assemblages par soudage hétérogène 7.1.2.1 Procédés de soudage

7.1.2.2 Le brasage 7.1.2.3 Contraintes dans les joints brasés et contraintes admissibles 7.1.3

Soudabilité des métaux 7.1.4 Soudure en construction mécanique 7.1.4.1 Genre d'assemblages

7.1.4.2 Formes des cordons de soudure 7.1.4.3 Calcul et contrôle des assemblages soudés 7.1.4.4

Façonnage des assemblages soudés 7.3 Assemblages emmanchés et frettés 7.4 Assemblages par déformations plastiques

7.4.1 Assemblages rivetés

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

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

1. R. Dietrich et al. Précis méthodes d'usinage, Ed. Nathan, 1981.
2. J. BEDDOES, M.J. BIBBY, Principles of metal manufacturing processes.
3. C. MARTY, J.M. LINARES, Industrialisation des Produits Mécaniques (3) [Hermès, 1999]
4. J.L. Fanchon, « guide des sciences et technologie industrielles » AFNOR 2001
5. G Drouin M Gou P Thiry R Vinet Eléments de machines 2<sup>ème</sup> Edition Ecole polytechnique de Montréal

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UEM 7.1 IGME 7.8**  
**Matière : Techniques de mesure**  
**VHS : 45h (Cours : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Mécanique générale, électricité, Eléments de base de l'électronique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 :** Introduction **(1 semaines)**

**Chapitre2 :** Différents types de mesures **(4 semaines)**

2.1 Mesures des grandeurs acoustiques et vibratoires

2.2 Mesure des grandeurs électriques

2.3 Mesures des grandeurs hydrauliques et pneumatiques

2.4 Mesure des grandeurs thermiques

**Chapitre3 :** Techniques de mesure en mécanique des fluides **(4 semaines)**

- Techniques classiques (Pitot, Fil et Film chaud)

- Techniques optiques (LDA, PIV, PIV Stéréoscopiques)

**Chapitre4 :** Organisation, méthodes et techniques de mesure **(2 semaines)**

**Chapitre7 :** Traitement des Données **(2 semaines)**

**Chapitre8 :** Initiation aux plans d'expérience **(2 semaines)**

**TP Techniques de mesure :**

Visualisation et calculs expérimentaux des notions apprises lors du cours.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. "Mesures physiques et instrumentation : Analyse statistique et spectrale des mesures, capteurs », Barchiesi, Dominique, Paris, Ellipse, 2003.
  2. « Les capteurs en instrumentation industrielle », Asch, Georges, Paris, Dunod, 1999.
- R.J. Goldstein, "Fluid Mechanics Measurements", 1983.

**Semestre : 7**

**Unité d'enseignement : UED 7.1 IGME 7.9**

**Matière : Recyclage et valorisation des déchets**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

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

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances des sciences de bases acquises en tronc commun.

**Contenu de la matière:**

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

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

**Chapitre III. Valorisation des déchets (2 semaines)**

**Chapitre IV : Recyclage des déchets (3 semaines)**

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

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

11. Denis Bouyer , « Le traitement des déchets, Laboratoire de Génie des Procédés d'élaboration des Bioproduits » ; Licence Professionnelles ALIPACK ; Université Montpellier 2 .
12. CHENANE A., « Analyse des coûts de la gestion des déchets ménagers en Algérie à travers la problématique des décharges publiques : Cas des communes de la wilaya de TiziOuzou ». Faculté des sciences économiques et de gestion, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
13. Jean-Pierre MICHEL, « Propriétés mécaniques des matériaux ;Critères de choix et méthodes de sélection », B U L L E T I N D E L ' U N I O N D E S P H Y S I C I E N S, École des Mines - Parc de Saurupt - Nancy, France.
14. MOUPELE N.G., « Proposition d'un plan de gestion des déchets applicable dans les pays en développement », université de PORTO, 2013.77 70.
15. Utilisation des déchets et sous-produits en technique routière, Rapport préparé par un groupe de recherche routier de L'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique, Paris, septembre 1977.

**Semestre : 7**  
**Unité d'enseignement : UET 7.1 IGME 7.10**  
**Matière : H.S.I en Mécanique Energétique**  
**VHS : 22h30 (Cours : 01h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

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

### **Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

### **Contenu de la matière**

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

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

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

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

#### **Chapitre 3 : HSE spécifique au domaine énergétique (3sem)**

#### **Chapitre 4 : Législation algérienne sur l'HSE (3sem)**

#### **Chapitre 5 : Secourisme (3sem)**

Connaître et pratiquer les gestes et actions de premier secours.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 100%.

### **Références bibliographiques :**

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

## **Programme détaillé par matière du semestre 8**

**Semestre : 8**  
**Unité d'enseignement : UEF 8.1 IGME 8.1**  
**Matière1 : Turbomachines approfondies**  
**VHS : 67h30 (cours : 1h30, TD : 3h00)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Décrire, à partir des notions de base (de turbomachines et de mécanique des fluides) les méthodes de conception, d'analyse et de construction des turbomachines pour permettre aux étudiants la compréhension des écoulements qui s'établissent dans les turbomachines et pour développer des éléments de base pour la conception et la sélection de ces machines.

**Connaissances préalables recommandées :**

Thermodynamique, transfert thermique, mécanique des fluides, Turbomachines

**Contenu de la matière :**

- Chapitre1.** Rappel sur les turbomachines. **(3 semaines)**  
 Classification, notion de similarité, nombres sans dimensions et triangles de vitesses, équation d'Euler des turbomachines
- Chapitre2.** Aérodynamique des grilles d'aubes **(3 semaines)**  
 2.1 Efforts aérodynamiques (portance et traînée)  
 2.2 Corrélations pour la conception des grilles d'aubes (solidité, déviation, déflexion,...)
- Chapitre3.** Ecoulement 2D dans les turbomachines **(4 semaines)**  
 3.1 Équation de l'équilibre radial simplifié  
 3.2 Théorie des disques actuateurs  
 3.3 Écoulement aube à aube  
 3.4 Couches limites et notion de transition
- Chapitre4.** Ecoulement 3D dans les turbomachines **(3 semaines)**  
 4.1 Équations gouvernantes  
 4.2 CFD pour les turbomachines (applications et limites)  
 4.3 Écoulement instationnaire et interaction Stator-Rotor  
 4.4 Refroidissement des turbomachines  
 4.5 Pertes dans les turbomachines (de profils, du aux écoulements secondaires, de jeu,...)  
 4.6 Techniques de mesure en turbomachines
- Chapitre 5.** Construction des turbomachines **(2 semaines)**  
 5.1 Organes des turbomachines : paliers, accouplements, réducteurs, systèmes de lubrification et d'étanchéité  
 5.2 Construction des turbines à vapeur : tuyères, ailettes, efficacité d'un étage, corps et diaphragme, rotor, matériau, équilibrage, soupapes et vannes d'admission de vapeur, régulation de vitesse  
 5.3 Turbines à gaz : compresseur, chambre de combustion, turbine, carburants  
 5.4 Compresseurs : centrifuges, axiaux, alternatifs, utilisation.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. S. L. Dixon Fluid Mechanics, Thermodynamics of Turbomachinery, 5th ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
2. H.I.H. Saravanamuttoo, G.F.C. Rogers, H. Cohen, and P.V. Straznicky, Gas Turbine Theory, 6th ed., Pearson Education, London, 2008.
3. B. Lakshminarayana, Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery, Wiley, New York, 1996.
4. J.C Han, S. Dutta, S. Ekkad, Gas Turbine Heat Transfer And Cooling Technology, Taylor & Francis 2000

**Semestre : 8**  
**Unité d'enseignement : UEF 8.1 IGME 8.2**  
**Matière : Mécanique de propulsion**  
**VHS : 67h30 (cours : 1h30, TD : 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le cours a essentiellement pour but de familiariser l'étudiant avec les éléments constructifs, le fonctionnement et le calcul énergétique des turbomachines thermiques propulsives (Turbine à gaz, turboréacteur, moteur fusée).

**Connaissances préalables recommandées**

les notions de base de thermodynamique et de dynamique des gaz

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1**

**Principe de propulsion**

- 1 Les avions
- 2 Les principes
  - 1.1 Principe de portance (Comment vole un avion ?)
  - 1.2 Principe de propulsion (Comment se déplace un avion ?)

**Chapitre 2 Principes et performances des moteurs à réaction**

- 1 La poussée
- 2 Les formes d'énergies dans un moteur à réaction
- 3 Les puissances
- 4 Les Rendements

**Chapitre 3 Turbine à gaz**

- 1 Eléments constructifs d'une turbine à gaz
- 2 Principe de fonctionnement
- 3 Calcul énergétique d'une turbine à gaz

**Chapitre 4 Moteur d'aviation (Turbo-réacteurs)**

- 1 Principe de fonctionnement du turboréacteur
- 2 Les éléments constructifs du turboréacteur
- 3 Les différents types du turboréacteur
- 4 Analyse et calcul d'un turboréacteur simple flux

**Chapitre 5 Moteur fusée**

1. Poussée et principe de fonctionnement
2. Lanceurs et Moteurs
3. Les paramètres descriptifs d'un moteur
4. Les relations fondamentales

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**TP Mécanique de propulsion**

Visualisation des vidéos et Visites sur site pour assimiler les notions apprises lors du cours.

**Références bibliographiques:**

1. Klaus Hünecke , *Jet engines: fundamentals of theory, design, and operation*, Zenith Imprint, 1997, 241 p.
2. Jean-Claude Thevenin, *Le turboréacteur, moteur des avions à réaction*, Association Aéronautique et Astronautique. France, 2004, 46 p.
3. Albin Bolcs. *Turbomachines thermiques (volume 1et 2)*, Lausanne 1993.
4. S.Candel. *Mécanique des Fluides Tom 3 (Exercices)*, Dunod 1995.
5. George p. Sutton, Oscar Biblarz, *Rocket Propulsion Elements*, JOHN WILEY & SONS, 2001

**Semestre : 8**  
**Unité d'enseignement : UEF 8.1 IGME 8.3**  
**Matière: Aérodynamique**  
**VHS :90h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00, TP :1h30)**  
**Crédits:7**  
**Coefficient:4**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière est un approfondissement de la matière de Mécanique des Fluides dans sa branche de la dynamique des gaz. Elle concerne l'aérodynamique non visqueuse des profils et des ailes dans toute la gamme des nombres de Mach. les étudiants auront la capacité d'évaluer les caractéristiques aérodynamiques (force et moment) auxquels l'obstacle est soumis du fait de l'écoulement, comme ils apprendront la modélisation mathématique de la théorie des phénomènes aérodynamique engendrés par les écoulements autour d'obstacles.

### **Connaissances préalables recommandées :**

### **Contenu de la matière :**

#### **CHAP. I NOTIONS ET DEFINITIONS DES PROPRIETES DE L'AIR (01 semaine)**

- 1- Température : statique, dynamique, totale (d'arrêt)  
Variation de la température avec l'altitude
- 2- Pression : statique, dynamique, totale  
Variation de la pression avec l'altitude
- 3- Masse volumique, rapport des masses volumiques et variation avec l'altitude
- 4- Viscosité : cinématique et dynamique

#### **CHAP. II CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UNE AILE (02 semaines)**

- 1- Profil d'aile et ses différents types
- 2- Bord d'attaque
- 3- Bord de fuite
- 4- Bout d'aile
- 5- Envergure
- 6- Corde
- 7- Epaisseur
- 8- Surfaces générale et nette
- 9- Allongement (rapport d'aspect)
- 10-Flèche
- 11-Angle de dièdre
- 12-Angle d'attaque, angle d'incidence géométrique

#### **CHAP. III DISTRIBUTION DE PRESSION, FORCES ET MOMENTS AERODYNAMIQUES (02 semaines)**

- 1- Champ (distribution) de pression autour d'un profile d'aile
- 2- Coefficient de pression
- 3- Forces aérodynamiques :
  - Résultante aérodynamique
  - Force de portance
  - Force de traînée
- 4- Représentation des forces aérodynamiques pour différentes conditions de vol

- 5- Moments aérodynamiques :
  - Moment de tangage
  - Moment de roulis
  - Moment de lacet
- 6- Coefficients aérodynamiques
  - Coefficient de portance
  - Coefficient de trainée
  - Coefficient de tangage
  - Coefficient de roulis
  - Coefficient de lacet

#### **CHAP. IV TYPES D'ÉCOULEMENT ET DE TUYÈRE**

**(02 semaines)**

- 1- Vitesse d'écoulement : libre, relative
- 2- Vitesse du son
- 3- Nombre de Mach :
  - Général
  - Local
  - Critique
  - Limite
- 4- Expressions du nombre de Mach
- 5- Types d'écoulement :
  - Subsonique
  - Transsonique
  - Supersonique
  - Hypersonique
- 6- Théorème de Barré St Venant
- 7- Types de tuyère :
  - Convergente
  - Divergente
  - Mixte (Laval)
- 8- Théorème d'Hugoniot :
  - Débit d'air : massique, volumique
  - Equation de continuité
  - Relation entre surface et nombre de Mach de l'écoulement

#### **CHAP. V ÉCOULEMENT AUTOUR D'UN PROFIL D'AILE**

**(03 semaines)**

- 1- Couche limite
- 2- Régime d'écoulement : Nombre de Reynolds, Ecoulement laminaire, Ecoulement transitoire, Ecoulement turbulent
- 3- Ecoulement autour d'un profil d'aile :
  - Lignes de courant
  - Fonction des Lignes de courant
  - Potentiel de vitesse
  - Influence de l'incidence
  - Influence de la géométrie
  - Influence du nombre de Reynolds
  - Influence de la cambrure
  - Influence de l'allongement

#### **CHAP. VI DIFFÉRENTES CONDITIONS DE VOL (02 semaines)**

- 1- Sustentation, Hypersustentation, Décollement, Décrochage

- 2- Vol en palier, en montée, en descente, en virage
- CHAP. VII DIFFERENTS DISPOSITIFS D'HYPERSENSATION (02 semaines)**
- 1- Fente
  - 2- Volets
  - 3- Bec
  - 4- Soufflage
  - 5- Aspiration, Bord d'attaque basculant

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**TP Aérodynamique**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant devrait être capable :

- de traiter et d'étudier les écoulements autour des profils aérodynamiques,
- de produire des courbes de résultats expérimentaux convaincantes,
- d'interpréter les mesures et les observations.

**Connaissances préalables recommandées :**

Il est recommandé de maîtriser le cours aérodynamique, les notions de base de la mécanique des fluides.

Prévoir quelques expériences en relation avec l'aérodynamique selon les moyens disponibles :

1. Présentation des éléments théoriques nécessaires à la compréhension des manipulations (théorème de Bernoulli dans le cas des gaz parfaits, les principes de base qui gouvernent la portance et la traînée des corps aérodynamiques, Couche limite, Similitude...)
2. Présentation des installations et des instruments de mesure.
3. Mesure de débits de gaz dans différentes sections d'un tube de Venturi.
4. Expérimentation des écoulements compressibles sur une plaque plane lisse, rugueuse (couches limites).
5. Détermination des coefficients aérodynamiques de corps de profils différents.
6. Expérimentation des écoulements dans une veine aérodynamique, mesure, analyse des résultats et détermination de la traînée et de la portance sur un profil en aile d'avion.

**Mode d'évaluation :**

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

**Références bibliographiques:**

1. Anderson J.D.-*Fundamentals of Aerodynamics-McGraw-Hill (2010)*,
2. Anderson J.D.-*Solutions manual to Fundamentals of aerodynamics*
3. Munson, B.R., Young, D.F. & Okiishi, T.H. 2006 *Fundamentals of Fluid Mechanics*. J. Wiley & Sons, 5th ed.
4. Çengel, Y.A. & Cimbala, J.M. 2006 *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. McGrawHill.
5. John J. Bertin, Russell M. Cummings-*Aerodynamics for Engineers (5th Edition)*-Pearson Education, Inc. (2009)

**Semestre : 8**  
**Unité d'enseignement : UEF 8.2 IGME 8.4**  
**Matière3 : Tribologie et Lubrification des systèmes mécaniques**  
**VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP 1h30)**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Maîtriser les notions de base de la tribologie. Etude du frottement, de l'usure et de la lubrification. Modélisation et résolution des problèmes tribologiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Matériaux, Mécanique des solides, MMC, Elasticité et RDM, éléments de machines.

**Contenu de la matière :**

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

Historique - tribologie dans l'industrie - Considérations économiques.

**Chapitre 2. :** Surfaces et interfaces. **(2 Semaines)**

Définitions, concepts et critères - Analyses et caractérisation des surfaces -Propriétés fonctionnelles des surfaces -Frottement et déformation des surfaces -Usure : définition et modes d'usure.

**Chapitre 3. :** Friction. **(1 Semaine)**

Introduction - Causes possibles de la friction - Théorie de l'adhésion - Présentation des théories sur la friction - Influence des propriétés intrinsèques des matériaux sur la friction - Méthodes d'essais -Choix des matériaux.

**Chapitre 4 :** L'abrasion. **(1 Semaine)**

Définition et principe - Abrasion à deux corps - Abrasion à trois corps - Influence des paramètres opératoires sur l'usure abrasive - Influence des paramètres liés aux particules abrasives - Influence de la charge - Influence de la vitesse - Influence de l'environnement - Influence de la nature des matériaux -Méthodes d'essais -Choix de matériaux.

**Chapitre 5 :** Revêtements de surface. **(2 Semaines)**

Généralités - Procédés de revêtements de surface- Préparation des surfaces -Procédés spéciaux - Applications industrielles.

**Chapitre 6 :** Lubrification. **(2 Semaines)**

Régimes de lubrification - Lubrification Hydrostatique -Lubrification Hydrodynamique -Lubrification limite (mixte). Etudes des paramètres dans le contact - Pression dans le film - Charge supportée par le contact. Débit - Force ou couple de frottement - Equation de Reynolds. Interprétation -Etudes de cas élémentaires de portance. Effet d'étirement -Effet d'écrasement - Coin d'huile.

**Chapitre 7 :** Types et propriétés des lubrifiants **(1 semaine)**

7.1 Différents types de lubrification : Lubrifiants gazeux, liquides, semi-solides, solides,

7.2 Constituants des lubrifiants

7.3 Caractéristiques et propriétés des lubrifiants :

- Propriétés de masse, densité, compressibilité

- Propriétés optiques (couleurs, indice de réfraction)
- Propriétés superficielles : Tension superficielle et interfaciale, Absorption,
- Propriétés rhéologiques
- Propriétés électriques
- Propriétés solvants et chimiques

#### 7.4 Additifs pour lubrifiants :

- Additifs d'indice de viscosité, Additifs de point d'écoulement, Additifs détergents et dispersants
- Additifs anti-usure et extrême de pression, Additifs de lubrification, agent d'onctuosité, extrême pression (EP), Additifs antioxydants et anticorrosifs, Additifs anti-mousse

### **Chapitre 8 : Classification industrielle des lubrifiants (2 Semaines)**

8.1 Classification par viscosité ; ISO, SAE, Par symbole et application et différentes Classifications.

8.2 Critères de choix des lubrifiants,

8.3 Procède de lubrification,

8.4 Contrôle de qualité des huiles en service : Dégradations, Contamination des lubrifiants, fréquence de remplacement, Echantillonnages, Contrôle qualitatif, Essai de laboratoire, Méthodes d'analyse,

### **Chapitre 9 : Lubrification des machines (3 Semaines)**

9.1 Moteurs thermiques,

9.2 Turbine,

9.3 Transmissions mécaniques,

9.4 Compresseurs.

### **TP Tribologie et lubrification des systèmes mécaniques**

Visualisation et calculs expérimentaux des notions apprises lors du cours.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

### **Références bibliographiques :**

1. Georges, *Frottement, usure et lubrification : La Tribologie ou science des surfaces*, Eyrolles, 2000.
2. Hamid Zaidi, J. Rivière, *Lubrification et tribologie des revêtements minces*, Presses Polytechniques Romandes, 2010.
3. Jean-Marie Georges Frottement, *usure et lubrification : La Tribologie ou science des surfaces*, Editeur : CNRS Editions, 2000
4. Yannick Desplanques, Gérard Degallaix, *Tribologie et couplages multi physiques*, 2006, Editeur : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

**Semestre : 8**  
**Unité d'enseignement : UEF 8.2 IGME 8.5**  
**Matière2 : Corrosion et protection des surfaces**  
**VHS : 67h30 (cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Ce module permet de connaître et de maîtriser les différents paramètres influant sur la dégradation des matériaux.

### **Connaissances préalables recommandées :**

### **Contenu de la matière :**

- 1/ Rappels (chimie / physique, métallurgie)
- 2/ Oxydation à haute température
- 3/ Corrosion en milieux humides
- 4/ Les matériaux et la corrosion
- 5/ Les industries et la corrosion
- 6/ Etude et contrôle de la corrosion
- 7/ Protections électrochimiques
- 8/ La lutte contre la corrosion
- 9/ Politique de choix d'un matériau et /ou d'un revêtement
- 10/ L'expertise en corrosion

### **Objectifs de l'enseignement :**

Selon les moyens disponibles, l'enseignant devra renforcer les connaissances théoriques apportées au cours par des manipulations pratiques.

### **Contenu du TP :**

- 1- Mesure de la résistivité du milieu.
- 2- Mesure de la vitesse de corrosion par :
  - a- Gravimétrie,
  - b- Electro-gravimétrie.
- 3- Droites de Tafel. .

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

### **Références bibliographiques:**

1. John Christopher Scully, Corrosion protection principes fondamentaux, Masson, 1995.
2. La corrosion et la protection des aciers dans le béton, Presses de l'Ecole nationale des ponts et chaussées, 1998

**Semestre : 8**

**Unité d'enseignement : UED 8.1 IGME 8.7**

**Matière : Propriétés Mécaniques des Matériaux**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

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

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions en Science des matériaux

### **Contenu de la matière :**

<b>Chapitre 1</b> Généralités sur les contraintes et déformation	<b>(1 semaine)</b>
<b>Chapitre 2</b> Comportement mécanique	<b>(2 semaines)</b>
<b>Chapitre 3</b> Propriétés élastiques : modèles des ressorts, modèle électrostatiques, matériaux fragiles	<b>(3 semaines)</b>
<b>Chapitre 4</b> Propriétés plastiques	<b>(2 semaines)</b>
<b>Chapitre 5</b> Principaux types de défauts (ponctuels, linéaires, surfaciques, Volumique	<b>(3 semaines)</b>
<b>Chapitre 6</b> Rôle des dislocations dans la déformation plastique	<b>(2 semaines)</b>
<b>Chapitre 7</b> Modification des propriétés	<b>(2 semaines)</b>

### **Travaux pratiques : Selon les moyens et disponibilités de l'établissement**

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

### **Références bibliographiques :**

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

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

**Semestre : 8**  
**Unité d'enseignement : UET 8.1 IGME 8.8**  
**Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

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

### **Connaissances préalables recommandées :**

Ethique et déontologie (les fondements)

### **Contenu de la matière :**

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

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

#### **2. Recherche intègre et responsable**

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

### 3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

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

## B- Propriété intellectuelle

### I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

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

### II- Droit d'auteur

#### 1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

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

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

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

#### 3. Brevet

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

### III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

## C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

### Objectifs de l'enseignement :

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

### Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

### Contenu de la matière :

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

**2. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Équité. 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 : Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

## **4. Ethique et déontologie dans le monde du travail :**

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

## **B- Propriété intellectuelle**

### **I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

3- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.

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

### **II- Droit d'auteur**

#### **4. Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

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

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

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

#### **6. Brevet**

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

### **III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle**

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

## **C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies**

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

**Programme détaillé par matière du semestre 9**

**Semestre : 9**  
**Unité d'enseignement : UEM 9.1 IGME 9.1**  
**Matière : Optimisation**  
**VHS : 67h30 (cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de bases de mathématiques. Algèbre linéaire. Algèbre matricielle.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Optimisation linéaire (3 semaines)**

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

**Chapitre II : Optimisation non- linéaire sans contraintes (5 semaines)**

- Positivité, Convexité, Minimum
- Gradient et Hessien
- Conditions nécessaires pour un minimum
- Conditions suffisantes pour un minimum
- Méthodes locales
- Méthodes de recherche unidimensionnelle
- Méthodes du gradient
- Méthodes des directions conjuguées
- Méthode de Newton
- Méthodes quasi-Newton

**Chapitre III : Optimisation non-linéaires avec contraintes (4 semaines)**

- Multiplicateurs de Lagrange
- Conditions de Karush-Kuhn-Tucker
- Méthode des pénalités
- Programmation quadratique séquentielle

**Chapitre IV : Méthodes d'optimisation stochastiques (3 semaines)**

- L'algorithme génétique
- La méthode d'essaim particulière

**Organisation des TP :** il est préférable que les TP soient des applications directes dans le domaine de la mécanique.

TP 1 : présentation des fonctions références d'optimisation en Matlab

TP 2 : Présentation de l'outil d'optimisation optimtool dans matlab

- TP 3 : Définition et traçage des courbes de quelques fonctions test en optimisation  
 TP 4 : Résolution d'un problème d'optimisation linéaire sans contraintes  
 TP 5 : Résolution d'un problème d'optimisation linéaire avec contraintes  
 TP 6 : Minimisation non linéaire sans contraintes  
 TP 7: Minimisation non linéaire sans contraintes avec gradient et Hessien  
 TP 8 : Minimisation non linéaire avec contraintes d'égalité  
 TP 9 : Minimisation non linéaire avec contraintes d'inégalité  
 TP 10 : Minimisation avec contraintes d'égalité et d'inégalité  
 TP 11 : Utilisation de l'outil optimtool ou autre pour la résolution d'un problème d'optimisation non linéaire avec contraintes  
 TP 12 : Minimisation avec contraintes en utilisant la fonction GA

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

**Références bibliographiques:**

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

**Semestre : 9**

**Unité d'enseignement : UEF 9.1 IGME 9.2**

**Matière1 : Computational Fluid Dynamic (CFD)**

**VHS : 67h30 (cours : 01h30, TD : 1h30, TP : 1h30)**

**Crédits : 5**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le but de cette matière est de familiariser l'étudiant avec les techniques et les logiciels de calcul et de post traitement. Dans un premier chapitre une description générale du problème est faite en se basant sur les notions déjà acquises. A partir du deuxième chapitre chaque séance débutera par un cours de 1h ou 1h30 qui introduira les notions qui vont être cernées. Le deuxième chapitre introduit les logiciels de post traitement qui sont primordial dans la visualisations des résultats de calculs, dans ce chapitre des résultats calculés au préalable peuvent servir pour l'apprentissage. Le troisième chapitre introduit les maillages Gambit et Mesh de Ansys. L'étudiant doit apprendre les techniques du traçage des différentes géométries ainsi que la génération des différents types de maillages. Les chapitres restants introduisent les différents types d'écoulements rencontrés dans la pratique à savoir : externes, internes et réactifs, d'autres types d'écoulements peuvent être abordés.

**Connaissances préalables recommandées :**

MDF, Thermodynamique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Rappels sur les méthodes des différences finies et volumes finis (1 semaine)**

1. Forme discrétisée de l'équation de transport de la variable généralisée.
2. Schémas numériques et algorithmes de traitement de la pression (Implicite, SIMPLE, PISO,...).
3. Traitement des termes source.
4. Résolution par balayage.
5. Organigramme général d'un programme de résolution des équations de transport.

**Chapitre 2 : Logiciels de post traitement (intégré dans le code ou non)**

**(2 semaines)**

1. Les logiciels traceurs de courbes et de champs : Origin, Tecplot,...
2. Applications sur les traceurs de courbes.
3. Applications sur les traceurs de champs.

**Chapitre 3 : Générateurs de maillage**

**(2 semaines)**

1. Le mailleur Gambit : Traçage de la géométrie, maillage et conditions aux limites.
2. Le mailleur de Ansys : Traçage de la géométrie, maillage et conditions aux limites.
3. Traitement du maillage près des parois : Cas des écoulements laminaires et turbulents.

**Chapitre 4 : Ecoulements externes (Résolution par Code de calcul: Fluent, CFX...)**

**(3 semaines)**

1. Définitions et cas d'applications.
2. Ecoulement sur une plaque plane (couche limite).
3. Ecoulement autour d'une aube.
4. Ecoulement autour d'un cylindre (stationnaire et instationnaire).

**Chapitre 5 : Ecoulements internes (Résolution par code de calcul) (3 semaines)**

1. Définitions et cas d'applications.
2. Ecoulement dans une conduite.
3. Convection dans une conduite : Laminaire (problème de Nusselt) et turbulente.
4. Ecoulement compressible dans une tuyère convergente-divergente.

**Chapitre 6 : Ecoulements réactifs (Résolution par Fluent, CFX....) (4 semaines)**

1. Définitions et cas d'application dans le domaine de la combustion.
2. Flammes turbulentes de diffusion en jet libre (Méthane-air, hydrogène-air,...).
3. Flammes turbulentes de diffusion en co-flow dans une chambre de combustion (Méthane-air, hydrogène-air,...).
4. Flammes de prémélanges.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. Guide utilisateur de : Gambit, Mesh, Fluent, CFX, Origin et Tecplot.
2. Pour les TP : voir ANSYS (Fluent ou CFX)  
Exemple : <https://confluence.cornell.edu/display/SIMULATION/FLUENT+Learning+Modules>

**Semestre : 9**  
**Unité d'enseignement : UEF 9.2 IGME 9.3**  
**Matière : Dimensionnement des équipements**  
**VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 3h00)**  
**Crédits : 6**  
**Coefficient : 3**

### **Objectifs de l'enseignement**

Donner aux étudiants les notions de bases et les outils nécessaires à la conception ainsi que au contrôle des principaux équipements thermiques utilisés dans les installations des industries pétrochimiques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les connaissances indispensables pour mieux assimiler le contenu de ce programme sont les matières de bases, de transferts de matière et de chaleur, la résistance mécanique, Méthodes numériques etc...

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1.** Le comportement des aciers sous hautes températures **(1 Semaine)**

**Chapitre 2.** Matériaux de fabrication des appareils **(1 Semaine)**

**Chapitre 3.** Appareils fonctionnant sous hautes pressions **(1 Semaine)**

**Chapitre 4.** Calcul des résistances et de la stabilité des appareils **(2 Semaine)**

**Chapitre 5. Calcul des échangeurs de chaleur**

Calcul à l'aide de la méthode DTLM, calcul à l'aide de la méthode NUT, dimensionnement à l'aide de la méthode Delaware. **(2 Semaines)**

**Chapitre 6. Calcul des condenseurs**

Types de condenseurs, calcul de la chaleur transférée, calcul de la perte de charge, procédure de calcul exemple de calcul d'un condenseur. **(2 Semaines)**

**Chapitre 7. Calcul des rebouilleurs**

Classification des rebouilleurs, calcul de la chaleur transférée, calcul de la perte de charge, procédure de calcul, exemple de calcul d'un rebouilleur. **(3 Semaines)**

**Chapitre 8. Calcul des fours**

Transfert de chaleur dans les fours industriels, capacité calorifique des fours discontinues, capacité calorifique des fours continues, opérations et contrôle des fours industriels, mouvement des gaz dans les fours industriels, calcul et maintenance des fours industriels. **(3 Semaines)**

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 60 %, Contrôle continu : 40%

### **Références bibliographiques:**

[1] Bartok and Sarofim: "Fossil Fuel Combustion-A Source Book"; John Wiley & Sons, New York, NY, 1991.

[2] Baukal, C.E.: "Oxygen-Enhanced Combustion," CRC Press, Boca Raton, FL, 1998.

[3] Ganapathy, V.: "Applied Heat Transfer," John Wiley & Sons, New York, NY, 1982.

[4] Gilchrist, J. D.: "Fuels, Furnaces and Refractories," Pergamon Press, New York, 1977.

[5] Glinkov, M.S and Glinkov, G. M: "A General Theory of Furnaces," Mir Publishers, Moscow, 1980.

[6] Guyer, E.C. (Ed.): "Handbook of Applied Thermal Design," Part 10 (by R. J. Reed),

Intitulé de la spécialité : **Energétique et Maintenance**

Année: 2024 - 2025

*Taylor and Francis, Philadelphia, PA, 1999.*

*[7] Reynoldson, R.W.: "Heat Treatment in Fluidized Bed Furnaces," ASM International, Metals Park, OH 44073, 1993.*

**Semestre : 9**  
**Unité d'enseignement : UEF 9,2 IGME 9.4**  
**Matière2 : Automatisation des systèmes industriels**  
**VHS : 45h (cours : 01h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Mathématique, régulation, construction mécanique, électricité.....

**Contenu de la matière :**

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

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

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

**Chapitre 3:** Systèmes de supervision **(4Semaines)**

- Rôle d'un système de supervision
- Conception des applications de supervision

**Chapitre 4:** Structure des automates programmables **(4Semaines)**

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

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

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

- 1- Henri Bourles. « Systèmes linéaires de la modélisation à la commande ». Editions Lavoisier 2006, Paris.
- 2- Jean Marie Flans. « La régulation industrielle ». Hermès 1994 ; Paris.
- 3- Philippe de Larminat. « Automatique commande des systèmes linéaires ». Editions Hermès 1996 ; Paris

- 4- Patrick Prouvost. « Automatique – Contrôle et régulation », Edition Dunod 2010.
- 5- Yves GRANJON. « Automatique ». Edition Dunod 2010
- 6- Olivier Le Gallo. « Automatique des systèmes mécaniques ». Edition Dunod, 2009.
- 7- Gérard Boujat, Patrick Anaya. « Automatique industrielle », Edition Dunod, 2007.
- 8- JANET Maurice. « Précis de calcul matriciel et de calcul opérationnel », Edition Euclide 1982.
- 9- Patrick Prouvost. « Automatique – Contrôle et régulation ». Edition Dunod, 2010.

**Semestre : 9**  
**Unité d'enseignement : UEF 9.2 IGME 9,5**  
**Matière 3: Installation des équipements**  
**VHS : 22h30 (cours :1h30, TD :1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Normes et réglementation

**Contenu de la matière :**

- |                                                                                                                                               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Chapitre 1.</b>                                                                                                                            | <b>(2 semaines)</b> |
| Rappel du contexte du dispositif normatif de la sécurité des installations et des équipements industriels                                     |                     |
| <b>Chapitre 2.</b>                                                                                                                            | <b>(2 semaines)</b> |
| Terminologie et définitions                                                                                                                   |                     |
| <b>Chapitre 3.</b>                                                                                                                            | <b>(3 semaines)</b> |
| Sécurité des installations                                                                                                                    |                     |
| <b>Chapitre 4.</b>                                                                                                                            | <b>(4 semaines)</b> |
| Sécurité des machines et équipements : Distances de sécurité, protecteurs, autres dispositifs de sécurité (détecteurs, arrêts d'urgence, ...) |                     |
| <b>Chapitre 5.</b>                                                                                                                            | <b>(4 semaines)</b> |
| Sûreté de fonctionnement des machines : Circuits de commandes, automates programmables, systèmes instrumentés de sécurité.                    |                     |

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques :**

1. Sécurité des machines. URL: <http://www.schneiderelectric.fr/sites/france/fr/solutions-ts/oem/securite-machine/guide-securite.page>

**Semestre 9****Unité d'enseignement : UEM 9.1 IGME 9.6****Matière : Projet Tutoré****VHS : 45h00 (TD : 3h00)****Crédits : 2****Coefficient : 2****Quelques exemples de sujets :**

- Management de la qualité
- Eco Energétique
- Control non destructif
- Maintenance des systèmes de Chauffage et climatisation
- Maintenance des machines tournantes
- Risques industriels et techniques de sécurité
- Facteurs humains
- Création d'entreprise et démarches
- Introduction à l'intelligence artificielle
- Traitement des eaux et dessalement

Introduction à l'innovation

**Semestre : 9**  
**Unité d'enseignement : UEM 9.1 IGME 9.7**  
**Matière3 : Informatique Industrielle (GMAO)**  
**VHS : 45h00 (Cours :1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

À la fin de ce cours et TP, les étudiants devraient être en mesure de :

- Comprendre l'importance du matériel informatique et des logiciels dans les applications d'ingénierie de maintenance des machines.
- Comprendre le besoin et l'importance des systèmes d'information de gestion en temps réel et général ;
- Apprendre et développer la GMAO informatisée de gestion de la maintenance.
- Développer des applications en CBM et des principes de développement de systèmes d'information de maintenance basés sur l'état.
- Comprendre l'importance de l'IA et des systèmes experts en ingénierie de maintenance.

**Connaissances préalables recommandées :**

Informatique de base et programmation

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : introduction**

- introduction aux ordinateurs, au matériel et aux logiciels ; développements récents ; histoire et génération d'ordinateurs.
- applications de l'ordinateur, avantages de l'ordinateur pour le développement de bases de données ; exigences de mise en réseau et de calcul ; utilisation d'ordinateurs de bureau et d'ordinateurs portables pour les commandes de matériel industriel ;
- termes liés à l'ordinateur ; caractéristiques de l'ordinateur (vitesse, stockage, polyvalence et diligence);
- matériel et logiciels, types d'ordinateurs ; mini-ordinateur ; super ordinateur ; poste de travail ; micro-ordinateur ; ordinateur de bureau ; ordinateur portable ; ordinateur de poche ; utilisation de la mémoire primaire et secondaire pour les applications de maintenance ; applications des ports série, parallèle et USB.

**Chapitre 2 : ordinateurs en maintenance**

- rôle des ordinateurs dans la gestion de la maintenance, justification de l'utilisation des ordinateurs dans la maintenance.
- systèmes d'information de gestion de la maintenance, caractéristiques de fonctionnement d'un bon système de gestion de la maintenance informatisé.
- adaptation des systèmes d'exploitation pour les applications de maintenance générale et de maintenance en temps réel, Windows; Linux; Unix et systèmes d'exploitation en temps réel pour les systèmes de maintenance en temps réel; développement de bases de données; utilisation de bases de données pour la cartographie; cartographie des tendances et graphiques tridimensionnels; utilisation d'outils Microsoft pour le développement de systèmes d'information; réseaux informatiques; gradation informatique; sélection de microprocesseurs pour applications.

### **Chapitre 3: système d'information de gestion de la maintenance par ordinateur (GMAO)**

- besoin d'un système informatique de gestion de la maintenance informatisé (GMAO), importance des buts et objectifs de la GMAO ; caractéristiques d'un bon module GMAO ;
- modules, équipement GMAO ; spécifications et informations sur l'équipement ; analyse des défaillances de l'historique de l'équipement ; demande d'équipement, dessins, coût de main d'œuvre et de matériel, etc.,
- utilisation de diverses boîtes à outils pour la planification de la maintenance préventive, les procédures pm ; opérations des activités d'inventaire de maintenance, analyse abc, fns, xyz, ajustements d'inventaire pour les pièces de rechange.

### **Chapitre 4: systèmes de maintenance préventive**

- systèmes de maintenance préventive, p.m. Bons de travail, p.m. Programme de travail, p.m. Planification, p.m. Prévision de la charge de travail, p.m. Rapports, description des tâches ;
- formats d'entrée et de sortie / rapport pour divers modèles de pm / GMAO ;
- applications en CBM et principes de développement de systèmes d'information de maintenance basés sur l'état ;
- analyse de signature de vibration informatisée,
- signalisation et analyse informatisées du bruit.
- surveillance des tendances, diagrammes en cascade utilisant des packages graphiques ; développement du système de gestion de base de données, base de données, structures de données, système de gestion de base de données (sgbd) ; modèles de bases de données hiérarchique ; réseau et relations ; utilisation de systèmes d'aide à la décision.

### **Chapitre 5 : intelligence artificielle et systèmes experts**

- introduction à l'IA et aux systèmes experts.
- fonctions et systèmes experts en structure, importance dans la maintenance et les applications conçues.
- utilisation de l'exploration de données pour le développement de cartes de maintenance, travaux de dépannage applicables aux systèmes de machines standard de génie mécanique et électrique, moteurs, moteurs, générateurs
- prédiction des défaillances en utilisant des applications de réseaux de neurones, des applications dans les biens de consommation durables et les machines industrielles.

#### **Mode d'évaluation :**

Contrôles continus : 100%

#### **Références bibliographiques :**

- Kishan Bagadia, "Micro Computer Aided Maintenance Management"
- Lindley. R. Higgins "Maintenance Engineering Hand Book",
- L.C. Marrow "Maintenance Engineering Hand Book".

**Semestre : 9**

**Unité d'enseignement : UED9.1 IGME 9.8**

**Matière1 : Science des matériaux**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière permet à l'étudiant de connaître la classification des matériaux ainsi que les notions de base de cristallographie ; les diagrammes d'équilibre et les traitements thermiques

**Connaissances préalables recommandées :**

Les matières fondamentales du S1 et S2.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Généralités (03 semaines)**

1.1 Classification des matériaux :

- 1.1.1 Les métaux et alliages
- 1.1.2 Les céramiques et les verres
- 1.1.3 Les polymères
- 1.1.4 Les matériaux composites

1.2 Domaines d'utilisations

1.3 Structure des matériaux : matériaux amorphes et matériaux cristallins

1.4 Notions de cristallographie

**Chapitre 2 : Diagrammes d'équilibre (04 semaines)**

2.1 Cristallisation de matériaux

- 2.1.1 Principe de la cristallisation et courbes de refroidissement
- 2.1.2 Cristallisation d'un métal pur
- 2.1.3 Cristallisation d'un alliage

2.2 Diagramme d'équilibre de deux métaux complètement miscibles

2.3 Diagramme d'équilibre de deux métaux partiellement miscibles

**Chapitre 3 : Diagramme d'équilibre fer-carbone (04 semaines)**

3.1 Caractéristiques du fer et du carbone

3.2 Diagramme d'équilibre fer-carbone

3.3 Diagramme d'équilibre fer-cémentite

3.4 Désignation normalisée des aciers et des fontes

3.5 Désignation normalisée d'autres aciers alliés

**Chapitre 4 : Traitements thermique et traitement thermochimique de diffusion (03 semaines)**

1. Traitements thermiques

Recuit

Trempe

Revenu

2. Traitements thermochimiques

Cémentation

Nitruration

Carbonitruration

**Mode d'évaluation :**

Examen: 100%.

**Références:**

- Science et génie des matériaux ; De William D. Callister.Dunod.
- Matériaux. T1 Propriétés, applications et conception, Michael F. Ashby, David R. H. Jones Collection: Sciences Sup, Dunod
- Matériaux. T2 Microstructures, mise en œuvre et conception ; Michael F. Ashby, David R. H. Jones Collection: Sciences Sup, Dunod
- Des matériaux, Jean-Marie Dorlot, Jean-Paul Bailon. Presses internationales Polytechnique.
- Structures et matériaux : L'explication mécanique des formes, James Gordon

**Semestre : 9**

**Unité d'enseignement : UET 9.1 IGME 9.9**

**Matière : Recherche documentaire et conception du mémoire**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

**Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière :**

**Partie I- : Recherche documentaire :**

**Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)**

- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
  - Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

**Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)**

- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels...)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet...)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

**Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

**Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)**

- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

**Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)**

- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte...)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

**Partie II : Conception du mémoire**

**Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)**

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations...)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu*)
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

### **Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)**

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

### **Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit (01 Semaine)**

### **Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)**

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

### **Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? (01 Semaine)**

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100%

### **Références bibliographiques :**

1. M. Griselin et al., *Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. J.L. Lebrun, *Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. A.Mallender Tanner, *ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. M. Greuter, *Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. M. Boeglin, *lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. M. Beaud, *l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. M. Beaud, *l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. M. Kalika, *Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*

**Programme détaillé par matière du semestre 10**

**Semestre : 10**

**Unité d'enseignement : UEF10.1 IGME 10**

**Matière : Projet de Fin d'Etude**

**VHS : 427h30 (Cours, TD, TP : 28h30)**

**Crédits : 30**

**Coefficient : 19**

**Objectifs de l'enseignement :**

Assimiler de manière globale et complémentaire les connaissances des différentes matières. Mettre en pratique de manière concrète les concepts inculqués pendant la formation. Encourager le sens de l'autonomie et l'esprit de l'initiative chez l'étudiant. Lui apprendre à travailler dans un cadre collaboratif en suscitant chez lui la curiosité intellectuelle.

**Connaissances préalables recommandées :**

Tout le programme de l'ingéniorat.

**Contenu de la matière :**

Le Projet de Fin d'Etude de l'ingéniorat doit de préférence s'orienter vers la conception et la réalisation d'un système mécanique ou bien dans la réparation et la maintenance d'un système défectueux et le thème doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant encadrant et un étudiant (ou un groupe d'étudiants). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant. Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

**Remarque :**

Durant la période pendant lesquelles les étudiants sont en train de s'imprégner de la finalité de leur projet et de sa faisabilité (recherche bibliographique, recherche de logiciels ou de matériels nécessaires à la conduite du projet, révision et consolidation d'un enseignement ayant un lien direct avec le sujet, ...).

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- La présentation détaillée du thème d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Les moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- L'analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- La critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant doit réaliser un mémoire et le présenter devant un jury dans une soutenance publique

**Mode d'évaluation :** Examen final : 100%.

## **IV- Accords / Conventions**

**OBLIGATOIRE**

## LETTRÉ D'INTENTION TYPE

**(En cas de formation d'ingénieur spécialisé coparrainée par un autre établissement universitaire)**

**(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)**

Objet : Approbation du coparrainage de formation d'ingénieur spécialisé intitulée :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer la formation d'ingénieur spécialisé ci-dessus mentionnée durant toute la période d'habilitation de la formation.

À cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

## Conventions

## **V - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs**

**Intitulé de formation :Ingénieur Energétique et maintenance**

### **Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine**

Date et visa:Date et visa:

### **Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)**

Date et visa :

### **Chef d'établissement universitaire**

Date et visa:

## VI – Avis et Visa de la Conférence Régionale

### **-VISA DU CPND-ST -**

(Comité Pédagogique National du domaine des sciences et technologie)

## **AVIS FAVORABLE**

OFFRE DE FORMATION

INGENIEUR D'ETAT (parcours TM)

Filière : Génie mécanique

Intitulé : Energetique et maintenance

- USTO-

Alger le, 12 Aout 2024



رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان العلوم والتكنولوجيا  
الأستاذ: إسعدي رشيد

