

**REPUBLIQUE LIBANAISE  
MINISTRE DE L'EDUCATION ET DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR  
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL**

**PROGRAMME  
DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPERIEUR  
1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année**

Spécialité

**CLIMATISATION**

<p style="text-align: center;"><b>TS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SPECIALITE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CLIMATISATION</b></p>
---

**COMPETENCES**

● **Compétences techniques de base**

- Vérifier le bon fonctionnement des équipements de climatisation (de confort, de véhicule), de réfrigération, de chauffage, et les gaines de distribution après installation.
- Contrôler la qualité des travaux en fonction des normes et des spécifications demandées.
- Effectuer le diagnostic des anomalies de fonctionnement, détecter leur origine et consigner les interventions nécessaires permettant leur correction.
- Consigner les programmes d'entretien courant des générateurs de chaleur, des centrales de traitement d'air, des batteries, humidificateurs, groupes frigorifiques, tours de refroidissement, filtres,....
- Exploiter les installations de chauffage, de climatisation, et de réfrigération, et mettre en oeuvre et dépanner les systèmes de régulation.
- Etudier les pannes des systèmes de chauffage, de climatisation, et de réfrigération, déterminer leurs causes, établir un devis de travaux nécessaires au dépannage et procéder aux interventions nécessaires permettant leur correction.
- Dessiner des schémas et des plans de climatisation et de réfrigération, de chauffage et de plomberie sanitaire.
- Dimensionner et choisir les composants d'une installation de climatisation, de réfrigération, de chauffage, d'eau chaude solaire, ou de plomberie sanitaire.
- Etablir le quantitatif des équipements et des composants d'une installation d'après un schéma ou un plan selon les spécifications techniques exigées.
- Evaluer les coûts des équipements et des travaux.
- Exploiter et dépanner l'automatisation des installations de climatisation et de réfrigération.

● **Compétences associées**

- Préparer et présenter des rapports techniques sur les travaux.
- Appliquer rigoureusement les consignes de sécurité et d'hygiène professionnelles.
- Respecter avec rigueur les procédures méthodologiques des travaux.
- Appliquer les normes en vigueur.
- Diriger les travaux et distribuer les tâches en chantier de chauffage, de climatisation et de plomberie sanitaire.

## Programme d'enseignement TS

	Matière	1 <sup>ère</sup> Année	2 <sup>ème</sup> Année
<b>Matières générales</b>	Mathématiques	90	60
	Mécanique	60	-
	Communication en 1 <sup>ère</sup> langue étrangère	60	-
	Communication en 2 <sup>ème</sup> langue étrangère	60	-
	Droit	30	-
	Organisation industrielle	-	30
	Gestion et finance	-	30
	<b>TOTAL matières générales</b>	<b>300</b>	<b>120</b>
<b>Matières de Spécialisation</b>	Dessin Technique	60	-
	Electricité	60	-
	Informatique	60	-
	Electronique	60	-
	Thermodynamique	60	-
	Mécanique des fluides	60	-
	R D M	60	-
	Sciences des matériaux	30	-
	Cinématique des machines	30	-
	Capteurs et instrumentation	60	-
	Machines électriques	60	-
	Autocade		60
	Automation et Régulation	-	90
	Chauffage	-	90
	Réfrigération	-	90
	Conditionnement d air	-	90
	Planification de chantier	-	60
	Turbo Machines		60
	Energie renouvelable	-	60
	<b>TOTAL matières de spécialisation</b>	<b>600</b>	<b>600</b>
<b>Travaux pratiques</b>	TP fabrication mécanique appliqué au génie climatique.	60	-
	T P Electricité	30	-
	T P Electronique	30	-
	T P machines électriques	30	-
	T P sciences des matériaux	30	-
	T P Mécanique des fluides	30	-
	T P Informatique	30	-
	T P régulation et Automation	-	60
	T P chauffage	-	90
	TP Réfrigération	-	90
	TP Climatisation	-	90
	T P Turbo machines	-	60
	TP Logiciels Thermiques	-	60
	TP Energie Renouvelable	-	60
	Technologie de chauffage	60	-
	Technologie de froid	60	-
	<b>TOTAL TP</b>	<b>360</b>	<b>510</b>

	TOTAL	1260	1230
--	-------	------	------

*Un stage de 8 semaines pendant l'été suivant la première année est obligatoire pour le passage de la première à la deuxième année.*

*Remarque : le stage obligatoire de 8 semaines, aura lieu pendant les vacances d'été entre la première et la deuxième année.*

*A la rentrée de la deuxième année l'étudiant fournira obligatoirement un rapport résumant les activités de son stage à l'établissement dans lequel il est inscrit.*

*Le passage en deuxième année pour les étudiants réussis en première année sera conditionné de validation de ce rapport par la direction de l'établissement*

Notes : Tous les cours et les travaux pratiques doivent être appliqués à la spécialité exclusivement.

*Rapport des TP sur Tous les cours en TS1= 28.6%*

*Rapport des TP sur Tous les cours en TS2= 41.5%*

*Rapport des TP sur Tous les cours sur tous le parcours (stages exclus)= 35%*

**RÉPUBLIQUE LIBANAISE  
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR  
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL**

**PROGRAMME  
DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
1<sup>re</sup> année**

**Spécialité**

**CLIMATISATION**

# MATHEMATIQUES

**90 périodes**

Le programme de mathématiques de la première année du T.S. (section étudiants titulaires du baccalauréat académique) comporte les modules suivants : Analyse, algèbre linéaire, géométrie analytique et vectorielle.

## OBJECTIFS GENERAUX

L'enseignement de mathématiques doit:

Fournir aux étudiants les outils mathématiques nécessaires à l'ensemble des disciplines techniques.

Développer des capacités de raisonnement méthodique et de synthèse.

Développer la capacité de construction des modèles mathématiques relatifs à des cas pratiques.

Fournir aux étudiants une formation permettant le traitement des données et des résultats expérimentaux.

## MODULE 1 : ALGEBRE LINEAIRE

### CHAPITRE 1 **NOMBRES COMPLEXES**

#### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Identifier les nombres complexes.
- Exploiter les propriétés des nombres complexes dans des problèmes géométriques et physiques.
- Appliquer la théorie des nombres complexes en électronique.

#### Contenu

##### 2.1.1 Nombres complexes

- 2.1.1.1 Définition et propriétés des nombres complexes
- 2.1.1.2 Forme algébrique, trigonométrique et exponentielle des nombres complexes
- 2.1.1.3 Interprétation géométrique des opérations définies dans le système des nombres complexes
- 2.1.1.4 Racines énième de l'unité. Formules de Moivre et d'Euler

### CHAPITRE 2 **MATRICE ET DETERMINANTS**

#### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:

- Appliquer les méthodes du calcul matriciel.
- Utiliser les déterminants pour calculer l'inverse d'une matrice.
- Appliquer les transformations élémentaires pour calculer l'inverse d'une matrice.
- Utiliser les propriétés des matrices orthogonales dans le plan et dans l'espace.
- Appliquer la diagonalisation des matrices carrées.

#### Contenu

##### 2.2.1 Matrice d'ordre ( $n \times m$ )

- 2.2.1.1 Définition

2.2.1.2 Opérations définies sur l'ensemble de matrices: Somme de deux matrices de même ordre; opposée d'une matrice; multiplication d'une matrice par un nombre; matrice transposée d'une matrice; produit de deux matrices d'ordre  $(n \times m)$  et  $(m \times p)$

2.2.1.3 Propriétés des opérations définies sur l'ensemble de matrices

2.2.2 Matrice carrée

2.2.2.1 Matrices régulières et singulières

2.2.2.2 Déterminant d'une matrice carrée

2.2.2.3 Règles de calcul des déterminants

2.2.2.4 Propriétés des déterminants

2.2.2.5 Règles de calcul de l'inverse d'une matrice carrée. Règle des transformations élémentaires

2.2.2.6 Diagonalisation des matrices carrées

2.2.3 Applications

2.2.3.1 Etude des matrices orthogonales d'ordre  $(2 \times 2)$  et  $(3 \times 3)$

2.2.3.2 Méthode de Gauss de résolution des systèmes d'équations linéaires

## **MODULE 2 : ANALYSE**

### **CHAPITRE 1**

## **FONCTIONS TRANSCENDANTES USUELLES**

### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer les propriétés des fonctions trigonométriques et trigonométriques inverses
- Utiliser les propriétés des fonctions logarithmiques.
- Utiliser les propriétés des fonctions exponentielles.
- Utiliser la fonction puissance  $y = x^\alpha$ ,  $\alpha \in \mathbb{R}$ ,  $x > 0$ .
- Appliquer les propriétés des fonctions hyperboliques et hyperboliques inverses

### **Contenu**

1.1.1 Fonctions trigonométriques

1.1.2 Fonctions inverses des fonctions trigonométriques. Propriétés et représentation graphique

1.1.3 Fonction logarithme népérien

1.1.4 Propriétés de la fonction logarithme népérien

1.1.5 Limites de la fonction logarithme népérien

1.1.6 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = \text{Log } x$

1.1.7 Application à l'intégration des fractions rationnelles simples

1.1.8 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = \text{Log}_a x$

1.1.9 Formule de changement de base. Logarithme décimal

1.1.10 Fonction exponentielle népérienne ( $y = e^x$ )

1.1.11 Propriétés de la fonction exponentielle népérienne

1.1.12 Limites de la fonction exponentielle népérienne

1.1.13 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = e^x$

1.1.14 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = a^x$

1.1.15 Fonction puissance ( $y = x^\alpha$ ,  $\alpha \in \mathbb{R}$ ,  $x > 0$ )

1.1.16 Etude de la croissance comparée

1.1.17 Propriétés (formules remarquables) et représentation graphique des fonctions hyperboliques:  $\text{sh } x$ ,  $\text{ch } x$ ,  $\text{th } x$ ,  $\text{cth } x$

1.1.18 Etude et représentation graphique des fonctions hyperboliques inverses:  $\text{Argsh } x$ ,  $\text{Argch } x$ ,  $\text{Argth } x$ ,  $\text{Argcth } x$

## **CHAPITRE 2**

### **INTEGRALES DES FONCTIONS D'UNE SEULE VARIABLE**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Intégrer une fonction d'une seule variable.
- Utiliser les intégrales définies et indéfinies.
- Exploiter la pratique d'approximation des intégrales définies.
- Utiliser les intégrales définies dans les applications géométriques et physiques.

#### **Contenu**

##### **1.3.1 Intégrale indéfinie**

###### **1.3.1.1 Définition et propriétés**

###### **1.3.1.2 Méthodes d'intégration (par parties et par changement de variable)**

###### **1.3.1.3 Intégrales indéfinies des certaines fonctions élémentaires : fractions**

rationnelles; fractions rationnelles de sinus et cosinus trigonométriques ou hyperboliques; certains types simples des fonctions irrationnelles (Racine carrée de  $ax^2 + bx + c$ , avec  $b^2 - 4ac < 0$ ); transcendantes usuelles

##### **1.3.2 Intégrale définie (de Riemann)**

###### **1.3.2.1 Définition, sens géométrique, somme intégrale**

###### **1.3.2.2 Conditions d'intégrabilité et propriétés générales de l'intégrale définie**

###### **1.3.2.3 Règles d'approximation de l'intégrale définie**

###### **1.3.2.4 Formule de Newton-Leibniz d'intégration**

###### **1.3.2.5 Inégalité entre les intégrales définies. Inégalité de Schwartz**

###### **1.3.2.6 Théorème de la moyenne**

###### **1.3.2.7 Changement de variable**

##### **1.3.3 Applications géométriques et physiques de l'intégrale définie**

###### **1.3.3.1 Calcul des aires planes et calcul des volumes de révolution**

###### **1.3.3.2 Calcul des aires des corps de révolution**

###### **1.3.3.3 Calcul des longueurs des arcs des courbes planes**

###### **1.3.3.4 Calcul des moments d'inertie et calcul des coordonnées des centres de masse**

###### **1.3.3.5 Calcul de la pression hydrostatique....**

##### **1.3.4 Notion d'intégrale impropre. Tests de convergence**

## **CHAPITRE 3**

### **EQUATIONS DIFFERENTIELLES**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer la technique des équations différentielles.
- Utiliser les équations différentielles pour modéliser des problèmes concrets.
- Appliquer les méthodes de résolution approchée des équations différentielles.
- Utiliser les méthodes du calcul symbolique de Laplace pour résoudre des équations différentielles ordinaires.
- Utiliser la technique des séries pour résoudre des équations différentielles ordinaires.



## Contenu

- 1.4.1 Equations différentielles du premier ordre
  - 1.4.1.1 Equations homogènes du premier ordre
  - 1.4.1.2 Equations se ramenant aux équations homogènes
  - 1.4.1.3 Equations linéaires du premier ordre : équations de Bernoulli
  - 1.4.1.4 Equations aux différentielles totales. Equations se ramenant aux équations aux différentielles totales. Facteur intégrant
  - 1.4.1.5 Equation de Clairaut et équation de Lagrange
  - 1.4.1.6 Solution approchée des équations différentielles du premier ordre (méthode d'Euler)
  - 1.4.1.7 Applications :
- 1.4.2 Equations différentielles d'ordre supérieur
  - 1.4.2.1 Equations linéaires homogènes. Propriétés des solutions
  - 1.4.2.2 Equations linéaires homogènes d'ordre  $n$  à coefficients constants
  - 1.4.2.3 Equations linéaires non homogènes d'ordre  $n$  à coefficients constants
  - 1.4.2.4 Equations linéaires non homogènes d'ordre  $n$
  - 1.4.2.5 Equation de Bessel. Application des séries à la résolution des équations différentielles

## **CHAPITRE 4**

### **FONCTIONS NUMERIQUES DE PLUSIEURS VARIABLES**

## Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer les propriétés des dérivées partielles et utiliser les théorèmes de dérivation dans le cas des fonctions multivariées
- Exploiter la pratique de la dérivation pour l'étude des courbes planes et des surfaces dans l'espace données sous forme implicite
- Exploiter la pratique de la différentiation et de la dérivation pour le calcul approché

## Contenu

- 1.4.1 Définitions des fonctions de deux et de trois variables
- 1.4.2 Domaines dans  $\mathbb{R}^2$  et  $\mathbb{R}^3$ . Domaines ouverts et fermés. Lignes et surfaces de niveau
- 1.4.3 Limites des fonctions de deux et de trois variables. Propriétés (indépendance de la limite de la manière de tendance du point courant vers le point limite)
- 1.4.4 Continuité des fonctions de deux et de trois variables en un point et dans un domaine.  
Continuité des fonctions composées
- 1.4.5 Propriétés des fonctions continues en un point (somme de deux fonctions continues, produit d'une fonction continue par un scalaire, produit et quotient de deux fonctions continues)
- 1.4.6 Propriétés des fonctions continues dans un domaine fermé (Théorème des valeurs intermédiaires)
- 1.4.7 Dérivées partielles d'une fonction de deux ou trois variables. Sens physique et géométrique. Règles de calcul
- 1.4.8 Dérivées partielles d'ordre supérieur d'une fonction de deux ou trois variables
- 1.4.9 Extremums des fonctions multivariées ( $n = 2, 3$ ). Conditions analytiques
- 1.4.10 Intégration des formes différentielles totales
- 1.4.11 Applications :
  - 1.4.11.1 Equations des droites: tangente et normale en un point d'une courbe plane donnée implicitement par une relation de la forme  $f(x, y) = 0$
  - 1.4.11.2 Equation du plan tangent et de la droite normale en un point d'une surface donnée implicitement par une relation de la forme  $f(x, y, z) = 0$

#### 1.4.11.3 Calcul approché et calcul des extremums

## **MODULE 3 : GEOMETRIE ANALYTIQUE ET VECTORIELLE**

### **CHAPITRE 1**

#### **COURBES PLANES EN COORDONNEES CARTESIENNES ET POLAIRES**

##### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer le calcul différentiel pour l'étude et la représentation graphique des courbes données en coordonnées cartésiennes sous la forme :  $y = f(x)$
- Appliquer le calcul différentiel pour l'étude et la représentation graphique des courbes données en coordonnées paramétriques et en particulier, polaires, sous la forme :  $\rho = \rho(\theta)$

##### **Contenu**

###### 3.1.1 Forme : $y = y(x)$

###### 3.1.1.1 Repère cartésien

###### 3.1.1.2 Etude de la concavité en un point d'une fonction deux fois dérivable. Points d'inflexion.

###### 3.1.2 Etude et représentation graphique des courbes données en coordonnées polaires sous la forme : $\rho = \rho(\theta)$

###### 3.1.2.1 Définitions des coordonnées polaires.

###### 3.1.2.2 Changement de coordonnées. Repère cartésien associé.

###### 3.1.2.3 Equations de quelques courbes simples.

###### 3.1.2.4 Tangente en un point à une courbe définie en coordonnées polaires par la relation :

$$\rho = \rho(\theta)$$

###### 3.1.2.5 Points d'inflexion; Branches infinies; Points doubles; Points multiples

###### 3.1.3 Courbes données sous forme paramétrique : Circonférence; ellipse; hyperbole; conchoïde; astroïde; cycloïde...

### **CHAPITRE 2**

#### **LES OPERATEURS DIFFERENTIELS DANS LES CHAMPS SCALAIRES ET VECTORIELS**

##### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Utiliser l'opérateur hamiltonien et les opérateurs différentiels: grad, div, rot.
- Utiliser la dérivée directionnelle.

##### **Contenu**

###### 3.4.1 Définition d'un champ scalaire (dans le plan et dans l'espace)

###### 3.4.1.1 Lignes et surfaces de niveau

###### 3.4.2 Définition d'un champ vectoriel (dans le plan et dans l'espace)

3.4.2.1 Champ vectoriel uniforme

3.4.3 Opérateur hamiltonien nabla  $\nabla$

3.4.3.1 Le gradient d'un champ scalaire  $U(x, y, z)$  : grad  $U$ , flux d'un vecteur.

3.4.3.2 La divergence d'un champ vectoriel : div  $F$

3.4.3.3 Le rotationnel d'un champ vectoriel : rot  $F$

3.4.3.4 Propriétés de grad, div et rot

3.4.3.5 Laplacien  $\Delta$

3.4.4 Dérivée directionnelle d'un champ scalaire. Propriétés

3.4.5 Applications : Les opérateurs grad, div, rot et  $\Delta$  en coordonnées polaires, cylindriques, et sphériques.

# **MECANIQUE**

**60 périodes**

## **CHAPITRE 1**

### **STATIQUE**

- 1.1 Les vecteurs. Operations sur les vecteurs (somme, produit scalaire et produit vectoriel)
- 1.2 Principe fondamental de la statique
- 1.3 Axiomes de la statique
- 1.4 Liaisons et réactions
- 1.5 Projection d'une force dans un plan et dans l'espace
- 1.6 Moment d'une force par rapport a un point . Théorème de Varignon
- 1.7 Couple des forces. Operations sur les couples
- 1.8 Système équivalent (résultant). Résultante des forces et moment résultant
- 1.9 Le frottement. Types de frottement
- 1.10 Equilibre dans un plan
- 1.11 Equilibre dans l'espace

## **CHAPITRE 2**

### **LES MOUVEMENTS**

- 2.1 Systèmes des coordonnées, degré de liberté. Repères : cartésien, polaire, cylindrique, sphérique, changement de repère. Référentiel.
- 2.2 Cinématique du point matériel. Mouvement à une dimension, vitesse (moyenne et instantanée), accélération (moyenne et instantanée), interprétation graphique, mouvement uniforme, uniformément varié, applications.
  - 2.2.1 Mouvement à deux dimensions; vitesse, accélération, mouvement des projectiles.
  - 2.2.2 Mouvement circulaire; variable angulaire, vitesse et accélération angulaires
  - 2.2.3 Mouvement à accélération centrale : applications.
- 2.3 Mouvement relatif : mouvement d'entraînement, dérivation dans un mouvement relatif, transformation des vecteurs, vitesse et accélération, accélération complémentaire, mouvement composé.

## **CHAPITRE 3**

### **DYNAMIQUE DU POINT.FORCE**

- 3.1 Les forces . les interactions, champs de forces, exemples.
- 3.2 Principes de dynamique :
  - 3.2.1 Principe d'inertie
  - 3.2.2 Principes fondamentaux de la dynamique
  - 3.2.3 Principe d'action et de réaction.
- 3.3 Applications :
  - 3.3.1 Chute libre, tir dans le vide, tir dans l'air, mouvement à force centrale, mouvement hélicoïdal, équation du mouvement d'un système de masse variable, mouvement d'un point lié à une courbe ou à une surface (point mobile sans frottement sur une sphère).

- 3.4 Equilibre d'un point matériel; conditions d'équilibre, équilibre statique, stabilité, équilibre dynamique
- 3.5 Etat dynamique d'un point matériel; grandeurs vectorielles :
  - 3.5.1 Quantité du mouvement; définition, expression, unité
  - 3.5.2 Moment cinétique; définition, expression, unité.

## **CHAPITRE 4**

### **DYNAMIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES**

- 4.1 Mouvement d'un solide; mouvement linéaire, mouvement du centre de gravité, mouvement autour d'un axe, vitesse et accélération d'un point, d'un solide; vitesse et accélération linéaires, angulaires.
- 4.2 Moment d'inertie : définition, calcul du moment d'inertie, distribution linéaire, superficielle, volumique, théorème d'hygens.
- 4.3 Etude du mouvement d'un solide indéformable :
  - 4.3.1 Forces appliquées à un solide; forces intérieure, extérieure, force de contact, frottement
  - 4.3.2 Moment cinétique
  - 4.3.3 Principe fondamental de la dynamique des solides
  - 4.3.4 Appliqué à un solide en mouvement de translation
  - 4.3.5 Appliqué à un solide en mouvement de rotation.

## **CHAPITRE 5**

### **TRAVAIL, PUISSANCE ET ENERGIE**

- 5.1 Travail, déplacement d'un vecteur force, travail d'une force, travail de la somme des forces, unités :
  - 5.1.1 Travail dans un mouvement de translation
  - 5.1.2 Expression du travail dans un mouvement de rotation.
- 5.2 Puissance :
  - 5.2.1 Puissance instantanée, moyenne, unité
  - 5.2.2 Expression de puissance en mouvement de translation, de rotation (en fonction de : force, vitesse)
- 5.3 Energie cinétique :
  - 5.3.1 Expression de l'énergie cinétique
  - 5.3.2 Energie cinétique et travail; théorème de l'énergie cinétique
  - 5.3.3 Energie cinétique en mouvement de translation, de rotation.
- 5.4 Energie potentielle :
  - 5.4.1 Champ et potentiel, force dérivant d'un potentiel, force ne dérivant pas d'un potentiel, forces appliquées et forces conservatives
    - 5.4.1.1 Energie potentielle, expression, variation de l'énergie potentielle, énergie potentielle gravitationnelle
    - 5.4.1.2 Applications
- 5.4 Energie mécanique : expression, conservation, et non conservation de l'énergie mécanique, les forces dissipatives, forces de frottement.

## **CHAPITRE 6**

### **LES LOIS DE LA CONSERVATION**

- 6.1 Conservation d'une quantité de mouvements :
  - 6.1.1 Impulsion d'une force appliquée à un solide
  - 6.1.2 Théorème de la quantité de mouvements, applications
  - 6.1.3 Conditions de la conservation d'une quantité de mouvements, mouvements de centre de masse, application; propulsion par réaction.
- 6.2 Conservation du moment cinétique :
  - 6.2.1 Impulsion appliquée à un solide en mouvement autour d'un axe, impulsion angulaire
  - 6.2.2 Théorème du moment cinétique, applications
  - 6.2.3 Conditions de conservation du moment cinétique, application à un système déformable
  - 6.2.4 Moment cinétique dans le mouvement autour du centre de gravité.
- 6.3 Conservation de l'énergie :
  - 6.3.1 Conditions de conservation de l'énergie cinétique
  - 6.3.2 Conservation de l'énergie mécanique totale
  - 6.3.3 Applications à la mécanique du solide, théorème des forces vives, énergie mécanique dans le champ des forces extérieures, conservation de l'énergie mécanique dans un système isolé.
  - 6.3.4 Applications aux problèmes des chocs et percussions ; choc sans frottement, choc élastique, choc inélastique, pendule balistique.

## **CHAPITRE 7**

### **MOUVEMENT HARMONIQUE ET OSCILLATIONS**

- 7.1 Définition, oscillation libre.
- 7.2 Oscillateur harmonique à une dimension, oscillateur à force centrale force attractive  $f = Kx$ , un mouvement oscillatoire d'une masse attachée à un ressort, équation du mouvement, solution, période, conditions aux limites, amplitude, phase.
- 7.3 Cause d'amortissement d'un oscillateur, oscillateur amorti par frottement fluide; équation du mouvement, solution, pulsation, pseudo-période.
- 7.4 Régimes d'oscillations amorties ; conditions d'obtention d'un régime pseudo-périodique, d'un régime critique, d'un régime aperiodique, amortissement optimal.
- 7.5 Aspect énergétique de l'amortissement, facteur de qualité, analogie électrique.
- 7.6 Oscillateur harmonique amorti à une dimension soumis à une force extérieure fonction sinusoïdale du temps, équation du mouvement, solution; régime transitoire et régime forcé (permanent)
- 7.7 Etude de la résonance; bande passante, acuité de résonance, aspect énergétique.
  - 7.7.1 Analogie électromagnétique, impédance d'un oscillateur, expression, relation, vitesse-impédance à la résonance, puissance transférée, puissance moyenne.

## Communication en 1<sup>ère</sup> langue étrangère (60 périodes)

Par niveau

**1<sup>ERE</sup> langue étrangère : Français**  
**(60 périodes)**

### DESCRIPTION DU METIER

L'apprenant comprend et produit les consignes. Il prend notes de façon efficace et rapide et représente l'information sous forme de schémas (abréviation, symboles, sigles...) il repère le plan du cours et en fait la synthèse.

Cet apprenant sera capable d'échanger oralement et de suivre une discussion avec le client. De même, il maîtrisera la rédaction des documents professionnels : rapport, compte-rendu, différents types de lettres administratives.

Pour solliciter un poste, il saura présenter un CV, rédiger une lettre de candidature et se préparer à un entretien d'embauche.

### COMPETENCES

- Comprendre et produire des consignes.
- Prendre des notes.
- Etablir un échange oral.
- Etablir un échange avec le client.
- Repérer et produire un plan.
- Présenter un C.V.
- Produire des lettres professionnelles.
- Rédiger une lettre de motivation (demande d'emploi).
- Se préparer à un entretien d'embauche.

## COURS 1 : COMPRENDRE ET PRODUIRE UNE CONSIGNE (10 périodes)

### CHAPITRE 1 ETUDE D'UNE CONSIGNE COMPLEXE

#### Objectif

- Repérer les constituants d'une consigne complexe.

#### Contenu

- 1.1.1 Intonation et degré d'injonction (conseil, demande, ordre ...)
- 1.1.2 Marques des structures interrogatives à l'oral et à l'écrit.
- 1.1.3 Adverbes de modalisation (jamais, rarement, parfois, quelquefois, surtout, toujours, sûrement, certainement, sans doute,...)
- 1.1.4 Modes et temps verbaux (infinitif, impératif, futur, indicatif).

- 1.1.5 Structures syntaxiques : nominales, infinitives
- 1.1.6 Choix des personnes de l'énonciation
- 1.1.7 Formes verbales impersonnelles : formes pronominales et passive, proposition participiale (passe et présent).
- 1.1.8 Verbes de modalité : pouvoir, vouloir, savoir et devoir

## **CHAPITRE 2**

### **PRODUIRE DES CONSIGNES A PARTIR D'UNE TACHE CONCRETE**

#### **Objectif**

- Utiliser les notions du chapitre 1 pour produire une consigne

#### **Contenu**

- 1.2.1 Analyse d'une consigne ambiguë.
- 1.2.2 Reformulation d'une consigne ambiguë.
- 1.2.3 Production d'une consigne claire.

## **COURS 2 : PRENDRE DES NOTES**

**(10 périodes)**

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours l'apprenant devrait être capable de :

- Distinguer les étapes d'un discours.
- Eliminer les éléments non-essentiels.
- Lire des notes.
- Reconstituer les notes en texte.

## **CHAPITRE 1**

### **LES ETAPES D'UN DISCOURS**

#### **Objectif**

- Ecouter un discours, en éliminer les éléments non essentiels et en distinguer les étapes.

#### **Contenu**

- 2.1.1 Relation plan / exposé oral.
- 2.1.2 Relation exposé oral / Icônes / image fixe ou mobile.
- 2.1.3 Relation exposé oral / démonstration / gestuelle.

## **CHAPITRE 2**

### **LES NOTES**

#### **Objectifs**

- Prendre des notes.
- Lire les notes.
- Reconstituer les notes en texte.

#### **Contenu**

- 2.2.1 Synthèses d'abréviation.
- 2.2.2 Synthèses d'une phrase en un mot-clé.
- 2.2.3 Elision des mots grammaticaux inutiles (détermination, préposition, pronoms.)



#### 2.2.4 Utilisation des symboles, des abréviations et des sigles.

### **COURS 3 : ETABLIR UN ECHANGE ORAL**

**(10 périodes)**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours l'apprenant devrait être capable de :

- Connaître et respecter les paramètres indispensables à toute communication orale (attention, écoute, disponibilité ...).
- Repérer le type d'argument.
- Restituer oralement un message écrit ou oral : choisir, ordonner et structurer les éléments de son propre message.
- Se fixer un ou des objectifs et le (ou les) exprimer oralement.
- reformuler un message oral en tenant compte du destinataire et respectant la situation de communication (sujet, destinataire, les objectifs fixés ...)

### **CHAPITRE 1** **LA COMMUNICATION ORALE : RECEPTION**

#### Objectifs

- Comprendre un message oral.
- Restituer un message oral.

#### Contenu

- 3.1.1 Schéma logique de l'intervention.
- 3.1.2 Intonation.
- 3.1.3 Pronoms toniques.
- 3.1.4 Lexique de l'exemple, de la comparaison (tel, ainsi que, comme).
- 3.1.5 Repérage des redondances dans un document.
- 3.1.6 Restitution d'un message.

### **CHAPITRE 2** **LA COMMUNICATION ORALE : EMISSION**

#### Objectifs

- Répondre à un message oral.
- Recentrer le sujet d'une discussion ou le thème d'un débat.
- Reformuler un message oral.

#### Contenu

- 3.2.1 Types d'actes de parole : les verbes d'énonciation (confirmer, réfuter, juger, conclure ...).
- 3.2.2 Lexique de la confirmation (d'ailleurs, en effet ...).
- 3.2.3 Lexique de la concession et de la réfutation (certes, bien sûr, mais, cependant).
- 3.2.4 Réponse argumentée à une demande.
- 3.2.5 Structures syntaxiques du discours indirect.
- 3.2.6 Compte-rendu oral d'un événement dans l'entreprise, d'une visite de site, d'une réunion.

### **COURS 4: REPERER UN PLAN**

**(10 périodes)**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours l'apprenant devrait être capable de :

- Dégager les thèmes et les sous-thèmes d'un exposé

- Repérer la structure de l'exposé.
- Dégager les liens logiques entre les différentes parties.
- Reformuler l'exposé sous forme de plan.

## **CHAPITRE 1**

### **STRUCTURE DE L'EXPOSE : LE THEME ET LES SOUS - THEMES**

#### **Objectif**

- Repérer à partir de certains indices, le plan de l'exposé.

#### **Contenu**

- 4.1.1 Ponctuation
- 4.1.2 Paratexte (titre, sous-titre, encadré, notes illustrations et renvois)
- 4.1.3 Symboles, abréviations et sigles.

## **CHAPITRE 2**

### **LIENS LOGIQUES ENTRE LES PARTIES**

#### **Objectif**

- Repérer les liens logiques entre les parties.

#### **Contenu**

- 4.2.1 Eléments lexicaux de cohésion.
- 4.2.2 Eléments grammaticaux de cohésion : (conjonction de coordination...)
- 4.2.3 Lexique approprié pour introduire, exprimer une hypothèse, présenter des données, démontrer, expliquer, exprimer une restriction ou une condition, annoncer un résultat, conclure.
- 4.2.4 Articulateurs logiques et chronologiques
- 4.2.5 Choix des structures nominales ou infinitives d'après le moment de l'exposé.

## **CHAPITRE 3**

### **PASSAGE DE L'EXPOSE AU PLAN**

#### **Objectif**

- Reformuler l'exposé sous forme de plan

#### **Contenu**

- 4.3.1 Utiliser les notions des chapitres 1 et 2 pour faire des exercices d'application

## **COURS 5 : REDIGER DES DOCUMENTS ADMINISTRATIFS ET PROFESSIONNELS**

**(20 périodes)**

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Présenter un C.V.
- Rédiger une lettre de motivation (demande d'emploi)
- Rédiger des lettres administratives et professionnelles.
- Rédiger un rapport, un compte-rendu.
- Se préparer à un entretien d'embauche.

## **CHAPITRE 1**

### **REDACTION ADMINISTRATIVE ET PROFESSIONNELLE.**

## Objectifs

- Présenter un C.V.
- Rédiger une lettre de motivation (demande d'emploi)
- .
- Rédiger des lettres professionnelles : commande, demande de renseignements, demande de stage...
- Rédiger un rapport, un compte-rendu.
- Se préparer à un entretien d'embauche.

## Contenu

- 5.1.1 Structure du C.V.
- 5.1.2 Structure de la lettre de motivation et de la lettre professionnelle.
- 5.1.3 Lexique : formules de politesse, de présentation....
- 5.1.4 Révision des verbes de modalité (avoir, l'intention de, décider de ...).
- 5.1.5 Mise en page d'une lettre (en-tête, marge, espaces...).
- 5.1.6 Notion de paragraphes.
  - 5.1.7 Les quantificateurs partitifs : un peu de, beaucoup de, (ne pas confondre avec peu de, assez de, trop de) des, quelques, plusieurs, certains, pas du tout, en, une partie.
- 5.1.8 Les marqueurs spatiaux : devant, derrière, avant, après, gauche, droite, latéral, postérieur, inférieur, supérieur, côté, centre.
- 5.1.9 Lexique : vocabulaire approprié au type de lettre.
- 5.1.10 Mise en page et contenu d'un compte-rendu.
- 5.1.11 Mise en page et contenu d'un rapport.

**N.B.** : Le dernier objectif doit être reparté sur toute l'année.

## **2<sup>EME</sup> langue étrangère : Français** **(60 périodes)**

### **DESCRIPTION DU METIER**

A la fin de ce cursus, l'apprenant devrait être capable de participer à une conversation : il saurait se présenter, prendre la parole et soutenir une conversation portant sur des sujets se rapportant à sa spécialisation comme la prise de congé. Il devrait alors comprendre, produire les consignes et les traduire quand il le faut. Finalement, il devrait consulter des documents de la spécialité.

### **COMPETENCES**

- Présenter, se présenter, prendre la parole.
- Comprendre et produire des consignes.
- Consulter des documents de la spécialité.

### **COURS 1 : PRESENTER, SE PRESENTER, PRENDRE LA PAROLE** **(25 périodes)**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Prendre contact.
- Etablir un échange de base.
- Soutenir une conversation.
- Prendre congé.

### **CHAPITRE 1** **PRISE DE CONTACT ET ECHANGE DE BASE**

#### **Objectifs**

- Saluer.
- Se présenter.
- Etablir un échange de base.

#### **Contenu**

- 1.1.1 Destinataire : pronoms sujets et toniques, choix de la personne (tutoiement/ vouvoiement).
- 1.1.2 Lexique de la salutation adapté à la personne et à la situation.
- 1.1.3 Formules de prise de contact.
- 1.1.4 Structures interrogatives à l'oral.
- 1.1.5 Expressions ou structures d'interrogation (s'il vous plaît, pardon, excusez-moi...).
- 1.1.6 Conditionnel de politesse.
- 1.1.7 Présentatifs (c'est un, il est...).

### **CHAPITRE 2** **CONVERSATION**

#### **Objectifs**

- Entamer et soutenir une conversation.
- Echanger des points de vue (des opinions).

#### **Contenu**

- 1.2.1 Structures syntaxiques du discours direct.
- 1.2.2 Intonation.
- 1.2.3 Lexique de l'exemple, de la comparaison (tel, ainsi que, comme...).

- 1.2.4 Expressions d'ouverture, de fermeture et de changement d'orientation.
- 1.2.5 Pronoms toniques.
- 1.2.6 Expressions ou adverbes ou interjections de réflexion (bon, c'est-à-dire, est...).
- 1.2.7 Formules de demande d'explicitation (je n'ai pas compris, c'est-à-dire ? ...).
- 1.2.8 Lexique de l'accord / du désaccord.

### **CHAPITRE 3**

#### **PRISE DE CONGE**

##### Objectifs

- Enoncer des hypothèses.
- Prendre congé.

##### Contenu

- 1.3.1 Lexique de l'énonciation (dire, rappeler, aborder...).
- 1.3.2 Lexique de l'appréciation (nul, médiocre, excellent) et du remerciement (merci, je vous en prie...).
- 1.3.3 Eléments d'information socioculturels (appellation, formules de politesse, tutoiement, vouvoiement...).
- 1.3.4 Lexiques de probabilité (adverbes d'affirmation, de négation, de doute: sans doute, certainement, peut-être, on ne sait jamais...).
- 1.3.5 Lexique et gestuelle de la prise de congé.
- 1.3.6 Les outils de l'hypothèse
  - 1.3.6.1 Modes et temps (subjectif, conditionnel, imparfait)
  - 1.3.6.2 Conjonctions (si, au cas où...)

### **COURS 2 : COMPRENDRE ET PRODUIRE DES CONSIGNES**

**(20 périodes)**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Comprendre l'objectif d'une consigne complexe.
- Expliciter une consigne.
- Reformuler des consignes, produire des consignes à partir d'une tâche concrète.
- Traduire un mode d'emploi, une tâche à accomplir.

### **CHAPITRE 1**

#### **ETUDE DE CONSIGNES**

##### Objectif

- Repérer les constituants d'une consigne complexe.

##### Contenu

- 2.1.1 Intonation et degré d'injonction (conseil, demande, ordre).
- 2.1.2 Marques des structures interrogatives à l'oral et à l'écrit (est-ce que...)
  - 2.1.2.1 Structures interrogatives à l'oral et à l'écrit.
  - 2.1.2.2 Interrogation directe.
- 2.1.3 Adverbes de modalisation (jamais, rarement, parfois, surtout, toujours, sûrement, certainement, sans doute...)
- 2.1.4 .professionnelles Lexique des tâches

## **CHAPITRE 2**

### **PRODUCTION ET TRADUCTION DE CONSIGNE**

#### **Objectifs**

- Produire des consignes.
- Traduire des consignes.

#### **Contenu**

- 2.2.1 Modes et temps verbaux (infinitif... impératif... futur de l'indicatif...).
- 2.2.2 Structures syntaxiques nominales, infinitives, verbales.
- 2.2.3 Choix des personnes de l'énonciation.
- 2.2.4 Formes verbales impersonnelles : forme, pronominale de sens passif, proposition participiale (passé et présent).
- 2.2.5 Verbes de modalité (pouvoir, savoir, devoir...).
- 2.2.5.1 Utiliser les notions du chapitre 1 pour produire des consignes.
- 2.2.5.2 Thème et version de textes concernant la spécialisation.

### **COURS 3 : CONSULTER DES DOCUMENTS DE LA SPECIALITE**

**(15 périodes)**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Lire en faisant la relation entre le texte et l'illustration.
- Comprendre et utiliser les termes techniques.
- Faire une recherche ciblée d'information.

## **CHAPITRE 1**

### **LECTURE ET COMPREHENSION D'UN DOCUMENT**

#### **Objectifs**

- Associer texte et illustration.
- Utiliser les termes techniques.

#### **Contenu**

- 3.1.1 Mise en relief ou en schéma (espaces, tirets, retraits de ligne, graphismes et sigles).
- 3.1.2 Structures nominale, infinitive, impérative.

## **CHAPITRE 2**

### **RECHERCHE CIBLEE D'INFORMATION**

#### **Objectif**

- Faire une recherche ciblée d'information.

#### **Contenu**

- 3.2.1 Impersonnalisation de l'énonciation (« il » et « on » impersonnels).
- 3.2.2 Forme pronominale.
- 3.2.3 Les modalités, idées de pouvoir et de devoir.
- 3.2.4 L'expression de l'interdiction : forme négative, adjectifs (déconseillé, défendu, dangereux...).
- 3.2.5 La condition avec « si »

<p><b>Communication en 2<sup>ème</sup> langue étrangère (60 Périodes)</b></p>
---

## **JOB DESCRIPTION**

At the end of this course, learners should be able to receive clients, talk to them, handle administrative and professional correspondence, they will learn also how to make simple and common contacts with people, clients, suppliers etc, they will know how to consult technical documents related to their field. After that, they'll be able to negotiate and sell, as much as to write memos, minutes, reports and to synthesize.

## **COMPETENCES**

- Receive the client.
- Talk to the client.
- Administrative and professional correspondence.
- Simple and common external contacts.
- Consult technical documents.
- Negotiate and sell.
- Write a memorandum, minutes, reports and synthesize.

## **UNIT 1 : RECEIVE THE CLIENT**

### **OBJECTIVE**

- By the end of unit learners will be able to determine the attitude, mood and intention, receive people and take notes of their command.

### **LESSON 1**

#### **DETERMINE THE ATTITUDE, MOOD AND INTENTION**

##### **Objective**

- Learners will be able to determine the attitude, mood and intention.

##### **Contents**

1.1.1 Intonation.

1.1.2 Terms related to mood (mood).

### **LESSON 2**

#### **RECEIVE PEOPLE**

##### **Objective**

- Learners will be able to know how to receive people.

### Contents

- 1.2.1 Interjections.
- 1.2.2 Gestures.
- 1.2.3 Use of language (formal, informal, stung familiar).
- 1.2.4 Terms of satisfaction and joy.
- 1.2.5 Greetings.

### **LESSON 3**

#### **TAKE NOTES OF CLIENT'S COMMANDS**

##### Objective

- Learners will be able to take notes of client's commands.

##### Contents

- 1.3.1 Areas (restaurant, hotel,...).
- 1.3.2 Lexical terms of service (reservation, transportation, assurance...).
- 1.3.3 Lexical terms of formalities (visas, registration).

## **UNIT 2 : TALKING TO THE CLIENT**

### **OBJECTIVE**

- Learners will know how to take notes of complaints, ask for precision, give excuses, and keep people on hold. Then, they'll be able to suggest, give advice, assure, express their objective, and argumentate.

### **LESSON 1**

#### **TAKE NOTES OF A COMPLAINT AND ASK FOR PRECISION**

##### Objective

- Learners will acquire the skills of taking notes and asking for precision.

##### Contents

- 2.1.1 Lexical terms related to formalities and services.
- 2.1.2 Questions form (formal – informal).
- 2.1.3 Taking notes techniques.

### **LESSON 2**

#### **GIVE EXCUSES AND KEEP PEOPLE ON HOLD**

##### Objective

- Learners will be able to present their excuses and ask people to wait, and stay on hold.

##### Contents

- 2.2.1 Conditionals.
- 2.2.2 Future/continuous.
- 2.2.3 Terms of concession, polite refusal and excuses.
- 2.2.4 Time expressions.
- 2.2.5 Chronological markers.



**LESSON 3**  
**SUGGEST, GIVE ADVICE, ASSURE, GIVE ON OBJECTIVE AND  
ARGUMENTATE**

**Objective**

- By the end of this lesson, learners will have acquired many skills that help them to communicate orally with clients, such as suggesting, giving advice, assuring, expressing an objective and argumentate.

**Contents**

- 2.3.1 same as lessons 1 and 2.
- 2.3.2 Alternatives (either, or, neither, nor...).
- 2.3.3 Assurance terms of guarantee (I assure, I bet...).

**DROIT**

**30 périodes**

القسم الأول  
قانون العمل

الدرس الأول: ماهية قانون العمل

1-1: تعريف قانون العمل

2-1: نطاق تطبيق قانون العمل

الدرس الثاني: عقد العمل الفردي

1-2: تعريفه

2-2: عناصره

3-2: أطرافه

4-2: موجبات طرفيه

5-2: أنواعه

6-2: الأسباب المشتركة لإنهاء جميع أنواع عقود العمل الفردية

7-2: أسباب إنتهاء عقود العمل المحددة المدة

8-2: أسباب إنتهاء عقود العمل غير المحددة المدة

8-2: الفرق بين عقد العمل المحدد المدة وعقد العمل غير المحدد المدة

الدرس الثالث: مدة العمل والإجازات

1-3: مدة العمل

1-1-3: الحد الأقصى للعمل الأسبوعي

2-1-3: شروط تشغيل الأجراء ساعات إضافية

3-1-3: الراحة اليومية

4-1-3: الراحة الأسبوعية

2-3: الإجازات

1-2-3: إجازة الوفاة

2-2-3: إجازات الأعياد

3-2-3: إجازة الولادة أو الأمومة (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

4-2-3: الإجازة السنوية أو العادية (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

5-2-3: الإجازة المرضية (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

الدرس الرابع: النظام الداخلي للمؤسسات

1-4: تعريفه

2-4: مضمونه

### الدرس الخامس: مجالس العمل التحكيمية

- 1-5: تعريفها
- 2-5: إنشاؤها (تأليفها)
- 3-5: اختصاصاتها
- 4-5: القواعد والأصول المتبعة أمامها

### الدرس السادس: النقابات

- 1-6: تعريف النقابة
- 2-6: شروط إنشاء النقابة
- 3-6: موجبات النقابة

### الدرس السابع: إضراب الأجراء

- 1-7: تعريف إضراب الأجراء
- 2-7: تعريف إضراب الأجراء القانوني
- 3-7: الشروط الواجب توافرها لإعتبار إضراب الأجراء إضراباً قانونياً

### الدرس الثامن: عقود العمل الجماعية والوساطة والتحكيم

- 1-8: عقود العمل الجماعية
- 1-1-8: تعريف عقد العمل الجماعي
- 2-1-8: شروط صحة عقد العمل الجماعي
- 3-1-8: مدة عقد العمل الجماعي
- 4-1-8: الفرق بين عقد العمل الفردي وعقد العمل الجماعي
- 2-8: الوساطة والتحكيم
- 1-2-8: الوساطة (تعريفها، أصولها أو إجراءاتها، إنهاؤها، آثارها أو نتائجها)
- 2-2-8: التحكيم (تعريفه، أصوله أو إجراءاته، إنهاؤه، آثاره أو نتائجها)
- 3-2-8: الفرق بين الوساطة والتحكيم

### القسم الثاني

### قانون الضمان الإجتماعي

### الدرس الأول: الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي

- 1-1: تعريف الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي
- 2-1: شروط الإنتساب إلى الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي

### الدرس الثاني: الفروع التي يشملها الضمان

- 1-2: فرع ضمان المرض والأمومة
- 1-1-2: تعريف ضمان المرض والأمومة
- 2-1-2: الحالات التي يشملها فرع ضمان المرض والأمومة

- 2-1-3: الأشخاص الذين يشملهم فرع ضمان المرض والأمومة
- 2-1-4: تقديمات فرع ضمان المرض والأمومة
- 2-1-5: العناية الطبية (الأشخاص الذين يستفيدون منها، تقديماتها، مقدار مساهمة الصندوق والأشخاص المضمونين فيها)
- 2-1-6: الاشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفية
- 2-2: فرع ضمان طواريء العمل والأمراض المهنية (تعريفه، حالاته)
- 2-3: فرع التقديمات العائلية والتعليمية (التعويضات العائلية)
- 2-3-1: تعريف التعويض العائلي
- 2-3-2: الأشخاص الذين تتوجب عنهم التقديمات (التعويضات)
- 2-3-3: الأشخاص الذين تدفع لهم التقديمات (التعويضات)
- 2-3-4: قيمة التعويضات وطريقة دفعها
- 2-3-5: الاشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفية
- 2-4: فرع نظام تعويض نهاية الخدمة
- 2-4-1: تعريف تعويض نهاية الخدمة
- 2-4-2: حالات إستحقاق تعويض نهاية الخدمة (الكامل والمخفض)
- 2-4-3: الاشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفية
- 2-4-4: الفرق بين تعويض نهاية الخدمة الكامل وتعويض نهاية الخدمة المخفض.

**DESSIN TECHNIQUE**

**60 périodes**

**CHAPITRE 1**  
**NORMES ET TRAITS**

- 1.1 But du dessin technique.
- 1.2 Matériels utilisés par le dessinateur.
- 1.3 Généralités sur la normalisation.
- 1.4 Ecritures et présentation du dessin.
- 1.5 Formats et traits.
- 1.6 Cotations.

**CHAPITRE 2**  
**RACCORDEMENTS**

- 2.1 But du raccordement
- 2.2 Les méthodes de raccords : point et droite, deux droites, droite et cercle, deux cercles.

**CHAPITRE 3**  
**PROJECTIONS**

- 3.1 But de la projection
- 3.2 Les méthodes de projection.
- 3.3 Projection orthogonale.
- 3.4 Mise en page; Echelles.
- 3.5 Vue, demi vue et vue éclatée.
- 3.6 Exécution de plusieurs formes de pièces (cube, plan incliné,
- 3.7 cylindre, sphère, parties cachées...)

**CHAPITRE 4**  
**COUPES ET SECTIONS**

- 4.1 But d'une coupe et d'une section.
- 4.2 Coupe et hachures, demie-coupe.
- 4.3 Coupe brisée à plans parallèles, à plans sécants; coupe locale.
- 4.4 Hachures.
- 4.5 Section sortie, section rabattue, demi rabattement.

**CHAPITRE 5**  
**PERSPECTIVES**

- 5.1 But et utilité d'une perspective.
- 5.2 Perspective cavalière.
- 5.3 Perspective axonométrique.

**CHAPITRE 6**  
**COTATION TOLERANCE ET AJUSTEMENTS**

- 1.1 Interchangeability
- 1.2 Cotation

1.3 Tolérance

**ELECTRICITE**

**60 périodes**

**PARTIE 1 : COURANT CONTINU**

**CHAPITRE 1**  
**LOI ELECTRIQUE**

- 1.1 Loi d'ohm
- 1.2 Résistivité
- 1.3 Loi de joule
- 1.4 Puissance en électricité
- 1.5 Loi d'attraction
- 1.6 Loi des nœuds
- 1.7 Loi des mailles

**CHAPITRE 2**  
**LES RESISTORS ET LEURS RESISTANCES**

- 2.1 Résistor linéaire
- 2.2 Résistor non linéaire
- 2.3 Association des résistors linéaires
- 2.4 Application de groupement des résistances et théorème de Kennely

**CHAPITRE 3**  
**LES ELECTROMOTEURS**

- 3.1 Le dipôle électromoteur
- 3.2 Propriétés de l'électromoteur
- 3.3 Le dipôle électromoteur réversible
- 3.4 Propriétés de l'électromoteur réversible
- 3.5 Association des électromoteurs en série et parallèle

**CHAPITRE 4**  
**CIRCUITS À PLUSIEURS MAILLES**

- 4.1 Méthode de Kirchhoff
- 4.2 Méthode de Norton
- 4.3 Méthode de Thevenin
- 4.4 Lois relatives aux circuits électriques à une maille

**PARTIE 2 : COURANTS VARIABLES**

## **CHAPITRE 5** **COURANT ALTERNATIF**

- 5.1 Différentes formes de courant - tension
- 5.2 Propriétés (période ; fréquence ; expression instantanée)
- 5.3 Fonction sinusoïdale et représentation graphique
- 5.4 Propriétés des grandeurs électriques de même fréquence (avec ou sans déphasage)
- 5.5 Calcul de la valeur moyenne d'une grandeur électrique

## **CHAPITRE 6** **NOMBRE COMPLEXE**

- 6.1 Définition et propriétés des nombres complexes
- 6.2 Addition ; soustraction ; multiplication en complexe
- 6.3 Puissance et racines d'un nombre complexe
- 6.4 Utilisation des nombres complexes en sinusoïdales

## **CHAPITRE 7** **DIPÔLE SOUS TENSION SINUSOÏDALE (LOI D'OHM EN RÉGIME SINUSOÏDAL)**

- 7.1 Dipôle linéaire et dipôle passif
- 7.2 Impédance d'un dipôle
- 7.3 Puissances et facteur de puissance
- 7.4 Application :
  - Dipôle purement résistif
  - Dipôle purement inductif
  - Dipôle purement capacitif

## **CHAPITRE 8** **CHARGE R L C**

- 8.1 Groupement série RLC
- 8.2 Groupement parallèle RLC
- 8.3 Groupement mixte

## **CHAPITRE 9** **COURANT TRIPHASÉ**

- 9.1 Système triphasé
- 9.2 Définition des tensions composées et représentation de Fresnel
- 9.3 Couplage des générateurs et récepteurs
- 9.4 Puissance en régime triphasé équilibré
- 9.5 Facteur de puissance

# INFORMATIQUE

(60 périodes)

## CHAPTER 1 INITIATION TO ALGORITHM

- 1.1 Definition and characteristics of an algorithm
- 1.2 Structure of an algorithm (by symbols or pseudo-code)
  - 1.1.2 Examples

## CHAPTER 2 AN OVERVIEW OF C++

- 2.1 Definition of programming language
- 2.2 Compilation.
  - 2.2.1 Preprocessor.
  - 2.2.2 Program execution.
- 2.3 The form of a program.

## CHAPTER 3 C++: VARIABLES, CONSTANTS, OPERATORS, AND EXPRESSIONS

- 3.1 Identifier names.
- 3.2 Data types.
  - 3.2.1 Types modifiers.
  - 3.2.2 Access modifiers.
- 3.3 Declaration of variables.
- 3.4 Local variables, formal parameters, global variables.
- 3.5 Assignment statements.
  - 3.5.1 Multiple assignments, type conversion in assignments, variable initializations.
- 3.6 Constants.
- 3.7 Operators.
  - 3.7.1 Arithmetic operators.
  - 3.7.2 Increment and decrement.
- 3.8 Expressions.
  - 3.8.1 Type conversion in expressions.
  - 3.8.2 Casts.



**CHAPTER 4**  
**C++: PROGRAM CONTROL STATEMENTS**

- 4.1 If statement.
- 4.2 Switch.
- 4.3 Iteration statements (Loops).
  - 4.3.1 The for Loop.
  - 4.3.2 The while loop.
  - 4.3.3 Do-while.

**CHAPTER 5**  
**THE INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT**  
(Software: Visual C++ expression edition 2010 or others)

- 5.1 The four IDE windows.
- 5.2 The menu window.
- 5.3 Object inspector window.
- 5.4 Form window.
- 5.5 Code (Unit) window.
- 5.6 Using speed menus.
- 5.7 Using context - sensitive help.
- 5.8 Types of applications.
  - 5.8.1 Creating a console application.
  - 5.8.2 Creating a simple windows application.

**CHAPTER 6**  
**FUNCTIONS**

- 6.1 The general form of a function.
- 6.2 The return statement.
- 6.3 Understanding the scope of a function.
- 6.4 Function arguments.
- 6.5 argc and argv - arguments to main ( ).
- 6.6 Function prototypes.
- 6.7 Recursion.
  - 6.7.1 Definition (Base case and return case).
  - 6.7.2 Programming exercises.

**CHAPTER 7**  
**ARRAYS**

- 7.1 Single-dimension arrays.
- 7.2 Passing single-dimension arrays to functions.
- 7.3 Two-dimensional arrays.
- 7.4 Array initialization.
- 7.5 Enumeration.
  - 7.5.1 Programming exercises.

7.6 Structure (records).

7.6.1 Programming exercises.

### **CHAPTER 8** **SORTING ALGORITHMS**

8.1 Insertion (algorithm + program).

8.2 Selection (algorithm + program).

8.3 Bubble sort (algorithm + program).

### **CHAPTER 9** **POINTERS**

9.1 Definition of pointers

9.2 Pointer variables.

9.3 The pointer operators.

9.4 Pointer expressions.

9.4.1 Pointer assignments.

9.4.2 Pointer arithmetic.

9.4.3 Pointer comparisons.

### **CHAPTER 10** **INPUT/OUTPUT**

10.1 Programming exercises.

### **CHAPTER 11** **FILES MANIPULATION**

11.1 Programming exercises.

### **CHAPTER 12** **INTRODUCTION TO OBJECT- ORIENTED PROGRAMMING**

12.1 Object-oriented terms.

12.1.1 Information hiding.

12.1.2 Inheritance

12.2.3 Polymorphism

12.2 Class members

12.2.1 Private- public

12.3 Programming exercises.

**ELECTRONIQUE**

**60 périodes**

**CHAPITRE1**  
**ENERGIES DANS L'ATOME**

- 1.1 Structure de l'atome
- 1.2 Niveaux électroniques ou niveaux d'énergie
- 1.3 Atome isolé
- 1.4 Radiation électromagnétique (thermique ; chimique ; optoélectronique)
- 1.5 Classement des radiations
- 1.6 Emission d'une radiation électromagnétique

**CHAPITRE 2**  
**LE COURANT ELECTRIQUE DANS LES SOLIDES**

- 2.1 Structure des solides
- 2.2 Bande d'énergie
- 2.3 Mouvement des électrons libres dans les solides
- 2.4 Conductivité d'un solide
- 2.5 Conducteur
- 2.6 Isolants
- 2.7 Semi-conducteurs purs ou intrinsèques
- 2.8 Conductibilité d'un semi-conducteur intrinsèque

**CHAPITRE 3**  
**LE SEMI-CONDUCTEUR DOPE**

- 3.1 Dopage d un semi conducteur
- 3.2 Semi conducteur extrinsèque type N
- 3.3 Semi conducteur extrinsèque type P
- 3.4 Influence de la température
- 3.5 Effet Hall

**CHAPITRE 4**  
**LA JONCTION PN**

- 4.1 Représentation simplifiée des semi-conducteurs extrinsèque
- 4.2 La jonction PN
- 4.3 Rôle du champ électrostatique
- 4.4 La jonction PN sous tension

## **CHAPITRE 5 LA DIODE**

- 5.1 Constitution
- 5.2 Caractéristique directe
- 5.3 Caractéristique inverse
- 5.4 Effet de la température sur la jonction
- 5.5 Claquage de la jonction
- 5.6 Rôle du redresseur (simple ; double à 2 diodes ; double à pont)
- 5.7 Diode Zener (en continu ; en alternatif)

## **CHAPITRE 6 TRANSISTOR BIPOLAIRE**

- 6.1 Constitution
- 6.2 Les deux jonctions du transistor bipolaire
- 6.3 Etude du transistor NPN monté en E.C.
- 6.4 Réseaux de caractéristiques
- 6.5 Point de fonctionnement d'un transistor
- 6.6 Régime de fonctionnement d'un transistor
- 6.7 Utilisation du transistor bipolaire (en continu commutation ; en alternatif)

## **CHAPITRE 7 TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP TEC**

- 7.1 T.E.C. à jonction à canal N
- 7.2 Caractéristique  $I_D(V_{DS})$  pour  $V_{GS} = 0$  pincement
- 7.3 Réseaux de caractéristiques
- 7.4 Polarisation du T.E.C.
- 7.5 Utilisation du T.E.C.

## **CHAPITRE 8 AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL**

- 8.1 Introduction et présentation
- 8.2 Amplificateur opérationnel parfait
- 8.3 Amplificateur opérationnel en régime linéaire :
  - Suiveur
  - Inverseur
  - Non-inverseur
  - Additionneur
  - Additionneur inverseur
  - Intégrateur
  - Dérivateur
- 8.4 Amplificateur opérationnel en régime non linéaire :
  - Comparateur sans hystérésis
  - Comparateur avec hystérésis

### **CHAPITRE 9**

#### **REPRÉSENTATION DE L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE**

- 9.1 Interrupteur statique à base des semi-conducteurs
- 9.2 Aire de sécurité et pertes joules à la coupure ou fermeture
- 9.3 Diode de puissance
- 9.4 Critère de choix d'une diode
- 9.5 Critère de protection
- 9.6 Diode de roue libre
- 9.7 Transistor bipolaire de puissance
- 9.8 Critère de protection
- 9.9 Transistor en commutation
- 9.10 MOS et MOSFET
- 9.11 Limite de fonctionnement

### **CHAPITRE 10**

#### **THYRISTOR**

- 10.1 Constitution et fonctionnement
- 10.2 Amorçage d'un thyristor
- 10.3 Blocage par commutation naturelle
- 10.4 Blocage par commutation forcée
- 10.5 Choix d'un thyristor et mode de protection
- 10.6 Circuit de commande de la gâchette
- 10.7 Redresseur commandé
- 10.8 Régulation de vitesse d'un moteur DC par un redresseur commandé
- 10.9 Redresseur commandé double alternance
- 10.10 Redresseur commandé en pont

## **THERMODYNAMIQUE**

**60 périodes**

### **CHAPITRE 1 : NOTIONS DE BASE ET DEFINITIONS**

- 1- Systèmes thermodynamiques.
- 2- Environnement.
- 3- Frontière.
- 4- propriété, état.
- 5- évolution, et équilibre thermodynamique.
- 6- unités de masse, de longueur, de temps et de force, volume massique (spécifique), pression, température.

### **CHAPITRE 2 : PREMIER PRINCIPE DE THERMODYNAMIQUE**

- 1- La notion d'énergie.
- 2- Travail & chaleur.
- 3- Bilan d'énergie appliqué à un système fermé.

### **CHAPITRE 3 : PROPRIETES DES CORPS PURS, SIMPLES ET COMPRESSIBLES**

- 1- Relations :  $P - V - T$ .
- 2- Données thermodynamiques.
- 3- Gaz parfait.
- 4- Energie interne, Enthalpie, chaleurs spécifiques de gaz parfait.

### **CHAPITRE 4 : ANALYSE DES SYSTEMES OUVERTS**

- 1- Conservation de la masse.
- 2- Conservation de l'énergie.
- 3- Écoulements permanents.

### **CHAPITRE 5 : TRANSFORMATIONS THERMODYNAMIQUES ET LEURS REPRESENTATIONS**

- 1- Généralité sur la Transformation.
- 2- Transformation isotherme

- 3- Transformation isochore
- 4- Transformation isobare
- 5- Transformation adiabatique
- 6- Application du premier principe de la thermodynamique sur les quarts transformations du gaz parfait

### **CHAPITRE 6 :** **SECOND PRINCIPE DE THERMODYNAMIQUE**

- 1- Énoncé du second principe.
- 2- Évolutions réversibles et irréversibles.
- 3- Corollaires du second principe.
- 4- L'échelle de température KELVIN.
- 5- Le cycle de CARNOT

### **CHAPITRE 7 :** **L'ENTROPIE**

- 1- L'inégalité de CLAUSIUS
- 2- Entropie d'un corps pur
- 3- L'évolution isentropique
- 4- Bilan d'entropie
- 5- Rendement isentropique, efficacité isentropique de turbine, compresseur, pompes.

### **CHAPITRE 8 :** **LES CYCLES THERMODYNAMIQUES A GAZ**

- 1- Le cycle classique de RANKINE
- 2- Cycle classique OTTO
- 3- Cycle classique de DIESEL
- 4- Cycle théorique de BRAYTON
- 5- Les turbines à gaz
- 6- Cycles de réfrigération

### **CHAPITRE 9 :** **MÉLANGES NON-RÉACTIFS**

- 1- Propriétés thermodynamiques des mélanges
- 2- Psychrométrie

# **MECANIQUE DE FLUIDE**

**60 périodes**

## **CHAPITRE 1**

### **INTRODUCTION**

- 1.1 Historique
- 1.2 Forces agissantes sur les liquides - Pression dans les liquides
- 1.3 Propriétés principales des liquides

## **CHAPITRE 2**

### **HYDROSTATIQUE**

- 2.1 Propriétés de la pression hydrostatique
- 2.2 Equation fondamentale de l'hydrostatique
- 2.3 Hauteur piézométrique, vide, mesure de la pression
- 2.4 Pression d'un liquide sur une paroi plane
- 2.5 Pression d'un liquide sur une paroi cylindrique
- 2.6 Corps flottant – (Principe d'ARCHIMED)

## **CHAPITRE 3**

### **EQUILIBRE RELATIF DES LIQUIDES**

- 3.1 Notions de base
- 3.2 Mouvement rectiligne et uniforme accéléré d'un récipient contenant un liquide
- 3.3 Rotation uniforme d'un récipient contenant un liquide

## **CHAPITRE 4**

### **EQUATION FONDAMENTALES DE L'HYDRAULIQUE**

- 4.1 Notions de base
- 4.2 Débit, équation de continuité
- 4.3 Démonstration de la formule de BERNOULLI pour un filet de liquide parfait
- 4.4 Equation de BERNOULLI pour un courant réel
- 4.5 Pertes de charge (notions générales)



4.6 Exemples d'application de la relation de BERNOULLI

## **CHAPITRE 5**

### **REGIMES D'ECOULEMENTS DES LIQUIDES DANS LES CONDUITES**

5.1 Régimes d'écoulements des liquides dans les conduites

5.2 Similitude mécanique

5.3 Cavitation

## **CHAPITRE 6**

### **ECOULEMENT LAMINAIRE**

6.1 Théorie de l'écoulement laminaire dans les conduites de section cylindriques

6.2 Longueur initiale, des courants laminaires

6.3 Ecoulement laminaire entre deux fentes formées par deux plans parallèles

## **CHAPITRE 7**

### **ECOULEMENT TURBULENT**

7.1 Ecoulement turbulent dans les conduites lisses

7.2 Ecoulement turbulent dans les conduites rugueuses

7.3 Ecoulement turbulent dans les conduites de section non cylindrique

## **CHAPITRE 8**

### **RESISTANCES HYDRAULIQUES LOCALES**

8.1 Notions générales sur les résistances hydrauliques locales

8.2 Elargissement brusque de la section

8.3 Elargissement graduel de la section

8.4 Rétrécissement de la section

8.5 Tournant des conduites

8.6 Résistances locales dans un écoulement laminaire

## **CHAPITRE 9**

### **ECOULEMENT A TRAVERS UNE ORIFICE ET AJUTAGE**

- 9.1 Orifice en paroi mince
- 9.2 Contraction partielle et incomplète
- 9.3 Ecoulement à travers les ajutages
- 9.4 Ecoulement à hauteur variable (vidange d'un récipient)
- 9.5 Les injecteurs

### **CHAPITRE 10**

#### **MOUVEMENT RELATIF ET NON PERMANENT DES LIQUIDES**

- 10.1 Equation de BERNOULLI pour un mouvement relatif
- 10.2 Ecoulement non permanent d'un liquide dans une conduite
- 10.3 Coup de bélier dans les conduites

### **CHAPITRE 11**

#### **CALCUL DES CONDUITES**

- 11.1 Conduites simples
- 11.2 Siphons
- 11.3 Conduites mixtes et multiples
- 11.4 Calcul des conduites ramifiées et complexes
- 11.5 Conduites d'aspiration et de refoulement

## **RESISTANCE DES MATERIAUX**

**60 périodes**

### **CHAPITRE 1**

#### **GENERALITES SUR LA RESISTANCE DES MATERIAUX**

- 1.1 Objectifs et hypothèses de la R.D.M
- 1.2 Efforts extérieurs et efforts internes
- 1.3 Pièces étudiées en RDM
- 1.4 Détermination des efforts internes
- 1.5 Contraintes normales et tangentielles (cisaillement)
- 1.6 Les déformations
- 1.7 Essai de traction - loi de HOOK
- 1.8 Coefficient de POISSON
- 1.9 Relation entre les contraintes et les déformations
- 1.10 Etats de contraintes. Loi de HOOK généralisée. Cercle de MOHR
- 1.11 Calcul à la résistance. Coefficient de sécurité

### **CHAPITRE 2**

#### **TRACTION ET COMPRESSION**

- 2.1 Généralités
- 2.2 Détermination des efforts internes
- 2.3 Détermination des contraintes normales et des déformations linéaires
- 2.4 Calcul à la résistance - calcul des paramètres de la section dangereuse
- 2.5 Calcul à la rigidité
- 2.6 Energie potentielle de déformation
- 2.7 Théorème de MENABREA – calcul des barres hyperstatiques

### **CHAPITRE 3**

#### **CISAILLEMENT**

- 3.1 Généralités
- 3.2 Contrainte de cisaillement et déformation angulaire
- 3.3 Energie potentielle de déformation dans le cas de cisaillement
- 3.4 Calcul pratique au cisaillement - calcul des assemblages par rivetage et par soudage

### **CHAPITRE 4**

#### **CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UNE SECTION**

- 4.1 Moment statique - détermination de la position du centre de gravité d'une section
- 4.2 Moments d'inertie axiale, polaire et centrale d'une section
- 4.3 Translation des axes. Théorème de HIGGENHS

- 4.4 Rotation des axes Moments d'inertie maximaux
- 4.5 Sections profilées ( L , U , H )

### **CHAPITRE 5**

#### **TORSION**

- 5.1 Généralités
- 5.2 Détermination des efforts internes
- 5.3 Détermination des contraintes de cisaillement et des déformations angulaires
  
- 5.4 Calcul des arbres de sections cylindriques
- 5.5 Energie potentielle de déformation.
- 5.6 Torsion des arbres de section non cylindrique

### **CHAPITRE 6**

#### **FLEXION SIMPLE**

- 6.1 Généralités
- 6.2 Détermination des efforts tranchants et des moments fléchissant
- 6.3 Contraintes normale et de cisaillement dans la section
- 6.4 Calcul des poutres de sections simples et profilées
- 6.5 Déformation (flèche ) d'une poutre. Equation différentielle de la flèche
- 6.6 Energie potentielle de déformation. Détermination de la flèche par l'intégral MOHR
- 6.7 Méthode grapho-analytique pour la Détermination de la flèche. Théorème de VERICHAGINE
- 6.8 Poutre hyperstatique. Ordre d'hyperstaticite
- 6.9 Calcul des poutres hyperstatiques par la méthode :
  - 6.9.1 Des déformations
  - 6.9.2 Des forces
  - 6.9.3 Des travaux virtuels

### **CHAPITRE 7**

#### **FLAMBAGE**

- 7.1 Généralités.
- 7.2 Force critique d'EULER
- 7.4 Elancement d'une tige. Limite d'application de la formule d'EULER
- 7.5 Contrainte critique.
- 7.6 Calcul pratique des pièces soumises au flambage ( Vérin , Vis .... )

## **SCIENCE DES MATERIAUX**

**30 périodes**

### **CHAPITRE 1** **TRAITEMENT THERMIQUE DES ACIERS**

- 1.1 But et effet du traitement thermique
- 1.2 Trempe :
  - 1.2.1 Définition
  - 1.2.2 Etude du mécanisme de la trempe
  - 1.2.3 Emploi de la trempe pour plusieurs types d'aciers (acier au carbone, eutectoïde, non eutectoïde, martensite)
  - 1.2.4 Les problèmes de la trempe d'une pièce réhabilitée.
- 1.3 Revenu
  - 1.3.1 Définition
  - 1.3.2 Etude du mécanisme de revenu
  - 1.3.3 Domaine d'emploi
- 1.4. Recuit
  - 1.4.1 Définition
  - 1.4.2 Etude du mécanisme de recuit
  - 1.4.3 Domaine d'emploi du mécanisme de recuit (différents types de recuit)
  - 1.4.4 Recuit du point de vue industries.

### **CHAPITRE 2** **ACIERS ALLIES**

- 2.1 Définition des aciers alliés
- 2.2 Influence des éléments additifs sur le diagramme d'équilibre Fe-C (éléments : alphagène, gammagène, rôle du carbone)
- 2.3 Diagramme : aciers alliés :
  - 2.3.1 aciers au nickel
  - 2.3.2 aciers au manganèse
  - 2.3.3 aciers au chrome
  - 2.3.4 aciers au silicium
  - 2.3.5 aciers au bore
  - 2.3.6 aciers au nickel-chrome
  - 2.3.7 aciers à coupe rapide
  - 2.3.8 étude et emploi industries

### **CHAPITRE 3** **TRAITEMENT SUPERFICIEL DES ACIERS**

- 3.1 Définition et but du traitement superficiel thermique et thermochimique.
- 3.2 Durcissement par revenu
- 3.3 Trempe superficielle
- 3.4 Cémentation
- 3.5 Nituration

- 3.6 Cyanuration
- 3.7 Nitruration liquide
- 3.8 Carbonitruration
- 3.9 Nitruration ionique
- 3.10 Chromage
- 3.11 Sulfunitruration
- 3.12 Exécution et emploi de chacune de ses opérations citées ci-dessus

### **CHAPITRE 4** **CUIVRE**

- 4.1 Elaboration du minerai cuivre
- 4.2 Caractéristiques physiques
- 4.3 Alliages du cuivre : laiton, bronze, avantages et inconvénients des alliages

### **CHAPITRE 5** **ALUMINIUM**

- 5.1 Elaboration du minerai aluminium
- 5.2 Caractéristiques physiques
- 5.3 Alliages de l'aluminium, avantages et inconvénients des alliages

### **CHAPITRE 6** **MATIERE PLASTIQUE**

- 6.1 Elaboration du plastique
- 6.2 Caractéristiques physiques
- 6.3 Types : PVC, PPR...

### **CHAPITRE 7** **LUTTE CONTRE LA CORROSION**

- 7.1 Aspects divers de la corrosion
- 7.2 Mécanisme de la corrosion
- 7.3 Causes de la corrosion
- 7.4 Lutte contre la corrosion
  - 7.4.1 Métaux et alliages résistant à la corrosion
  - 7.4.2 Protection par revêtement métallique
  - 7.4.3 Protection par revêtement non métallique

### **CHAPITRE 8** **LES ESSAIS DES MATERIAUX**

- 8.1 Essai de dureté :
  - 8.1.1 Brinell
  - 8.1.2 Rockwell
  - 8.1.3 Vickers
- 8.2 Essai de traction
- 8.3 Essai au choc
- 8.4 Essai de fluage
- 8.5 Essai de fatigue

## **CINEMATIQUE DES MACHINES**

**30 périodes**

### **CHAPITRE 1**

#### **CINEMATIQUE D'UN POINT MATERIEL ET D'UN SOLIDE**

- 1.1 Cinématique d'un point matériel
- 1.2 Cinématique d'un solide
- 1.3 Mouvement d'un point matériel. Trajectoire
- 1.4 Vitesse et accélération
- 1.5 Accélérations normales et tangentielle

### **CHAPITRE 2**

#### **MOUVEMENT DE TRANSLATION ET DE ROTATION D'UN SOLIDE**

- 2.1 Degré de liberté d'un solide
- 2.2 Mouvement de translation (trajectoire, vitesse et accélération)
- 2.3 Mouvement de rotation (trajectoire, vitesse et accélération)

### **CHAPITRE 3**

#### **MOUVEMENT PLAN D'UN SOLIDE**

- 3.1 Mouvement plan
- 3.2 Vitesse. Centre instantané de vitesse
- 3.3 Accélération. Centre instantané d'accélération
- 3.4 Détermination de la vitesse par la méthode :
  - Analytique
  - Grapho-analytique
  - Graphique
- 3.5 Détermination de l'accélération par la méthode :
  - Analytique
  - Grapho-analytique
  - Graphique

## **CHAPITRE 4**

### **LES MECANISMES ET LES MACHINES**

- 8.1 Les machines et leurs caractéristiques
- 8.2 Les mécanismes et leurs éléments
- 8.3 Classification des mécanismes
- 8.4 Types des mécanismes

## **CHAPITRE 5**

### **CINEMATIQUE DES MECANISMES**

- 9.1 Analyse cinématique par les méthodes analytique et graphique
- 9.2 Diagramme des vitesses
- 9.3 Diagrammes des accélérations
- 9.4 Etude cinématique d'un système bielle manivelle
- 9.5 Etude cinématique d'un mécanisme à coulisse
- 9.6 Etude cinématique d'un mécanisme quadrilatère



## **CAPTEURS ET INSTRUMENTATION**

**60 périodes**

### **CHAPITRE 1** **METROLOGIE**

- 1.1 Généralité sur la mesure
- 1.2 Métrologie et qualité
- 1.3 Chaîne de mesure
- 1.4 Propagation des erreurs

### **CHAPITRE 2** **CAPTEURS ET TRANSMETTEURS**

- 2-1 Définitions et caractéristiques générales
- 2-2 Capteurs actifs
- 2-3 Capteurs passifs
- 2-4 Corps d'épreuve - capteurs composites
- 2-5 Grandeurs d'influences
- 2-6 La chaîne de mesure
- 2-7 Type des signaux.
- 2.8 Classification des signaux.
- 2.9 Le capteur (pression, température, niveau, humidité, débit ...)
- 2.10 Le Transmetteur ((pression, température, niveau, humidité, débit ...)

### **CHAPITRE 3** **LA LOGIQUE COMBINATOIRE**

- 3.1 Algèbre de Boole
- 3.2 Les fonctions logiques de base
- 3.3 Table de vérité en schéma
- 3.4 Simplification d'une équation logique
- 3.5 Tableau de Karnaugh

### **CHAPITRE 4** **GENERALITES SUR QUELQUES EXEMPLES DES CAPTEURS**

- 4-1 Capteurs optiques.
- 4-2 Capteurs de force et de pression.
- 4-3 Capteurs de débit.
- 4-4 Capteurs de température.
- 4-5 Capteurs de niveau.
- 4-6 Capteurs de position
- 4-7 Technologie piézo-électrique

**CHAPITRE 5**  
**INTRODUCTION SUR LES API**

- 5-1 Généralité
- 5-2 Organisation d'un système automatisé
- 5-3 Structure générale

## **MACHINES ELECTRIQUES**

**60 périodes**

### **CHAPITRE 1**

#### **MAGNETISME ET ELECTRO-MAGNETISME**

- 1.1 Aimant naturel et champ magnétique uniforme
- 1.2 Création du champ magnétique par un courant électrique
- 1.3 Induction électro-magnétique par des bobines
- 1.4 Flux magnétique
- 1.5 Force et couple magnétique

### **CHAPITRE 2**

#### **TRANSFORMATEUR MONOPHASÉ**

Constitution :

- 2.1 Circuit primaire et secondaire
- 2.2 Circuit équivalent
- 2.3 Transformateur parfait
- 2.4 Transformateur réel
  - Essai à vide
  - Essai en court-circuit
  - Essai en charge ( chute de tension )
- 2.5 Rendement

### **CHAPITRE 3**

#### **TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ**

- 3.1 Construction
- 3.2 Couplages et rapport de transformation
- 3.3 Transformateur réel
  - Essai à vide
  - Essai en court-circuit
  - Essai en charge
- 3.4 Rendement

### **CHAPITRE 4**

#### **MOTEUR ASYNCHRONE (MONOPHASE ET TRIPHASE)**

- 4.1 Construction
- 4.2 Modélisation
- 4.3 Vitesse angulaire
- 4.4 Glissement
- 4.5 Puissances perdus et bilan des puissances

- 4.6 Couple électromécanique et couple utile
- 4.7 Rendement
- 4.8 Méthodes de variation de la vitesse

### **CHAPITRE 5**

#### **MACHINE SYNCHRONE (MOTEUR ET ALTERNATEUR)**

- 5.1 Modèle électrique (vitesse de synchronisme ; vitesse du champ tournant)
- 5.2 équation de f.c.é.m.
- 5.3 Diagramme de behn-Eschenbourg
- 5.4 Conversion électromécanique
- 5.5 Bilan des puissances
- 5.6 Fonctionnement dans les quatre quadrants

### **CHAPITRE 6**

#### **MOTEUR À COURANT CONTINU**

##### **Principes généraux :**

- 6.1 Construction
- 6.2 Equation de f.c.é.m.
- 6.3 Démarrage
- 6.4 Grandeur électrique (Tension et Courant d'entrée)
- 6.5 Grandeur mécanique (Vitesse et couple d'un moteur)
- 6.6 Couple électromagnétique
- 6.3 Relation fondamentaux :
  - Couple en fonction du courant
  - F.c.é.m. en fonction de la vitesse de rotation
  - Caractéristique couple vitesse
- 6.4 Puissances perdus et bilan des puissances
- 6.5 Rendement

### **CHAPITRE 7**

#### **MACHINE (EXCITATION INDEPENDANTE ; SERIE ; SHUNT)**

- 7.1 Modèle équivalent d'induit et d'inducteur
- 7.2 Expression de la force électromotrice
- 7.3 Expression de la puissance électromagnétique et moment couple
- 7.4 Bilan des puissances

**T.P. FABRICATION MECANIQUE APPLIQUE A LA  
CLIMATISATION**

**60 périodes**

**CHAPITRE 1**  
**TRAVAUX SUR METAUX EN PAPIER**

- 1.1 Métaux en papier
- 1.2 Traçage
- 1.3 Coupage
- 1.4 Formation des lignes directes et des coudes rectangulaires (méthode SMACNA)
- 1.5 Formation des lignes directes et des coudes circulaires (méthode SMACNA)

**CHAPITRE 2**  
**TRAVAUX SUR TUBES EN CUIVRE**

- 2.1 Coupage
- 2.2 Cintrage par pince à cintrage et par ressort à cintrage
- 2.3 Evasement par dudgeonnière
- 2.4 Emboiture des tubes par pince à emboiture et par gravoir conducteur
- 2.5 Soudo-brasage OA par métal d'apport à base de Cuivre/Phosphore
- 2.6 Brasage par métal d'apport à base d'étain
- .

**CHAPITRE 3**  
**TRAVAUX SUR TUBES EN ACIER,PVC ET PPR**

- 3.1 Coupage
- 3.2 Filetage des tubes en acier
- 3.3 Assemblage des tubes en acier
- 3.4 Soudage thermique des tubes PPR
- 3.5 Soudage chimique des tubes PVC

**CHAPITRE 4**  
**LES MACHINES FRIGORIFIQUES**

- 4.1 Le circuit de réfrigération mécanique
- 4.2 Le circuit électrique
- 4.3 La vanne à 4 voies
- 4.5 Charge d'une machine avec le réfrigérant
- 4.6 Evacuation et récupération du réfrigérant

**CHAPITRE 5**  
**LES CHAUDIERES ET LES BRULEURS**

- 5.1 Les chaudières
- 5.2 Les brûleurs

5.3 Les corps de chauffe

### **CHAPITRE 6**

### **LA REDACTION DES RAPPORT**

6.1 Rédaction des rapports professionnels (rapport de maintenance et rapport de cas).

6.2 Rédaction du rapport de stage

## TP ELECTRICITE

30 périodes

### Partie 1 : INSTALLATION ELECTRIQUE

#### **TP1: Rappel sur la constitution du circuit électrique**

- Source ; liaison ; charge
- Les symboles et leur référence
- Le schéma de principe
- Mode de représentation unifilaire

#### **TP2: Composantes de protection (Disjoncteur, Disjoncteur muni d'un thermique, disjoncteur différentiel, fusible...)**

- Réalisation pratique sur une planchette
- Essai

#### **TP3: Composantes de commande (Bouton on/off, Bouton poussoir, Relai, Relai temporisateur, Relai thermique, Telerupteur, Relai contrôlée par un paramètre ex : thermostat, pressostat....)**

- Détermination du circuit de commande
- Réalisation pratique sur une planchette
- Essai

#### **TP4: Composantes de puissance (Sectionneur, Contacteur, Thermique des contacteurs...)**

- Détermination du circuit de commande
- Réalisation pratique sur une planchette
- Essai

### Partie 2 : DEMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES

#### **TP1: Démarrage par contacteur et Démarrage direct à deux sens (inverseur)**

- Dessiner le circuit de puissance
- Dessiner le circuit de commande
- Réalisation pratique

#### **TP3: Démarrage Etoile-Triangle automatique en deux sens**

- Dessiner le circuit de puissance
- Dessiner le circuit de commande
- Réalisation pratique

**TP4: Circuit control, puissance et arrêt contrôlé par un paramètre d'un moteur. (ex : démarrage d'un moteur puis arrêt après un certain temps et redémarrer après un certain temps à base de temps, de température, de pression...)**

- Dessiner le circuit de puissance
- Dessiner le circuit de commande
- Réalisation pratique



## TP ELECTRONIQUE

30 périodes

### TP1: Calcul des résistances

- Détermination théorique la valeur de la résistance d'un résistor
- Mesurer la valeur de la résistance par l'utilisation d'un multimètre
- Détermination la valeur de la résistance après un essai pratique à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre.
- Mesure du courant électrique lors du groupement série ou shunt de deux résistors.

### TP2: L'oscilloscope

- Identifier les différentes parties d'un oscilloscope
- Mesurer l'amplitude ; la fréquence d'un signal sinusoïdal
- Mesurer le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux de même fréquence

### TP3: Redresseur simple alternance

- Dessiner le circuit du redresseur
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

### TP4: redresseur double alternance

- Dessiner le circuit du redresseur
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

### TP5: Redresseur double alternance a pont

- Dessiner le circuit du redresseur
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

### TP6: redresseur avec stabilisation de tension par diode zener

- Dessiner le circuit du redresseur
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

### TP7: Transistor en amplification E.C.

- Dessiner le circuit convenable
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

### **TP8 : Transistor en commutation**

- Dessiner le circuit convenable
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

### **TP9 : Amplificateur opérationnel**

Mesurer les signaux d'entrée et de sortie pour chacun des montages suivants :

- Montage inverseur
- Montage non-inverseur
- Montage additionneur inverseur
- Montage intégrateur
- Montage dérivateur
- Comparateur (soustracteur)
- Comparateur avec seuil
- Faire un compte rendu

### **TP10: Régulation de vitesse d'un moteur monophasé utilisant un thyristor**

- Dessiner le circuit convenable
- Réaliser le câblage du circuit
- Mesurer les signaux d'entrée et de sortie
- Faire un compte rendu

## TP MACHINES ELECTRIQUES

30 périodes

### TP1 : Transformateur monophasé

- Constitution
- Problèmes dues aux circuits magnétiques
- Problèmes dues aux enroulements
- Essai à vide
  - Rapport de transformation
  - Pertes fer
  - Résistance et réactance du circuit magnétique
- Essai en charge
  - Tension secondaire charge résistive
  - Diagramme de Kapp
- Essai en court-circuit
  - Pertes cuivre
  - Résistance et réactance des enroulements ramenées au secondaire
- Rendement
  - Méthode des pertes séparées
  - Méthode directe

### TP2 : Transformateur triphasé

- Essai à vide
  - Rapport de transformation pour les couplages
  - Pertes fer
  - Résistance et réactance du circuit magnétique
- Essai en charge cas de 2 wattmètres ou wattmètre triphasé
  - Tension secondaire charge résistive
  - Diagramme de Kapp
- Essai en court-circuit
  - Pertes cuivre
  - Résistance et réactance des enroulements ramenées au secondaire
- Rendement
  - Méthode des pertes séparées
  - Méthode directe

### **TP3 : Moteur asynchrone**

- Constitution
- Essai à vide
  - Détermination des pertes constantes
- Essai en charge
  - Caractéristiques en charge
  - Rendement en fonction du courant statorique
  - Glissement en fonction du courant statorique
  - Facteur de puissance en fonction du courant statorique
  - Couple en fonction de la vitesse
  - Vitesse en fonction du courant statorique
- Traçage des caractéristiques

### **TP4 : Moteur DC à excitation shunt**

- Essai à vide
- Condition de démarrage
- Essai en charge
- Réglage de vitesse
- Rendement méthode des pertes séparées et méthode directe
- Traçage des caractéristiques

### **TP5 : Moteur DC excitation série**

- Essai à vide
- Condition de démarrage
- Essai en charge
- Rendement méthode des pertes séparées et méthode directe
- Traçage des caractéristiques

**TP MATERIAUX**

**30 périodes**

**TP RESISTANCE DES MATERIAUX**

**TP 1 : Essai de traction**

- 1.1 Détermination de la déformation
- 1.1 Détermination du module d'élasticité (E)
- 1.1 Détermination du coefficient de poisson ( $\nu$ )

**TP 2 : Essai de torsion**

- 2.1 Détermination de l'angle de torsion
- 2.2 Détermination du module de cisaillement

**TP 3 : Essai de flexion**

- 3.1 Détermination des réactions d'appui
- 3.2 Détermination de la flèche
- 3.3 Détermination de la distribution des contraintes dans une section
- 3.4 Détermination du module d'élasticité

**TP MATERIAUX**

**TP 1 : Essai de dureté**

- 1.1 Brinell
- 1.2 Vickers
- 1.3 Rockwell

**TP 2 : Traitement thermique**

- 2.1 Trempe
- 2.2 Recuit

**T.P. MECANIQUE DES FLUIDES**

**30 périodes**

**TP 1**

**MESURE DU DEBIT**

- 1.1 Mesure du débit à l'aide d'un récipient gradué et un chronomètre
- 1.2 Mesure du débit à l'aide d'un diaphragme
- 1.3 Mesure du débit à l'aide d'un débitmètre

**TP 2**

**DETERMINATION EXPERIMENTALE DU REGIME D'ECOULEMENT**

- 2.1 Régime d'écoulement laminaire
- 2.2 Régime d'écoulement turbulent

**TP 3**

**DETERMINATION EXPERIMENTALE DES PERTES DE CHARGE  
SINGULIERES**

- 3.1 Dans les coudes
- 3.2 Dans l'élargissement de la section
- 3.3 Dans le rétrécissement de la section

**TP 4**

**DETERMINATION EXPERIMENTALE DES PERTES DE CHARGE  
LINEAIRE**

- 4.1 Dans une conduite lisse
- 4.2 Dans une conduite rugueuse

**TP 5**

**MESURE DU DEBIT A L'AIDE DU TUBE DE VENTURI**

**T.P. INFORMATIQUE**

**30 périodes**

**OBJECTIFS**

Au terme de ces travaux pratiques, l'élève sera capable :

- Analyser un problème donné.
- Faire un organigramme de résolution.
- Faire un programme en C.
- Rédiger un compte rendu

**EVALUATION**

L'étudiant doit être testé sur sa capacité à atteindre les compétences demandées lors d'un examen pratique et lors des séances des TP en salle informatique. L'évaluation sera en fonction des critères suivantes :

- Compte rendu à la fin du TP comportant:
- L'analyse du problème à résoudre.
- L'algorithme.
- Le listing du programme.
- Le programme exécutable sur disquette
- Autonomie de l'étudiant.
- Clarté de la présentation.
- Argumentation de la démarche suivie.
- Exactitude des résultats obtenus.
- Capacité à exécuter une tâche donnée.

**CONTENU**

**CHAPITRE 1**

**RAPPEL SUR L'ALGORITHME, CREATION ET EXECUTION D'UN PROGRAMME**

**CHAPITRE 2**

**LES FONCTIONS D'ENTREE/SORTIE**

**CHAPITRE 3**

**LES TABLEAUX A UNE DIMENSION**

**CHAPITRE 4**

**LES TABLEAUX A DEUX DIMENSIONS**

## **CHAPITRE 5**

### **UTILISATION DES STRUCTURES DE TEST DU LANGAGE C (INSTRUCTIONS DE CONTROLE)**

## **CHAPITRE 6**

### **LES TRIS**

- 6.1 Le tri par insertion.
- 6.2 Le tri par extraction.
- 6.3 Le tri bulle.

## **CHAPITRE 7**

### **LE JEU DE SECRET**

- 7.1 Les sous-programmes : Les fonctions et les procédures.
- 7.2 Utilisation des fonctions récursives.
- 7.3 Les pointeurs : Utilisation des pointeurs et des pointeurs de fonctions.
- 7.4 Utilisation des structures et des unions dans la programmation C.
- 7.5 Utilisation des fonctionnalités de la bibliothèque standard

## **METHODOLOGIE ET MOYENS**

Chaque secteur d'activité (sujet d'un TP) doit être traité sur une ou plusieurs séances selon le nombre d'heures qui y sont réservés. La durée de chaque séance doit être de deux heures environ. A chaque séance doit correspondre une fiche de travail comportant le problème à traiter. La fiche de travail de chaque séance de TP doit être donnée aux étudiants au moins une semaine à l'avance afin de leurs permettre de la préparer correctement. Après la distribution de la fiche aux étudiants, l'enseignant doit exposer le problème à résoudre en insistant sur les points clés. Pendant la séance du TP, il doit surveiller les étudiants et les guider dans la résolution du problème posé. Le travail demandé dans une séance du TP doit être un problème de programmation couvrant une partie ou la totalité du sujet du secteur d'activité correspondant. Il devrait être bien choisi afin de permettre aux étudiants d'acquérir les compétences demandées.

Les séances du TP doivent se dérouler dans une salle informatique équipée par les moyens matériels et logiciels suivants:

## **MOYENS MATERIELS ET LOGICIELS**

- Ordinateurs.
- LCD.
- Imprimantes.
- Rétroprojecteur.
- Logiciel C exécutable sous un système d'exploitation comme MS-DOS, WINDOWS XP ou autre.



### Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant doit être capable de:

- Décrire et expliquer le fonctionnement des différents types de générateurs de chaleur.
- Décrire et expliquer le fonctionnement d'un brûleur.
- Décrire et expliquer le fonctionnement d'une installation complète de chauffage individuel et industriel.
- Décrire et expliquer le fonctionnement d'une installation de production d'eau chaude sanitaire.
- Décrire les méthodes d'isolation d'un bâtiment ainsi que les types d'isolants.

### Contenu

- 1) Les installations de chauffage :
  - A eau chaude.
  - A radiateurs.
  - Par le sol.
  - Par le plafond.
  - Par les murs.
  - A vapeur basse pression.
  - A air chaud.
  - Electrique.
- 2) Les générateurs de chaleur :
  - Combustible solide.
  - Combustible liquide.
  - Combustible gazeux.
- 3) Les corps de chauffe.
- 4) Les brûleurs :
  - Les brûleurs fuel.
  - Les brûleurs à gaz.
- 5) Production d'eau chaude sanitaire.
- 6) Isolation d'un bâtiment.

## Technologie de froid

60 périodes

### Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant doit être capable de:

- Décrire et expliquer le fonctionnement des différents types de climatiseurs.
- Décrire et expliquer le fonctionnement d'un cycle de froid (compression mécanique).
- Décrire et expliquer le fonctionnement d'une installation complète de climatisation.
- Décrire et expliquer le fonctionnement d'une installation d'une chambre froide

## CHAPITRE I

### SYSTEMES DISSOCIES

- 1 Arrangement - Eléments constitutifs
- 2 Système split.
  - Description
  - Installation
  - Contrôles
- 3 Système multi-split.
  - Description
  - Installation
  - Contrôles
- 4 Entretien et maintenance.

## CHAPITRE II

### SYSTEME CENTRAL

- 1 Description.
- 2 Propriétés des systèmes centraux.
- 3 Composition.
  - Entrée
  - Section de refroidissement
  - Section de déshumidification
  - Ventilateur
  - Filtres
- 4 Procédures d'installation.
- 5 Contrôles et entretien.

**6 Conception.**

- Centrale multizones à un seul conduit.
- Centrale multizones à deux conduits.

**CHAPITRE III**

**Cycle frigorifique**

**Les composantes principales d'un système de réfrigération.**

**1 Fonction et types de compresseurs.**

- Fonction et but.
- Classification des compresseurs.
- Facteurs de choix.
- Fonction et types des évaporateurs.
- Evaporation immergé.
- Dry type évaporateur (non noyés).
- La capacité des évaporateurs.
- Capacité.
- La différence de température.

**Fonction et types de condenseurs.**

- Condenseurs à air.
- Condenseurs à eau.
- Condenseurs évaporateurs.
- Constitution.
- Caractéristiques.
- Utilisation.
- Entretien.
- La charge du condenseur.
- Définition et types des détendeurs.
- Vannes d'expansion à opération manuelle.
- Tube capillaire.
- Vannes presso statiques.
- Vannes thermostatiques.
- Vannes thermoélectriques.

**CHAPITRE IV**

**CHAMBRES FROIDES**

**1 Objet des chambres froides.**

- 2 Description et construction.**
  - dimensions
  - plancher
  - murs
  - plafonds
  - portes
  - isolation
- 3 Calcul de la charge de réfrigération.**
  - à travers les parois
  - infiltration de l'air
  - charge du produit
  - autres sources de chaleur.

**REPUBLIQUE LIBANAISE  
MINISTRE DE L'EDUCATION ET DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR  
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL**

**PROGRAMME  
DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPERIEUR  
2<sup>ème</sup> année**

**Spécialité**

**CLIMATISATION**

## MATHEMATIQUES

**60 périodes**

Le programme de mathématiques de la deuxième année du T.S. comporte les modules suivants: Analyse, statistiques, et probabilités.

### OBJECTIFS GENERAUX

L'enseignement de mathématiques doit:

- Fournir aux étudiants les outils mathématiques nécessaires à l'ensemble des disciplines techniques.
- Développer des capacités de raisonnement méthodique et de synthèse
- Développer la capacité de construction des modèles mathématiques relatifs à des cas pratiques.
- Fournir aux étudiants une formation permettant le traitement des données et des résultats expérimentaux.

### CONTENU

#### CHAPITRE 1

#### **SERIES**

##### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Identifier une série.
- Utiliser les séries dans des problèmes concrets.
- Appliquer la méthode de développement en série entière et en série de Fourier trigonométrique.

##### Contenu

##### 1.3.1 Séries numériques

- 1.3.1.1 Définition. Somme d'une série. Convergence et divergence des séries numériques
- 1.3.1.2 Critère de Cauchy
- 1.3.1.3 Séries numériques à termes positifs. Tests de convergence de Cauchy, de D'Alembert, de comparaison. Test de comparaison avec les séries de la forme  $\sum (1/n)^\alpha$  (test de Riemann)
- 1.3.1.4 Séries numériques absolument convergentes
- 1.3.1.5 Tests de convergence des séries à termes quelconques. Extension de tests de Cauchy et de D'Alembert
- 1.3.1.6 Séries numériques alternées. Tests de Leibniz et de Dirichlet

- 1.3.1.7 Opérations sur les séries numériques
- 1.3.2 Séries entières
  - 1.3.2.1 Définition. Convergence et divergence des séries entières
  - 1.3.2.2 Théorème d'Abel et intervalle de convergence
  - 1.3.2.3 Opérations sur les séries entières
    - 1.3.2.3.1 Somme et produit de deux séries entières
    - 1.3.2.3.2 Série dérivée et dérivation terme à terme de la série entière
    - 1.3.2.3.3 Série primitive et intégration terme à terme de la série entière
  - 1.3.2.4 Développement d'une fonction en série entière. Série de Taylor
  - 1.3.2.5 Séries entières dans le domaine complexe. Cercle de convergence
  - 1.3.2.6 Développement d'une fonction analytique à variable complexe en série entière. Série de Taylor dans le domaine complexe
- 1.3.3 Séries de Fourier (trigonométriques)
  - 1.3.3.1 Séries de Fourier sur  $[-\pi, \pi]$ 
    - 1.3.3.1.1 Coefficients de Fourier d'une fonction définie sur  $[-\pi, \pi]$
  - 1.3.3.2 Séries de Fourier sur  $[-a, a]$
  - 1.3.3.3 Séries de Fourier sur un intervalle quelconque
    - 1.3.3.3.1 Développement de fonctions paires et impaires
  - 1.3.3.4 Convergence de la série de Fourier
  - 1.3.3.5 Forme complexe de la série de Fourier

## **CHAPITRE 2**

### **TRANSFORMATIONS DE LAPLACE ET DE FOURIER**

#### **Objectif**

- Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:
- Utiliser les méthodes de transformation de Laplace pour résoudre des équations différentielles ordinaires.

#### **Contenu**

- 1.5.3 Intégrale de Fourier
  - 1.5.3.1 Transformée de Fourier
  - 1.5.3.2 Transformée de Laplace. Définition, propriétés, table des images (images des fonctions:  $e^{-\alpha t}$ ,  $\sin \alpha t$ ,  $\cos \alpha t$ ,  $\sinh \alpha t$ ,  $\cosh \alpha t$ ,  $\sin \beta t e^{-\alpha t}$ ,  $\cos \beta t e^{-\alpha t}$ )
  - 1.5.3.3 Applications :
    - 1.5.3.3.1 Equations différentielles de la théorie des circuits électriques
    - 1.5.3.3.2 Equations différentielles de la théorie des oscillations

## **CHAPITRE 3**

### **INTEGRALES MULTIPLES**

#### **Objectifs**

- Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:
- Intégrer une fonction de deux ou de trois variables.

- Utiliser les intégrales doubles et triples pour résoudre des problèmes physiques et géométriques.
- Utiliser les sommes intégrales dans le calcul approché.

### Contenu

#### 1.1.1 Intégrales doubles

- 1.1.1.1 Sommes intégrales et subdivisions d'un domaine fermé, borné et quarrable du plan
- 1.1.1.2 Interprétation géométrique de l'intégrale double
- 1.1.1.3 Conditions d'intégrabilité d'une fonction de deux variables dans un domaine fermé, borné et quarrable du plan
- 1.1.1.4 Règles de calcul de l'intégrale double à l'aide des intégrales simples répétées (théorème de Fubini)
- 1.1.1.5 Propriétés de l'intégrale double:
  - 1.1.1.5.1 Linéarité de l'intégrale double
  - 1.1.1.5.2 Intégrabilité sur la réunion de deux domaines disjoints
  - 1.1.1.5.3 Inégalités des intégrales doubles
  - 1.1.1.5.4 Théorème de la moyenne
- 1.1.1.6 Changement des variables dans l'intégrale double. Sens géométrique du jacobien
  - 1.1.1.6.1 Intégrale double en coordonnées polaires
  - 1.1.1.6.2 Calcul approché de l'intégrale double
- 1.1.1.7 Applications géométriques et physiques de l'intégrale double:
  - 1.1.1.7.1 Calcul des aires des domaines plans
  - 1.1.1.7.2 Calcul des volumes des domaines dans l'espace
  - 1.1.1.7.3 Calcul des aires des surfaces dans l'espace
  - 1.1.1.7.4 Calcul des masses et des coordonnées des centres de masse des figures planes
  - 1.1.1.7.5 Calcul des moments d'inertie des figures planes

#### 1.1.2 Intégrales triples

- 1.1.2.1 Sommes intégrales et subdivisions d'un domaine fermé, borné et cubable de l'espace
- 1.1.2.2 Interprétation géométrique de l'intégrale triple.
- 1.1.2.3 Conditions d'intégrabilité d'une fonction de trois variables dans un domaine fermé, borné et cubable de l'espace
- 1.1.2.4 Règles de calcul de l'intégrale triple à l'aide des intégrales simples répétées (théorème de Fubini)
- 1.1.2.5 Propriétés de l'intégrale triple:
  - 1.1.2.5.1 Linéarité de l'intégrale triple
  - 1.1.2.5.2 Intégrabilité sur la réunion de deux domaines disjoints.
  - 1.1.2.5.3 Inégalités des intégrales triples
  - 1.1.2.5.4 Théorème de la moyenne
- 1.1.2.6 Changement des variables dans l'intégrale triple. Sens géométrique du jacobien
  - 1.1.2.6.1 Intégrale triple en coordonnées cylindriques et sphériques
- 1.1.2.7 Calcul approché de l'intégrale triple
- 1.1.2.8 Applications géométriques et physiques de l'intégrale triple
  - 1.1.2.8.1 Calcul des volumes des domaines dans l'espace
  - 1.1.2.8.2 Calcul des masses et des coordonnées des centres de masse des corps dans l'espace
  - 1.1.2.8.3 Calcul des moments d'inertie des corps dans l'espace



## **CHAPITRE 4**

### **INTEGRALES CURVILIGNES ET INTEGRALES DE SURFACE : ANALYSE VECTORIELLE**

#### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:

- Utiliser les intégrales curvilignes et les intégrales de surface pour résoudre des problèmes physiques et géométriques.
- Appliquer : la formule de Green, la formule d'Ostrogradsky-Gauss et la formule de Stokes dans des problèmes concrets.

#### Contenu

##### 1.2.1 Intégrales curvilignes

###### 1.2.1.2 Intégrale d'une forme différentielle

###### 1.2.1.2.1 Définition, propriétés, et interprétation physique

###### 1.2.1.2.2 Méthodes de calcul de l'intégrale curviligne

###### 1.2.1.2.3 Cas d'une forme différentielle exacte

###### 1.2.1.2.4 Détermination du potentiel scalaire

###### 1.2.1.2.5 Facteurs intégrants

###### 1.2.1.2.6 Formule de Green. Application aux calculs des aires planes

###### 1.2.1.2.7 Conditions pour qu'une intégrale curviligne soit indépendante du trajet suivi

##### 1.2.2 Intégrales de surface

###### 1.2.2.1 Définition, propriétés

###### 1.2.2.2 Méthodes de calcul

###### 1.2.2.3 Relation avec l'intégrale double

###### 1.2.2.4 Application: Masse et centre de masse d'une surface matérielle de densité donnée

##### 1.2.3 Analyse vectorielle

###### 1.2.3.1 Formule de Stokes. Forme vectorielle et interprétation physique

###### 1.2.3.2 Formule de divergence (d'Ostrogradsky-Gauss). Interprétation physique. Champ solénoïdal (rotationnel)

###### 1.2.3.3 Equation de Laplace

#### **Compétences spécifiques**

- Intégrer une fonction de deux ou de trois variables.
- Calculer une intégrale curviligne.
- Calculer une intégrale de surface.
- Utiliser l'équation de Laplace.
- Etudier les séries numériques.
- Etudier les séries entières.
- Etudier les séries de Fourier.
- Intégrer des équations différentielles du premier ordre.
- Intégrer des équations différentielles d'ordre supérieur.

## TS Climatisation

---

- Appliquer la transformation de Laplace.

## ORGANISATION INDUSTRIELLE

30 périodes

### الدرس الأول

#### الإدارة الصناعية

- 1.1 مقدمة عامة عن الثورة الصناعية ونتائجها.
- 2.1 لمحة تاريخية عن الإدارة الصناعية وتطورها.
  - 1.2.1 آدم سميث .ADAM SMITH
  - 2.2.1 شارل باباج .CHARLES BABBAGE
  - 3.2.1 فريدريك تايلور .FREDERICK TAYLOR
  - 4.2.1 هنري جانت .HENRY H GANT
  - 5.2.1 فرانك وليليان جيلبرت .FRANK & LILIAN GILBERT
- 3.1 نتائج أفكار ومبادئ رواد الإدارة الأولى.
- 4.1 وظائف الإدارة الصناعية (إدارة الإنتاج).
- 5.1 ميزات الإدارة الصناعية في الوقت الحاضر.
- 6.1 مبادئ التنظيم الصناعي.
- 7.1 استخدام اللجان.

### الدرس الثاني

#### حجم الشركة الصناعية

- 1.2 مفهوم الشركة الصناعية.
- 2.2 عوامل نجاح الصناعة.
- 3.2 التوسع.
- 4.2 التكامل.
  - 1.4.2 مفهومه.
  - 2.4.2 أنواعه (عامودي - أفقي - جانبي - دائري).

### الدرس الثالث

#### المصنع الحديث

- 1.3 موقع المصنع.
  - 1.1.3 تطور مفهوم الموقع.
  - 2.1.3 عوامل اختيار الموقع.
  - 3.1.3 اختيار الموقع في المدن الكبيرة (مزاياه - مساوئه).
  - 4.1.3 اختيار الموقع في المدن الصغيرة أو الريف (مزاياه - مساوئه).
  - 5.1.3 مصادر المعلومات بشأن الموقع.
  - 6.1.3 خطوات اختيار الموقع.
- 2.3 التخطيط الداخلي للمصنع .LAY OUT
  - 1.2.3 تعريف التخطيط الداخلي.
  - 2.2.3 أهمية التخطيط الداخلي.
  - 3.2.3 مجال التخطيط الداخلي.
  - 4.2.3 مهام قسم التخطيط الداخلي.
  - 5.2.3 أهداف ومزايا التخطيط الداخلي.
  - 6.2.3 مظاهر التخطيط الداخلي الجيد.

7.2.3 مظاهر التخطيط الداخلي الرديء.

8.2.3 خطوات التخطيط الداخلي.

### الدرس الرابع

#### العَدَد والآلات

1.4 مفهوم العدد والآلات

2.4 استهلاك الآلة.

1.2.4 طريقة القسط الثابت.

2.2.4 طريقة القسط المتناقص. (مع أمثلة تطبيقية حسابية للطريقتين).

### الدرس الخامس

#### صيانة وإصلاح الأعطال

1.5 الهدف من عمليات الصيانة والإصلاح.

2.5 وظائف قسم الصيانة.

3.5 أنواع الصيانة.

1.3.5 الصيانة الوقائية

2.3.5 الصيانة العلاجية

4.5 العوامل التي تسبب الأعطال.

5.5 تكاليف تعطل الآلات.

### الدرس السادس

#### المواد (المشتريات)

1.6 مفهوم وظيفة المشتريات.

2.6 وظائف إدارة المشتريات.

3.6 المعلومات الأساسية المطلوب توفرها لوظيفة المشتريات.

4.6 سياسات الشراء.

### الدرس السابع

#### تنظيم المخزن والرقابة على المخزون

1.7 وظائف المخزون.

2.7 أنظمة المخزون.

1.2.7 نظام الحجم الثابت لأمر الشراء

2.2.7 نظام الفترة الثابتة لأمر الشراء

3.2.7 مقارنة بين النظامين.

### الدرس الثامن

#### تدفق ونقل ومناولة المواد

1.8 تدفق المواد في الشركات الصناعية.

1.1.8 مفهومها.

2.1.8 أهميتها.

3.1.8 مزايا التخطيط الجيد لعملية تدفق المواد.

4.1.8 مبادئ تخطيط عملية تدفق المواد.

2.8 نقل ومناولة المواد في الشركات الصناعية.

1.2.8 مفهومها.

2.2.8 أهميتها.

3.2.8 أهدافها.

### الدرس التاسع

#### تصميم وتنميط الإنتاج

1.9 العوامل التي يتوقف عليها تصميم المنتج.

.PREVENTIUE MAINTENANCE

.REMEDIAL MAINTENANCE

.FIXED ORDER SIZE SYSTEM

FIXED ORDER INTERVAL SYSTEM

- 2.9 دورة التصميم.
- 1.2.9 مفهومها.
- 2.2.9 العوامل المؤثرة فيها.
- 3.9 مراحل تقديم المنتج للسوق.
- 4.9 التنميط.
- 5.9 التبسيط.
- 6.9 التنويع.
- 7.9 التصغير.
- الدرس العاشر**
- الرقابة على الجودة**
- 1.10 المفهوم العلمي للرقابة على الجودة.
- 2.10 دوائر الجودة.
- 1.2.10 مفهومها.
- 2.2.10 مزاياها.
- 3.10 المنظمة العالمية للتقييس (ISO).
- 4.10 المقاييس (المعايير) العالمية.
- 1.4.10 تعريف المقاييس.
- 2.4.10 أسباب الحاجة إلى مقاييس عالمية.
- 3.4.10 أنواع المقاييس العالمية.
- الدرس الحادي عشر**
- التخطيط والرقابة**
- 1.11 التخطيط الصناعي.
- 1.1.11 مفهوم التخطيط الصناعي.
- 2.1.11 مسؤولية التخطيط الصناعي.
- 3.1.11 مستويات التخطيط الصناعي.
- 4.1.11 أنواع قرارات التخطيط.
- 5.1.11 أهداف التخطيط الصناعي.
- 2.11 الرقابة الصناعية.
- 1.2.11 تعريف الرقابة الصناعية.
- 2.2.11 أهمية الرقابة الصناعية.
- 3.2.11 أسس الرقابة الصناعية.
- 4.2.11 مميزات وصفات الرقابة الجيدة.
- 5.2.11 أسباب فشل الرقابة.
- 3.11 التخطيط والرقابة على الإنتاج.
- 1.3.11 الهدف الرئيسي للتخطيط والرقابة على الإنتاج.
- 2.3.11 النشاطات التي تسبق عملية التصنيع.
- 4.11 التخطيط والرقابة على العمليات الإنتاجية.
- 1.4.11 النشاطات التي تسبق قرار البدء بالعملية الإنتاجية.
- 2.4.11 التخطيط التكميلي.
- الدرس الثاني عشر**
- المحافظة على سلامة العاملين والممتلكات**
- 1.12 المحافظة على سلامة العاملين.
- 2.12 المحافظة على سلامة الممتلكات.

## GESTION ET FINANCE

30 périodes

### القسم الأول

#### مقدمة عامة عن الإدارة والتنظيم

#### الدرس الأول: علم الإدارة الحديثة (المانجمنت)

- 1-1: تعريفه
- 2-1: مضمونه
- 3-1: أسسه ومبادئه
- 1-: القيادة
- 1-4-1: تعريفها
- 2-4-1: العوامل التي تقوم عليها
- 3-4-1: أهم المهام التي يقوم بها المدير (القائد) في الإدارة الحديثة
- 4-4-1: الشروط الواجب توافرها في المدير الكفؤ

#### الدرس الثاني : التنظيم

- 1-2: تعريف التنظيم
- 2-2: مبادئ التنظيم
- 3-2: النظريات الكلاسيكية للتنظيم
- 1-3-2: خصائصها
- 2-3-2: النموذج الأول (النظرية البيروقراطية) – ماكس فاير
- 3-3-2: النموذج الثاني (نظرية الإدارة العلمية) – فريدريك تايلور
- 4-2: النظريات الحديثة للتنظيم
- 1-4-2: خصائصها
- 2-4-2: النموذج الأول (نظرية العلاقات الإنسانية) – ألتون مايو
- 3-4-2: النموذج الثاني (نظرية التوازن التنظيمي) – شستر برنارد وهيربرت سايمون

### القسم الثاني

#### الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع

- 1-2: أهمية الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع
- 2-2: العوامل التي يجب التأكد منها قبل إقامة المشروع
- 3-2: أنواع الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع ومحتوياتها
- 1-3-2: مرحلة التعريف ومضمونها
- 2-3-2: المرحلة التمهيدية ومضمونها
- 3-3-2: مرحلة التحليل والتقييم (دراسة الجدوى الاقتصادية) ومضمونها
- 1-3-3-2: تحليل السوق
- 2-3-3-2: التحليل الفني
- 3-3-3-2: التحليل المادي
- 4-3-3-2: التحليل الاجتماعي

### القسم الثالث

#### الإدارة المالية ومصادر تمويل المؤسسات

- 1-3: الإدارة المالية
- 1-1-3: تعريفها
- 2-1-3: مهامها
- 2-3: مصادر تمويل المؤسسة
- 1-2-3: المصادر الداخلية (الرّساميل الخاصة)
- 1-1-2-3: الرّاسمال الأصلي أو حصص المساهمين
- 2-1-2-3: الإكتتاب العام بالأسهم
- 3-1-2-3: التمويل الذاتي
- 2-2-3: المصادر الخارجية (الرّساميل المقترضة)
- 1-2-2-3: الأموال المُقترضة من المصارف
- 2-2-2-3: التمويل الإستثماري
- 3-2-2-3: الإعتماد الجاري للموردين
- 4-2-2-3: مقدّمات الزبائن
- 5-2-2-3: الإعتماد التأجيري (قرض الإجارة)

### القسم الرابع

#### الإعلان والتسويق

##### الدرس الأول: الإعلان

- 1-1: تعريف الإعلان
- 2-1: عناصر الإعلان الأساسية
- 3-1: أهمية الإعلان لتسويق الإنتاج
- 4-1: وظائف الإعلان
- 5-1: أهداف الإعلان
- 6-1: المزيج الترويجي

##### الدرس الثاني: التسويق

- 1-2: تعريف التسويق
- 2-2: أهمية التسويق
- 3-2: وظائف التسويق
- 4-2: أهداف التسويق
- 5-2: المزيج التسويقي
- 5-2: تعريفه
- 2-5-2: عناصره (4 P'S)

### القسم الخامس

#### القانون التجاري

##### الدرس الأول : التجار

- 1-1: التاجر الفرد (الشخص الطبيعي)
- 1-1-1: تعريف التاجر، تعريف التاجر
- 2-1-1: الشروط الواجب توافرها في الشخص الطبيعي لاكتساب صفة التاجر

- 1-2-1-1: مزاولة الأعمال التجارية
- 2-2-1-1: إتخاذ التجارة مهنة له
- 3-2-1-1: مزاولة التجارة باسمه الشخصي ولحسابه الخاص
- 4-2-1-1: إمتلاك الأهلية التجارية
- 2-1: موجبات التجار المهنية
- 1-2-1: موجب القيد في السجل التجاري
- 2-2-1: موجب مسك الدفاتر التجارية

### الدرس الثاني: المؤسسة التجارية

- 1-2: تعريف المؤسسة التجارية
- 2-2: عناصر المؤسسة التجارية
- 1-2-2: العناصر المعنوية (غير المادية)
- 1-1-2-2: الرئيسية (الدائمة)
- (الإسم التجاري، الشعار، الزبائن، حق الإيجار، المركز أو الموقع التجاري)
- 2-1-2-2: الثانوية (غير الدائمة) (تعداد)
- 3-1-2-2: المادية (المعدات والبضائع)
- 3-2: الفرق بين المؤسسة التجارية والشركة التجارية

### الدرس الثالث: الأسناد التجارية

- 1-3: سند السحب
- 1-1-3: تعريف سند السحب
- 2-1-3: شروط سند السحب (محتوياته الإلزامية)
- 2-3: السند لأمر (السند الإذني)
- 1-2-3: تعريف السند لأمر
- 2-2-3: شروط السند لأمر (محتوياته الإلزامية)
- 3-3: الشيك
- 1-3-3: تعريف الشيك
- 2-3-3: شروط الشيك (محتوياته الإلزامية)
- 4-3: الفرق بين سند السحب والسند لأمر
- 5-3: الفرق بين سند السحب والشيك
- 6-3: الفرق بين السند لأمر والشيك

### الدرس الرابع: شركات الأشخاص

- 1-4: شركة التضامن
- 1-1-4: تعريفها
- 2-1-4: خصائصها
- 3-1-4: إدارتها
- 2-4: شركة التوصية البسيطة
- 1-2-4: تعريفها
- 2-2-4: خصائصها
- 3-4: شركة المخاصة
- 1-3-4: تعريفها
- 2-3-4: خصائصها
- 3-3-4: إدارتها



### الدرس الخامس: شركات الأموال

1-5: الشركة المُغفلة (المساهمة)

1-1-5: تعريفها

2-1-5: خصائصها

3-1-5: إدارتها

2-5: شركة التوصية بالأسهم

1-2-5: تعريفها

2-2-5: خصائصها

3-2-5: إدارتها

3-5: الفرق بين شركات الأشخاص وشركات الأموال

### الدرس السادس: الشركة المحدودة المسؤولية

1-6: تعريفها

2-6: طبيعتها القانونية

3-6: خصائصها

4-6: إدارتها

(ملاحظة : تمارين تطبيقية وأمثلة واقعية تعطى للطلاب مع كل درس من دروس القانون التجاري)

5-6: الأسباب العامة لحل جميع أنواع الشركات

## AUTOCAD

60 périodes

### Objectifs:

- Au terme de ce cours, l'élève devra être capable de:
- Appliquer les notions de dessin assisté par ordinateur.
  - Fixer une échelle en fonction des mesures à dessiner.
  - Utiliser différents types de coordonnées (cartésiennes, polaires,...).
  - Dessiner des détails.
  - Dessiner une coupe.
  - Effectuer des cotations.
  - Noter de textes sur le dessin.
  - Représenter une légende.
  - Dessiner un plan en utilisant toutes les commandes productives disponibles dans Autocad.

## CHAPITRE 1 INTRODUCTION A L'AUTOCAD

### Objectifs:

- S'introduire à l'Autocad comme espace de travail et logiciel de dessin assisté par ordinateur.
- Utiliser les commandes de base pour ouvrir, enregistrer, effacer et modifier les modes de visualisation des fichiers.
- Appréhender les systèmes de coordonnées disponibles dans Autocad et les utiliser d'une manière productive.

### Syllabus:

- 1.1 Première vue sur Autocad
  - 1.1.1 L'espace de dessin.
  - 1.1.2 Les menus déroulants.
  - 1.1.3 Le menu de côté.
  - 1.1.4 L'espace de commande.
- 1.2 Travailler avec Autocad
  - 1.2.1 Ouverture d'un fichier existant.
  - 1.2.2 Agrandissement et réduction de l'image.
  - 1.2.3 Enregistrement d'un fichier.
  - 1.2.4 Effacement de certains éléments.
  - 1.2.5 Terminaison de la session courante.
- 1.3 Utilisation des menus de dialogue.
- 1.4 Interprétation de la ligne de commande
- 1.5 Création d'un nouveau dessin.
- 1.6 Compréhension des systèmes de coordonnées.
  - 1.6.1 Coordonnées cartésiennes absolues.
  - 1.6.2 Coordonnées polaires absolues.
  - 1.6.3 Coordonnées cartésiennes relatives.
  - 1.6.4 Coordonnées polaires relatives.

## CHAPITRE 2 DESSINER AVEC AUTOCAD

### Objectifs:

- Préparer la surface de travail en conformité avec le plan à dessiner.
- Utiliser les diverses commandes de dessin, les outils de précision et les différents modes de travail dans Autocad.
- Modifier des entités dessinées en Autocad.

### Syllabus:

#### 2.1 Préparation de la surface de travail

- 2.1.1 Spécification des unités et de la précision.
- 2.1.2 Spécification des limites du dessin.
- 2.2 Les outils de dessin
  - 2.2.1 Line
  - 2.2.2 Arc.
  - 2.2.3 Circle.
  - 2.2.4 Point.
  - 2.2.5 Donut.
  - 2.2.6 Ellipse.
  - 2.2.7 Polygone.
  - 2.2.8 Rectangle.

#### 2.3 Utilisation des outils de précision (Object Snap).

- 2.3.1 Utilisation temporelle.
- 2.3.2 Utilisation permanente.

#### 2.4 Modification des objets

- 2.4.1 Erase (Effacer).
- 2.4.2 Break (Couper).
- 2.4.3 Trim (Couper).
- 2.4.4 Move (Déplacer).
- 2.4.5 Extend (Prolonger).
- 2.4.6 Rotate (Rotation).
- 2.4.7 Copy (Copier).
- 2.4.8 Offset.
- 2.4.9 Fillet.
- 2.4.10 Chamfer.
- 2.4.11 Scale.
- 2.4.12 Stretch.

#### 2.5 Utilisation des points de sélection (Grips).

#### 2.6 Utilisation des différents modes d'Autocad.

- 2.6.1 Utilisation du mode orthogonal.
- 2.6.2 Utilisation de la grille (Grid).
- 2.6.3 Utilisation du Snap.
- 2.6.4 Isométrique Snap/Grid.
- 2.6.5 Les autres modes.

## CHAPITRE 3 ORGANISATION DU TRAVAIL

### Objectifs:

- Créer des blocs pour les utiliser plusieurs fois dans le même dessin ou dans d'autres fichiers.
- Créer et travailler à l'aide des planches en Autocad.

### Syllabus:

#### 3.1 Les blocs

- 3.1.1 Créer un bloc.
- 3.1.2 Insérer un bloc.
- 3.1.3 Fragmenter un bloc.
- 3.1.4 Redéfinir un bloc.
- 3.1.5 Rendre un bloc général.
- 3.1.6 Insérer un bloc général.

#### 3.2 Les planches

- 3.2.1 Création d'une planche.
- 3.2.2 Changement des couleurs.
- 3.2.3 Changement du type des lignes.
- 3.2.4 Rendre une planche courante.
- 3.2.5 Changement des propriétés d'un objet dessiné.
- 3.2.6 Contrôle de l'état d'une planche.
- 3.2.7 Polygone.
- 3.2.8 Rectangle.

#### 3.3 Blocs créés dans différentes planches.

## CHAPITRE 4 AVANTAGES D'AUTOCAD

### Objectifs:

- Créer et utiliser des fichiers prototypes déjà dessinés.
- Utiliser les commandes de calcul des surfaces, des périmètres, des distances et d'autres informations concernant quelques objets dessinés dans Autocad.
- Enlever les objets inutiles du dessin.
- Configurer et choisir l'imprimante et contrôler les plans à imprimer.

### Syllabus:

#### 4.1 Commandes productives

- 4.1.1 Fichiers prototypes.
- 4.1.2 Copiage circulaire et copiage rectangulaire.
- 4.1.3 La commande ID.
- 4.1.4 La commande Dist.
- 4.1.5 La commande List.
- 4.1.6 La commande Area.
- 4.1.7 La commande Cal.
- 4.1.9 La commande Purge.
- 4.1.10 La commande Undo.

#### 4.2 Les grands dessins

- 4.2.1 Contrôle de la régénération.
  - Utilisation de l'écran virtuel
  - Utilisation de plusieurs vues
- 4.2.2 Ajouter des textures au dessin.
  - Choix du type de hachures

- Surface fermée

### 4.2.3 Superposition de plusieurs dessins.

## 4.3 Impression.

### 4.3.1 Configuration de l'imprimante.

### 4.3.2 Choix de l'imprimante.

### 4.3.3 Sélection du papier.

### 4.3.4 Contrôle des éléments à imprimer et de l'endroit d'impression.

### 4.3.5 L'échelle.

### 4.3.6 Configuration des épaisseurs.

## CHAPITRE 5 TEXTES ET COTATIONS

### Objectifs:

- Ajouter, modifier et appliquer un style aux textes dans le dessin.
- Effectuer des cotations de différents types, appliquer et modifier leurs styles suivant les besoins.

### Syllabus:

#### 5.1 Ecriture

##### 5.1.1 Choix d'un style.

##### 5.1.2 Ecriture d'un texte.

##### 5.1.3 Modification d'un texte existant.

#### 5.2 Les côtes

##### 5.2.1 Introduction.

##### 5.2.2 Différents types de côtes.

##### 5.2.3 Modification des options de défaut.

- Dimension line
- Extension line
- Arrows
- Text location
- Text format

##### 5.2.4 Modification des côtes existantes.

- Change Text
- Move Text
- Home Position
- Rotate Text
- Oblique Dimension
- Update Dimension

## CHAPITRE 6 PRENDRE LE MAXIMUM D'AUTOCAD

### Objectifs:

- Créer et utiliser des blocs avec paramètres.
- Utiliser des commandes de construction d'éléments à partir d'autres dessinés dans Autocad.
- Dessiner des courbes quelconques et des formes solides.

### Syllabus:

#### 6.1 Création des blocs avec paramètres

##### 6.1.1 Introduction.

##### 6.1.2 Création d'attributs.

##### 6.1.3 Insertion d'un bloc avec attribut.

- 6.1.4 Modification des attributs d'un bloc.
- 6.1.5 Destruction d'un attribut.
- 6.2 Construction d'éléments à partir d'autres
  - 6.2.1 La commande Mirror.
  - 6.2.2 Division d'une entité.
    - Divide
    - Measure
  - 6.2.3 Model Space et Paper Space
- 6.3 Courbes et formes solides
  - 6.3.1 La commande Sketch.
  - 6.3.2 Utilisation des polylines.
    - La commande Polyline
    - Modification d'un polyline existant
  - 6.3.3 Les surfaces solides
- 6.4 Outils supplémentaires
  - 6.4.1 Bpoly.
  - 6.4.2 La commande Entity.

### **METHODOLOGIE:**

Distribuer aux élèves le contenu, l'horaire, la modalité de l'évaluation et les discuter en classe en écoutant leurs points de vue.

Exécuter le plus vite possible les commandes étudiées au cours.

Il est préférable de donner cette matière directement dans une salle d'ordinateurs.

Donner des exemples pratiques de la vie professionnelle tant que possible comme application directe à la matière.

A la fin de chaque chapitre faire poser des questions aux élèves dont la réponse sera vrai ou faux.

Insister sur la présentation des devoirs, des rapports et des tests faits par les élèves

### **.EVALUATION:**

L'évaluation des acquis de l'étudiant sera selon les critères suivants :

- Dessiner en utilisant le logiciel Autocad des schémas et des plans de climatisation d'une Manière correcte tout en prenant le maximum de ce logiciel et en utilisant chaque fois les commandes adéquates et productives pour économiser le temps et optimiser la méthode de dessin.

<p><b>AUTOMATION ET REGULATION</b> <b>90 périodes</b></p>
---

**CHAPITRE 1 :**

**PRINCIPES FONDAMENTAUX DU CONTROLE ET REGULATION :**

- But et Principe de Régulation
- Eléments de régulation
- Composition d'une chaîne de régulation.
- Principe de fonctionnement d'un système de régulation
- Schéma de principe d'une boucle de régulation.
- Boucles de régulation (ouvert – fermée - Cascade)
- Choix d'une boucle de régulation.

**CHAPITRE 2 :**

**LES APPAREILS DE MESURE**

- **Appareils de mesure de températures :**
  - Les échelles de température.
  - Thermomètres à dilatation de liquide.
  - Thermomètres à dilatation de gaz.
  - Thermomètres à tension de vapeur.
  - Thermomètres à dilatation de solide (Bilame – Pyromètre linéaire).
  - Thermomètres électriques (*Thermomètres à résistance - Thermomètres à thermistance - Thermocouples*).
  - Pyromètres optiques.
- **Appareils de mesure de pression :**
  - Les différentes unités de pression
  - Pression pour les fluides (liquide et gaz)
  - Manomètres hydrostatiques
  - Manomètre à tube en U
  - Le manomètre à tube de Bourdon
  - Manomètre à membrane
  - Manomètre à capsule
  - Manomètre de pression absolu
  - Manomètres pour pression différentielle
  - Mesure de pression par variation de résistance
  - Mesure de pression par variation de capacité
  - Mesure de pression par variation d'inductance
  - Les capteurs à balance de forces ou équilibre de forces
- **Appareils de mesure de l'humidité :**

- Tubes absorbeurs.
- Hygromètres à surface refroidie
- Hygromètres organique.
- Psychomètres.

- **Critères de choix des capteurs.**

### **CHAPITRE 3 :**

#### **LES CONTROLEURS**

- Définition et rôle
- Types de contrôleurs.
  - Electriques.
  - Pneumatiques.
  - Hydrauliques.
- Eléments de contrôle électrique.
  - Transformateurs
  - Relais électriques.
  - Relais électropneumatiques.
  - Relais de commutation.
  - Relais temporisées.
  - Disjoncteurs
- Eléments de contrôle pneumatique.
  - Types.
  - Relais pneumatiques.
  - Interrupteurs pneumatiques.
- Thermostats :
  - Basse tension
  - Haute tension.
  - De chaudière
  
  - D'ambiance
  - De refroidissement
- Humidistats .
- Pressostats :
  - Pressostat de conduite
  - Pressostat basse pression
  - Pressostat haute pression
  - Pressostat différentielle.



## **CHAPITRE 4 :**

### **VANNES DE REGULATIONS**

- Définition d'une vanne de régulation
- Eléments constituant la vanne de réglage
- Forme du corps de vanne
- Différents types de clapet
- Les servomoteurs.
- Vanne manuelle.
- Vanne automatique
- Vanne pneumatique
- Vanne thermostatique.
- Vanne thermoélectrique ou électrothermique
- Vanne électromagnétique ou électrovanne
- Vanne motorisé.

## **CHAPITRE 5 :**

### **CONTROLE EN CONDITIONNEMENT D'AIR**

- Contrôle du débit d'air.
  - Régulation des systèmes de conditionnement d'air à débit constant :
    - A un conduit
    - A deux conduits
  - Régulation des systèmes de conditionnement d'air à débit variable VAV
- Contrôle des conditions de l'air.
  - Contrôle des serpentins de refroidissement.
  - Contrôle des serpentins de déshumidification.
  - Contrôle de la pompe.
  - Contrôle du serpentin de réchauffage.
- Contrôle du moteur du compresseur.
  - Protection de surcharge.
  - Dispositifs de protection du compresseur.
  - Système de contrôle de l'huile.

## **CHAPITRE 6 :**

### **REGULATION EN REFRIGERATION**

- Contrôle de sûreté.
  - Nécessité
  - Contre la haute pression

- Contre la basse pression
- Contre le manque de pression de l'huile
- Contre un niveau haut du réfrigérant liquide
- Contre un niveau bas du réfrigérant liquide

### **CHAPITRE 7 :**

#### **REGULATION EN CHAUFFAGE**

- Eléments régulateurs.
  - Vannes à deux voies.
  - Vannes à 3 voies.
  - Vannes à 4 voies.
- Eléments de liaison.
  - Type à action directe.
    - \* Thermostat à une influence.
    - \* Thermostat à double influence.
- Appareils de sécurité.

### **CHAPITRE 8 :**

#### **DIFFERENTS MODES DE REGULATION**

- Considérations générales.
- Régulation locale
- Régulation centrale.
- Régulation par pièce.
- Régulation par circuit.
- Régulation climatique.

### **CHAPITRE 9 :**

#### **AUTOMATION ET AUTOMATES PROGRAMMABLES**

- Système automatisée
- Etude de la partie opérative.
- Etude de la partie commande.
- Etude de la partie relation
- Structure et architecture d'un automate programmable (mémoires – processeurs – interfaces d'entrées et sorties)
- Langage de programmation d'un automate.

- Grafcet et quelques applications sur le grafcet.

### **CHAPITRE 10 :**

#### **LES REGULATEURS COMMUNICANTS**

- Généralités sur les lois de régulation (analogique – numérique).
- Rôle d'un régulateur.
- Régulateur Tout ou Rien.
- Régulateur numérique.
- Régulateur analogique.
- Régulateur Proportionnelle P.
- Régulateur Proportionnelle- Intégrale PI.
- Régulateur Proportionnelle- Intégrale – Dérivée PID

### **CHAPITRE 11 :**

#### **GESTION TECHNIQUE DES BATIMENTS**

- La GTB pour les services techniques de bâtiments.
- La conception des systèmes de GTB.
- L'organisation des systèmes de GTB.
- Les réseaux de communications internes.
- Les télécommunications.
- Les unités locales.
- Le poste centrale.
- La formation et maintenance.

**CHAUFFAGE**

**90 périodes**

**CHAUFFAGE I**

**CHAPITRE 1**

**LES CHAUDIERES**

1. Chaudières à combustible solide.
  - 1-1 Pouvoir calorifique des combustibles solides.
  - 1.2 Chaudière à éléments en fonte.
  - 1.3 Chaudière à éléments en acier.
    - Principe de fonctionnement
    - Composants d'une chaufferie
  - 1.4 Puissance thermique.
  - 1.5 Dispositifs de sécurité et accessoires.
2. Chaudières à gaz
  - 2-1 Pouvoir calorifique des combustibles gazeux.
  - 2.2 Chaudières en fonte
  - 2.3 Chaudières en acier.
  - 2.4 Puissance thermique.
  - 2.5 Dispositifs de sécurité et accessoires.
3. Chaudières à fuel.
  - 3-1 Pouvoir calorifique des combustibles liquides.
  - 3.2 Chaudières en fonte.
    - 3.1.1 Corps de chauffe.
    - 3.1.2 Calorifugeage extérieur.
  - 3.3 Chaudière en acier.
    - 3.2.1 A tube d'eau.
    - 3.2.1 A tube de fumée.
    - 3.2.3 Calorifugeage extérieur.
  - 3.4 Puissance thermique.  
Dispositifs de sécurité et accessoires .3,5
- 4- Conduits de fumées
  - 4-1 Caractéristiques de fonctionnement .
  - 4-2 Maintenance.
- 5- Ventilation des chaufferies.
  - 5-1 Basse pour air de combustion.
  - 5-2 Haute pour le local.

**CHAPITRE 2**

**LES BRULEURS**

1. Eléments constitutifs des brûleurs à fuel.

- 1.1 Brûleurs à vaporisation.
- 1.2 Brûleurs à pulvérisation mécanique de fuel sous pression.
- 1.3 Brûleurs à pulvérisation par air sous pression. (à injection).
- 1.4 Brûleurs à pulvérisation par vapeur d'eau sous pression.  
Dispositifs de régulation et de sécurité des brûleurs à pulvérisation de 1,5 fuel.
2. Principe de fonctionnement des brûleurs à fuel.
3. Organes particuliers des brûleurs à fuel.
  - 3.1 Contrôleurs et détecteurs de flammes.
  - 3.2 Gicleurs.
  - 3.3 Dispositifs de mélange.
  - 3.4 Dispositifs d'allumage électrique.
  - 3.5 Filtre et pompe à fuel.
4. Brûleurs à gaz.
  - 4.1 Brûleurs à induction.
  - 4.2 Brûleurs atmosphériques.
  - 3.3 Brûleurs à gaz à air soufflé.
  - 4.4 Tête de mélange.
  - 4.5 Dispositifs de sécurité et de contrôle.
5. Rendement des brûleurs et consommation énergétique des générateurs.

### **CHAPITRE 3**

### **ACCESSOIRES ET PARTIES ANNEXES**

1. Corps de chauffe
  - 1.1 Notions sur la résistance thermique.
  - 1.2 Type de corps de chauffe.
2. Radiateur.
  - 2.1 Radiateur en fonte.
    - 2.1.1 Assemblage et installation.
    - 2.1.2 Notion sur la puissance thermique par élément
  - 2.2 Radiateur en acier.
    - 2.2.1 Assemblage et installation;
    - 2.2.2 Notion sur la puissance thermique par élément.
  - 2.3 Radiateur en aluminium.
    - 2.3.1 Assemblage et installation.
    - 2.3.2 Notion sur la puissance thermique par élément.
  - 2.4 Notion sur le chauffage par le sol et plafond.
3. Stockage du combustible liquide.
  - 3.1 Dimensionnement.

- 3.2 Réglementation concernant l'emplacement.
- 3.3 Sécurité.
- 4. Vase d'expansion.
  - 4.1 Principe.
  - 4.2 Vase d'expansion ouvert.
  - 4.3 Vase d'expansion fermé.
  - 4.4 Dimensionnement
- 5. Accessoires et pompes (circulatoires).
  - 5.1 Installation des circulatoires sur le circuit.
  - 5.2 Accessoires.
    - 5.2.1 Vanne de coupure.
    - 5.2.2 Vanne de réglage.
    - 5.2.3 Filtre.
    - 5.2.4 Clapet anti-retour.
    - 5.2.5 Vanne à 3 voies.
  - 5.3 Moyen de réglage et de contrôle

### **Chauffage II**

#### **CHAPITRE 1**

#### **PRINCIPES FONDAMENTAUX DES CONDITIONS CLIMATIQUES**

- 1- Introduction et régulation du corps humain. Climat et confort.
- 2- Effet combiné des composants physiques du climat d'un local sur le confort thermique.
  - 2.2 Pollution.
- 3. TEMPERATURE DE L'ATMOSPHERE EXTERIEURE.
  - 3.1 Détermination de la température extérieure.
  - 3.2 Les degrés jours de chauffe, concept introduit par l'évaluation annuelle de la température de l'air.
  - 3.3 Extrêmes annuels des températures moyennes de l'air.
- 4. VENT.
  - 4.1 Vitesse et direction du vent.
  - 4.2 Importance du vent sur le chauffage des bâtiments.
  - 4.3 Influence sur la consommation de calories.
- 5. IMPORTANCE DU RAYONNEMENT SOLAIRE POUR LE CHAUFFAGE ET LE RAFRAICHISSEMENT DES BATIMENTS.

#### **CHAPITRE 2**

#### **SYSTEMES DE CHAUFFAGE**

**Syllabus:**

Chauffage individuel.

Chauffage central

2-1 Chauffage à eau.

2-1-2 Production d'eau chaude.

2-1-3 Circuit secondaire à air.

2-3-1 Ventilo-convecteur.

2-3-2 Centrale de traitement d'air.

2-3-3 Tracé de tuyauteries et connexion.

2-1-4 Circuit secondaire à eau.

2-4-1 Radiateur.

2-4-2 Chauffage par les murs et sols.

2-4-3 Tracé de tuyauteries et connexion

2-2 Chauffage à vapeur.

2-2-1 A basse pression.

2-2-1-1 Distribution par dessus.

2-2-1-2 Distribution par dessous avec collecteurs de purge en élévation.

2-2-1-3 Distribution par dessous avec collecteurs de purge noyés.

2-2-1-4 Production de la vapeur (sécurité).

2-2-1-5 Retours des condensas.

2-2-1-6 Régulation et équipements de sécurité.

Poste central de

production d'eau chaude

sanitaire.

3-1 A accumulation.

3-2 Constitution et exécution.

3-3 Consommation et frais d'exploitation.

4- Entartrage, corrosion et moyen de lutte.

### **CHAPITRE 3**

### **CHAUFFAGE A DISTANCE**

1- Délimitation entre chauffage central et chauffage à distance (chauffage des grandes usines, zones industrielles grosses consommatrices de calories, et hôpitaux très étendus).

2. Conduites de chauffage à distance.

- Tuyauteries.

-Divers éléments.

-Caniveaux pour conduites à distance.

3. Chauffage à vapeur à distance.

3.1 Production et accumulation de la vapeur (sécurité de construction).

3.2 Tracé et exécution.

3.3 Sous station et raccordement des utilisateurs.

3.4 Raccordement de chauffage à l'eau chaude et de Production d'eau chaude sanitaire.

3.5 Problème d'exécution et de dimensionnement.

- 4. Chauffage à distance à eau surchauffée
  - 4.1 Production d'eau chaude surchauffée
  - 4.2 Maintien de la pression et dilatation de l'eau
  - 4.3 Sous-stations et régulation de la fourniture de chaleur.
- 5. Chauffage à distance par l'eau chaude
  - Production et accumulation de la chaleur.
  - Raccordement des immeubles et régulation de la fourniture de la chaleur.

### **CHAPITRE 4**

#### **PROCEDES DE CALCUL**

- 1- Le calcul de bilan thermique en hiver.
- 2- Chaudière de chauffage
  - 2.1 Dimensionnement des chaudières.  
Mesures de puissances et sélection.
- 3- Chauffage par le plafond et sol.
  - 3.1 Méthode de calcul.
  - 3.2 Exemple.
- 4- Calcul détaillé des échangeurs de chaleurs
- 5- Isolation des tuyauteries et épaisseur économique de l'isolant.
- 6- Calcul des tuyauteries.
  - 6.1 Tronçons partiels et leurs pertes de charge.
  - 6.2 Calcul définitif et vérification de pression et débit.
- 7- Chauffage à eau chaude par gravité.
  - 7.1 Charge motrice.
  - 7.2 Diamètre du tuyau.  
Exemple de calcul.
- 8- Chauffage par pompe.
  - 8.1 Méthode de calcul.
  - 8.2 Dimensionnement des tuyaux, pompes de circulation, vase d'expansion et accessoires divers.
- 9- Chauffage à vapeur basse et haute pression.
  - 9.1 Principes et calcul du réseau.
  - 9.2 Exemple de calcul.

### **CHAPITRE 5**

#### **EXPLOITATION DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE**

- 1. L'allure journalière des besoins calorifiques.
  - 1.1 Besoins calorifiques en régime discontinu.
  - 1.2 Courbe de durée de charge.
    - 2. Besoins calorifiques annuels.
    - 3. Besoins annuels de combustible
    - 4. Consommation de calories et facturation.
    - 5. Courbe caractéristique d'exploitation d'un chauffage à l'eau chaude.



### 5.1 Consommation de combustible et sa surveillance.

Détermination du rendement et de la puissance des chaudières en service.

## **CHAPITRE 6**

### **PLOMBERIE APPLIQUEE AU CHAUFFAGE**

#### **I Raccordement des corps de chauffe.**

- 1- Tuyauteries :
  - a. Acier noir
  - b. PPR
  - c. Cuivre
  - d. PEX
- 2- Accessoires :
  - a. Vanne thermostatique
  - b. Les vannes de régulation de débit en angle droit.
- 3- Schéma de branchement

#### **II Raccordement des pompes circulatrice.**

- 1- Pompe singulière
  - a. Flexible
  - b. Clapet anti-retour
  - c. Manomètre
- 2- Pompes en parallèles
  - a. Schéma
  - b. Clapet anti-retour
  - c. Manomètre

#### **III Raccordement des centrales énergétiques.**

- 1- Raccordement des chaudières :
  - a. Flexible
  - b. Manomètre
  - c. Thermomètre
  - d. Capteur de présence de débit
  - e. Vannes

**REFRIGERATION**

90 périodes

**CHAPITRE 1**

**PRINCIPES FONDAMENTAUX DE REFRIGERATION**

- 1.1 Développement de la réfrigération
- 1.2 Réfrigérants.
  - Définition d'un réfrigérant
  - Choix de réfrigérant.
  - Principaux réfrigérants utilisés
  - Description et caractéristique.
  - Cycle simple de réfrigération.
- 1.3 Condensation des vapeurs.
  - Définition.
  - Le condenseur.
- 1.4 Expansion et vaporisation.
  - Définition.
  - Le détendeur.
  - L'évaporation.
- 1.5 Production du froid
  - Machine à compression de vapeur
    - \* Opération.
    - \* Cycle théorique.
    - \* Les transformations.
      - expansion
      - vaporisation
      - compression
      - condensation.
    - \* Le coefficient d'effet frigorifique.
    - \* Le schéma descriptif d'un cycle frigorifique.
- 1.6 Le cycle réel.
  - Marche en surchauffe.
  - Marche-en sous refroidissement.
  - Rendement théorique.
- 1.6 Machine frigorifique à absorption.

## **CHAPITRE 2**

### **Cycle frigorifique**

#### **Les composantes principales d'un système de réfrigération.**

- 2.1 Fonction et types de compresseurs.
  - Fonction et but.
  - Classification des compresseurs.
  - Facteurs de choix.
- 2.2 Fonction et types des évaporateurs.
  - Evaporation immergé.
  - Dry type évaporateur (non noyés).
- 2.3 La capacité des évaporateurs.
  - Capacité.
  - La différence de température.
- 2.4 Fonction et types de condenseurs.
  - Condenseurs à air.
  - Condenseurs à eau.
  - Condenseurs évaporateurs.
  - Constitution.
  - Caractéristiques.
  - Utilisation.
  - Entretien.
  - La charge du condenseur.
- 2.5 Définition et types des détendeurs.
  - Vannes d'expansion à opération manuelle.
  - Tube capillaire.
  - Vannes presso statiques.
  - Vannes thermostatiques.
  - Vannes thermoélectriques.

## **CHAPITRE 3**

### **CHAMBRES FROIDES**

- 3.1 Objet des chambres froides.
- 3.2 Description et construction.
  - dimensions
  - plancher
  - murs
  - plafonds
  - portes
  - isolation
- 3.3 Calcul de la charge de réfrigération.

- à travers les parois
  - infiltration de l'air
  - charge du produit
  - autres sources de chaleur.
- 3.4 Conditions de frigorification des denrées.
- 3.5 Capacité de la machine
- capacité du condenseur
  - capacité de l'évaporateur
  - emplacement de l'évaporateur
  - Surface d'un évaporateur
  - capacité du compresseur
  - rapport volumétrique
  - coefficient de performance
  - dimensionnement du moteur électrique
  - dimensionnement des tuyaux du réfrigérant
- 3.6 Exemples pratiques.

### **CHAPITRE 4**

#### **REFRIGERATEURS OUVERTS.**

- 4.1 Réfrigérateurs ouverts.
- introduction
  - réfrigérateurs ouverts pour aliments frais
  - réfrigérateurs ouverts pour aliments congelés
- 4.2 Circulation de l'air.
- 4.3 Caractéristiques des réfrigérateurs ouverts.
- caractéristiques de construction.
  - caractéristiques d'opération.

### **CHAPITRE 5**

#### **REFRIGERATEURS DOMESTIQUES (ménagers)**

- 5.1 Description d'un réfrigérateur.
- le mécanisme
  - opération
  - contrôle
  - le cabinet:
    - \* isolation
    - \* barrière de vapeur
    - \* construction de la porte.
- 5.2 Le congélateur
- congélateur incorporé avec le réfrigérateur
  - congélateur séparé.
- 5.3 Circuit électrique

**CHAPITRE 6**

**REFRIGERATION INDUSTRIELLE ET CRYOGENIE**

6.1 Systèmes de réfrigérants à expansion

- Système évaporatif
- Système à pulvérisation

6.2 Cycle ouvert à l'ammonium

6.3 Réfrigération thermoélectrique

6.4 Réfrigérateur de véhicule

- dimensions
- isolation
- mécanisme
- circulation de l'air.

6.5 Refroidisseur d'eau.

- types
- mécanismes.

6.6 Production de glaçons.

6.7 Terrains de patinage.

6.8 Lyophilisation (freeze drying).

## **CONDITIONNEMENT D'AIR** **90 périodes**

### **CHAPITRE 1** **DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE**

- 1.1 Composition de l'air sec et humide.
- 1.2 Propriétés de l'air humide.
  - Pression partielle de vapeur d'eau.
  - Masse volumique de l'air humide.
  - Humidité spécifique.
  - Degré hygrométrique.
  - Enthalpie.
- 1.3 Construction du diagramme.
  - Courbe de saturation.
  - Courbes d'égal degré hygrométrique.
  - Lignes d'égales enthalpies spécifiques.
  - Lignes d'égal volume spécifique.
  - Température humide.
  - Température de rosée.
  - Température sèche.
  - Humidité relative.
  - Volume spécifique.
- 1.4 Utilisation du diagramme de l'air humide.
- 1.5 Mélange de deux quantités d'air de caractéristiques différentes.
- 1.6 Exemples d'application.

### **CHAPITRE 2** **TRANSFORMATIONS UTILISEES EN CONDITIONNEMENT D'AIR**

- 2.1 Principe général de fonctionnement d'une climatisation.
- 2.2 Chaleur sensible et chaleur latente.
  - Définition de la chaleur sensible et de la chaleur latente.
  - Droite de soufflage.
- 2.3 Traitement de l'air humide.
  - Chauffage simple.
  - Refroidissement simple.
  - Humidification par vapeur.
  - Humidification par eau.
  - Refroidissement et déshumidification.
- 2.4 Climatisation d'hiver et d'été.
  - Climatisation d'hiver.

- Climatisation d'été.
- 2.5 Les différents types de fonctionnement.
- 2.6 Fonctionnement en tout air neuf.
  - Fonctionnement en hiver.
  - Fonctionnement en été.
- 2.7 Exemples d'application avec mélanges.
  - Climatisation d'hiver à mélange fixe.
  - Climatisation d'été à mélange.

### **CHAPITRE 3**

#### **PRINCIPES FONDAMENTAUX DE PHYSIOLOGIE THERMIQUE.**

- 3.1 Physiologie thermique.
  - Métabolisme.
  - Déperdition calorifique du corps humain.
- 3.2 Climat d'un local.
  - Température de l'air.
  - Température moyenne des parois.
  - Humidité relative de l'air d'un local.
  - Vitesse de l'air dans le local.
- 3.3 Confort thermique.
  - Confort thermique
  - Qualité de l'air
  - Les paramètres du thermique.
  - Les normes de confort thermique : ASHRAE 55-92 et ISO 7730.

### **CHAPITRE 4**

#### **CONDITIONNEMENT D'AIR**

- 4.1 Définition.
- 4.2 Utilisations principales.
  - Conditionnement des immeubles
  - Conditionnement industriel
  - Conditionnement des véhicules
- 4.3 Systèmes de climatisation.
  - Classification par rapport au fluide
  - Classification par rapport à la disposition des équipements
  - Applications

### **CHAPITRE 5**

#### **SYSTEMES COMPACTS**

- 5.1 Arrangement.
- 5.2 Applications.
- 5.3 Installation et entretien.
- 5.4 Contrôle.
  - Contrôle de la température
  - Contrôle de la température de l'eau, condensation
  - Contrôle du débit d'air
- 5.5 Chauffage par inversion du cycle.

### **CHAPITRE 6**

#### **SYSTEMES DISSOCIES**

- 6.1 Arrangement - Eléments constitutifs.
- 6.2 Système split.
  - Description
  - Installation
  - Contrôles
- 6.3 Système multi-split.
  - Description
  - Installation
  - Contrôles
- 6.4 Entretien et maintenance.

### **CHAPITRE 7**

#### **SYSTEME CENTRAL**

- 7.1 Description.
- 7.2 Propriétés des systèmes centraux.
- 7.3 Composition.
  - Entrée
  - Section de refroidissement
  - Section de déshumidification
  - Ventilateur
  - Filtres
- 7.4 Procédures d'installation.
- 7.5 Contrôles et entretien.



- 7.6 Conception.
  - Centrale multizones à un seul conduit.
  - Centrale multizones à deux conduits.

### **CHAPITRE 8**

#### **SYSTEMES A EAU GLACEE**

- 8.1 Description.
- 8.2 Chillers.
  - Calandre multitubulaire noyé (Flooded shell-and- tube type).
  - Système à double tubes (Double tube cooler).
- 8.3 Ventilo-convecteurs (fan coil unit).
  - Description.
  - Types.
  - Installation et entretien.
- 8.4 Centrales de traitement d'air (Air-Handlers).
  - Description.
  - Types
  - Installation et entretien.
- 8.5 Contrôles.
  - Contrôle de température.
  - Contrôle de la pompe.
  - Contrôle d'une installation centrale.
  - Contrôle de sécurité du compresseur.

### **CHAPITRE 9**

#### **CLIMATISATION DES VEHICULES**

- 9.1 Sources de chaleur.
  - intérieures
  - extérieures
- 9.2 Composants principaux.
  - compresseurs
  - condenseurs
  - contrôle de débit du réfrigérant
  - évaporateur
  - bouteille séparatrice (receiver-drier)
- 9.3 Types de distribution d'air.
  - Dash type
  - Trunk type

- Dual type
- 9.4 Contrôles.
- contrôle du compresseur
  - contrôle du ventilateur
  - contrôle du débit d'air
  - Idle speed regulator (régulateur de la vitesse de rotation du moteur)

## **CHAPITRE 10**

### **FILTRATION D'AIR**

- 10.1 Notions sur différents types de filtres à air.
- Essai sur filtre à air
    - \* Perte de charge du filtre.
    - \* Capacité d'emmagasinement.
    - \* Pouvoir de rétention.
    - \* Efficacité.
  - Filtre métallique.
  - Filtre à fibres.
  - Filtre absolu.
  - Filtre à charbon actif.
  - Filtre électrostatique

## **CHAPITRE 11**

### **VENTILATION**

- 11.1 Bases de la ventilation (nécessité).
- Taux de renouvellement d'air minima généraux pour les locaux habités par: adultes, enfants, ouvriers.
  - Taux de renouvellement d'air recommandés pour les différents locaux à usage public (bureaux, écoles, restaurants, salles de réunion).
- 11.2 Ventilation naturelle.
- Effets du vent (surpression et dépression).
  - Effet de tirage.
  - Perméabilité à l'air des structures.
- 11.3 Ventilation artificielle.
- Principe de l'extraction d'air.
  - Principe d'apport d'air frais.
  - Exemple de calcul d'extraction d'air et d'apport d'air frais.

- 11.4 Les principales réglementations à prendre.
- Filtre pour air frais.
  - Extraction niveau bas et niveau haut des garages, des sous-sols.
  - Niveau sonore admissible.

## **CHAPITRE 12**

### **GAINES DE DISTRIBUTION**

- 12.1 Principe de la diffusion de l'air dans les locaux.
- Différentes nominations employées.
    - \* Air frais.
    - \* Air extrait.
    - \* Air recyclé.
    - \* Air de mélange.
  - Règles générales.
    - \* Position des diffuseurs.
    - \* Positions des grilles d'apport d'air frais.
    - \* Vitesse recommandée de l'air dans les différentes positions de gaines et selon l'utilisation.
- 12.2 Différents éléments des réseaux aérauliques de distribution.
- Ventilateurs.
  - Filtres
  - Conduits.
  - Diffuseurs, registres de réglage.
  - Clapets coupe-feu.
  - Protections des ventilateurs.
  - Danger d'incendie, filtres empoussiérés inflammables.
  - Règle des 50 pascals.
- 12.3 Dimensionnement des gaines de ventilation en utilisant les tables standards dans les gaines circulaires, rectangulaires, raccords, coudes, branchements.
- Méthodes de calcul.
    - \* Méthode de vitesse.
    - \* Méthode de frottement.
  - Dimensionnement du ventilateur.
- 12.4 Les bouches d'air.
- Dimensionnement.
  - Emplacement.

**CHAPITRE 13**  
**PLOMBERIE APPLIQUEE A LA CLIMATISATION**

**I Raccordement des ventilo-convecteurs et des centrales de traitements de l'air.**

- 1- Tuyauteries :
  - a. Acier noir
  - b. PPR
  - c. Cuivre
- 2- Accessoires :
  - a. Vanne à 3 voies
  - b. Vanne à 2 voies
  - c. Filtre à tamis en Y
  - d. Les vannes manuelles
  - e. Les vannes de régulation de débit DRV.
- 3- Schéma de branchement :
  - a. Avec vanne à 3 voies
  - b. Avec vanne à 2 voies

**II Evacuation des condensats.**

- 2- Tuyauteries :
  - a. PVC
  - b. Acier galvanisé
- 3- Accessoires :
  - a. Le siphon
  - b. La ventilation régulatrice de pression
- 4- Schéma de branchement

**III : Raccordement des pompes.**

- 3- Pompe singulière
  - a. Flexible
  - b. Clapet anti-retour
  - c. Manomètre
- 4- Pompes en parallèles
  - d. Schéma
  - e. Clapet anti-retour
  - f. Manomètre

**IV : Raccordement des centrales énergétiques.**

- 2- Raccordement des refroidisseurs à eau :
  - a. Flexible
  - b. Manomètre
  - c. Thermomètre
  - d. Capteur de présence de débit
  - e. Vannes

## PLANIFICATION DE CHANTIER

**60 périodes**

### Objectifs :

Au terme de ce cours, l'élève devra être capable de :

- Préparer un chantier.
- Appliquer les règles d'hygiène et de sécurité.
- Respecter les démarches de qualité.
- Choisir les modes opératoires.
- Exécuter les travaux planifiés
- Programmer et planifier les travaux.
- Gérer, assurer le suivi et contrôler les travaux.
- Coordonner les rapports avec les partenaires : fournisseurs, sous-traitants, Intervenants.
- Evaluer les prix des travaux.
- Elaborer des tableaux comparatifs des travaux.
- Rédiger un rapport de chantier.

## CHAPITRE 1 LES PRIX DES TRAVAUX

### Objectifs :

- Exploiter un dossier de consultation
- Calculer le prix des travaux
- Elaborer un devis estimatif des travaux

### Syllabus :

#### 1. Structuration d'un prix de vente des travaux

- Définition des composants
- Bordereau des prix unitaires
- Cadre du bordereau de prix

#### 2. Dossier de consultation

- Principales clauses
- Pénalités de retard
- Modalités de paiement

#### 3. Estimatif des travaux

- Réception des travaux
- tableaux Comparatifs
- Frais de chantier
- Devis estimatif

## **CHAPITRE 2 PREPARATION DU CHANTIER**

### **Objectifs :**

- Préparer le chantier
- Choisir le matériel de chantier adéquat
- Assurer l'énergie sur site
- Assurer la manutention sur chantier
- Appliquer les règles d'hygiène et de sécurité

### **Syllabus :**

1. Etudes préliminaires.
  - Connaissance du site
  - Stockage sur site
  - Energie sur le chantier
  - Transport
  - Manutention
  - Livraison sur site
  - Nettoyage et décharge
2. Préparation du chantier
  - Choix des modes opératoires
  - hygiène et sécurité dans le chantier
  - Installation des matériels de l'entreprise
  - Choix des matériels de chantier
  - Moyens humains nécessaires à l'exécution
3. Planification des travaux
  - Programme des travaux
  - Ordonnancement
4. Ouverture du chantier

## **CHAPITRE 3 CONDUITE, EXECUTION ET CONTROLE DES TRAVAUX**

### **Objectifs :**

- Suivre l'avancement des travaux
- Coordonner et piloter un chantier
- Contrôler la qualité des travaux

### **Syllabus :**

1. Coordination et pilotage de chantier
  - Coordination de chantier entre différents lots
  - Avancement des travaux
  - Réunion de chantier
  - Responsabilités civiles, pénales et contractuelles
2. Exécution des travaux

- Actions d'exécution
- Démarches d'exécution
- Formation des ouvriers
- Entretien et réparation des fournitures livrées
- Vie de chantier
- Relations humaines

### 3. Contrôle et suivi

- Analyse des écarts en quantité et en qualité
- Règles et normes de qualité
- Réception des travaux
- Refus des matériaux ou équipements défectueux
- Essais et contrôle des fournitures et des travaux
- Lettre de réserve
- Levée des réserves
- Plan de recollement
- Garanties et assurances

## **CHAPITRE 4**

### **BUDGET DE CHANTIER ET FACTURATION**

#### **Objectifs :**

- Elaborer et respecter un budget de chantier
- Contrôler les frais et les dépenses du chantier
- Préparer la facturation des travaux

#### **Syllabus :**

##### 1. Budget de chantier

- Budget d'ensemble et de détail
- Frais d'installation
- Temps unitaires d'exécution
- Statistiques

##### 2. Contrôles des frais de chantier

- Fiches de pointage
- Fiches matériel
- Bons fournisseurs
- Analyse des écarts en temps et en coûts
- Prises de décisions d'aménagement des plannings et des moyens

##### 3. Préparer la facturation

- Facturations provisoires et définitives
- Acomptes et avances
- Situations mensuelles
- Actualisation et révision des prix

- Primes et pénalités
- Délai de paiement
- Règlement définitif
- Caution et retenue de garantie
- Bilan fin de chantier

### **METHODOLOGIE:**

Distribuer aux élèves le contenu, l'horaire, la modalité de l'évaluation, et les discuter en classe en écoutant leurs points de vue..

Faire préparer par les élèves en classe et sous forme de devoirs à la maison des exercices et des problèmes comme application du cours.

Utiliser des schémas clairs en couleur pour mieux illustrer la matière.

Utiliser des diapositives pour mieux illustrer la matière.

Utiliser des équipements audiovisuels pour mieux illustrer la matière.

Donner des exemples pratiques de la vie professionnelle tant que possible comme application directe de la matière.

Organiser des visites régulières aux chantiers et demander aux élèves de rédiger un rapport de visite et de suivi qui sera commenté et analysé en classe.

A la fin de chaque chapitre, faire poser des questions aux élèves dont la réponse sera vraie ou fausse.

Insister sur la présentation des devoirs, des rapports et des tests faits par les élèves.

Faire présenter aux élèves tant que possible des revues spécialisées, des journaux quotidiens, et des études publiées traitant le sujet en question.



## **TURBOMACHINES**

**60 périodes**

### **LES POMPES**

#### **I- DEFINITION ET DOMAINES D'APPLICATIONS**

#### **II- LES POMPES VOLUMETRIQUES :**

- 1) Principe et caractéristiques générales.
- 2) Pompe à piston.
- 3) Pompe à diaphragme.
- 4) Pompe à piston plongeur.
- 5) Pompe à engrenage.
- 6) Pompe à palettes rigides.
- 7) Pompe péristaltique

#### **III- TURBO POMPE**

- 1) Description et fonctionnement
- 2) Avantages et inconvénients des turbo-pompes
- 3) Pression différentielle engendrée par la pompe
- 4) Caractéristique pression-débit
- 5) Point de fonctionnement
- 6) Caractéristiques de vitesse
- 7) Conditions d'aspiration
- 8) Amorçage d'une turbo-pompe

### **LES COMPRESSEURS**

- 1) rôle du compresseur
- 2) les compresseurs alternatifs à piston
  - 2.1- compresseur ouvert
  - 2.2- éléments d'un compresseur ouvert
  - 2.3- compresseur semi-hermétique
  - 2.4- compresseur hermétique
- 3) Les compresseurs rotatifs
- 4) étude technologique des compresseurs à piston

### **LES VENTILATEURS**

- 1) FONCTION DES VENTILATEURS
- 2) CLASSIFICATION DES VENTILATEURS :
  - 2-1 LES VENTILATEURS CENTRIFUGES
  - 2-2 LES VENTILATEURS HELICOIDES
  - 2-3 LES VENTILATEURS TANGENTIELS
- 3) MODES D'ENTRAINEMENT DES VENTILATEURS
- 4) CARACTERISTIQUES DES VENTILATEURS
- 5) COURBES CARACTERISTIQUES DES VENTILATEURS.

### 6) MESURE D'UN DEBIT D'AIR

**ENERGIE RENOUVELABLE**

**60 périodes**

**CHAPITRE 1:**

**GENERALITES SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES**

1. L'énergie : définition et classification
  - 1.1 Les énergies conventionnelles
  - 1.2 Les énergies renouvelables.
2. Les énergies renouvelables dans la nature :
  - 2.1 L'énergie solaire.
  - 2.2 L'énergie hydraulique
  - 2.3 L'énergie du vent
  - 2.4 La biomasse et le bio-fuel

**CHAPITRE 2:**

**Absorption et conversion de l'énergie solaire.**

1. Le mouvement planétaire terre-soleil
  - 1.1 L'intensité de l'énergie solaire et sa répartition sur le globe.
2. Le solaire thermique :
  - 2.1 Type et performance des capteurs.
    - 2.1.1 Les capteurs plans
    - 2.1.2 Les capteurs en tubes à vide
    - 2.1.3 Les capteurs en tubes à vide et à caloduc
    - 2.1.4 Autre type de capteur.
  - 2.2 Eau chaude sanitaire et chauffage.
    - 2.2.1 Type d'accumulateur et utilisation.
    - 2.2.2 Les sources d'appoints possibles
  - 2.3 Dimensionnement d'un capteur ECS.
    - 2.3.1 Estimation des besoins
    - 2.3.2 Calcul de la surface du capteur
    - 2.3.3 Bilan énergétique du capteur et du système de stockage.
3. Le solaire photovoltaïque :
  - 3.1 Type et performance des capteurs.
    - 3.1.1 Les capteurs monocristallins.
    - 3.1.2 Les capteurs poly-cristallins
  - 3.2 Addition de la tension et de l'intensité.
    - 3.2.1 Les modules
    - 3.2.2 Les vecteurs
    - 3.2.3 Configuration d'installation.

### 3.3 Le stockage de l'énergie PV.

#### 3.3.1 Type des piles.

#### 3.3.2 Dispositif de charge des piles et stabilisateur de tension.

### 3.4 Le convertisseur courant continue → courant alternatif.

## **CHAPITRE 3:**

### **Utilisation de l'énergie hydraulique.**

#### 1. Les sources hydrologiques.

##### 1.1 Les rivières

##### 1.1.1 Les barrages d'accumulation

#### 2. La conversion de l'énergie hydromécanique.

##### 2.1 Les centrales hydroélectriques.

## **CHAPITRE 4:**

### **Utilisation de l'énergie du vent.**

#### 1. L'atlas mondial du vent.

##### 1.1 La transformation de l'énergie du vent en mouvement rotationnel

##### 1.1.1 Les éoliennes.

##### 1.1.2 Les éoliennes à conversion mécanique de l'énergie du vent pour pompage de l'eau.

##### 1.1.3 Les éoliennes à conversion électrique de l'énergie du vent.

##### 1.1.3.1 Le stockage de l'énergie électrique.

##### 1.1.3.2 Type des piles.

##### 1.1.3.3 Dispositif de charge des piles et stabilisateur de tension.

##### 1.1.3.4 Le convertisseur courant continue → courant alternatif.

## **CHAPITRE 5:**

### **La biomasse et le bio-fuel**

#### 1. La biomasse

##### 1.1 Concentration mondiale

##### 1.2 Utilisation et plan de renouvellement/

#### 2. Le Bio-fuel

##### 2.1 Production mondiale

##### 2.2 Type et utilisation

**T.P. REGULATION & AUTOMATION**

**60 périodes**

**CHAPITRE 1:**  
**CONFIGURATION, PARAMETRAGE ET**  
**PROGRAMMATION PAR LANGAGE A CONTACT(**  
**LADDER) :**

- 1.1 Programmation des fonctions logiques
  - 1.1.1 ET (AND)
  - 1.1.2 NON
  - ET( NAND)
  - 1.1.3
  - OU(OR)
  - 1.1.4 OU Exclusive (XOR )
  - 1.1.5 Bits internes
  - 1.1.6 Bits systèmes
- 1.2 Programmation, configuration et paramétrage d'un
  - 1.2.1 Temporisateur
  - 1.2.2 Compteur

**CHAPITRE 2 :**  
**RESOUDRE LE SYSTEME COMBINATOIRE , PAR LANGAGE**  
**A CONTACT (LADDER), ET FAIRE LES MONTAGES DES**  
**EXERCICES SUIVANTS :**

- 2.1 Contacteur simple
- 2.2 Contacteur inverseur
- 2.3 Démarrage étoile triangle manuel, 1 sens de marche
- 2.4 Démarrage étoile triangle automatique, 2 sens de marche
- 2.5 Commande d'un moteur a 2 vitesses
- 2.6 Commande d'un moteur a 3 vitesses

**CHAPITRE 3 :**

**RESOUDRE LE SYSTEME COMBINATOIRE , PAR LANGAGE ,  
A CONTACT (LADDER) ET GRAFCET DES MONTAGES DES  
EXERCICES SUIVANTS :**

- 3.1 Circuit de commande d'une chambre froide à dégivrage par injection des gaz chauds.
- 3.2 Circuit de commande d'une centrale de traitement de l'air avec une batterie froide, batterie chaude, humidificateur et 2 volets 1 pour l'air frais et un pour l'air recycler avec moteur de ventilateur a vitesse variable par VFD suivant l'état des filtre.
- 3.3 Circuit de commande d'une installation de chauffage central
- 3.4 Circuit de commande d'une station de pompage.

**T.P. CHAUFFAGE**

**90 Périodes**

**T. P. 1**

**MONTAGE ET ENTRETIEN DES CHAUDIERES.**

1. Montage d'une chaudière.
  - 1.1 Montage de la chaudière.
  - 1.2 Montage des accessoires.
  - 1.3 Raccordement à la cheminée.
  - 1.4 Raccordement au circuit d'eau.
  - 1.5 Précautions.
  - 1.6 Connexions électriques, système de contrôle, système de sécurité
  - 1.7 Mise en marche.
2. Démontage et entretien.
  - 2.1 Déconnexion des divers raccords.
  - 2.2 Démontage des accessoires.
  - 2.3 Démontage de la chaudière.
  - 2.4 Nettoyage et remontage.
3. Montage d'un brûleur à mazout.
  - 3.1 Montage d'un brûleur.
  - 3.2 Raccordement au réservoir de mazout.
  - 3.3 Raccordement électrique.
  - 3.4 Entretien du brûleur.
  - 3.5 Faire les contrôles nécessaires

**T. P. 2**

**CORPS DE CHAUFFE**

1. Radiateurs (fonte, aluminium, acier)
  - 1.1 Fixation et scellement des consoles.
  - 1.2 Assemblage des éléments.
  - 1.3 Branchement aux canalisations.
  - 1.4 Essais de vidange et évacuation d'air. (ventouses).
  - 1.5 démontage du radiateur.
  - 1.6 Essais de nettoyage d'un radiateur.
  - 1.7 Essais d'étanchéité sur un radiateur.
2. Convecteur.
  - 2.1 Montage d'un convecteur.
  - 2.2 Démontage.
  - 2.3 Entretien d'un convecteur.
  - 2.4 Montage et connexion du thermostat de contrôle.
3. Corps de chauffe électrique.
  - 3.1 Radiateur à l'huile électrique.
    - 3.1.1 Connexion électrique.
    - 3.1.2. Entretien.
    - 3.1.3 Montage et connexion du thermostat de contrôle.
  - 3.2 Résistance électrique.

- 3.2.1 Connexion électrique.
- 3.2.2 Entretien.
- 3.2.3 Montage et connexion du thermostat de contrôle.
- 5. Planches chauffantes de petite dimension.
  - 5.1 Installation des planches chauffantes.
  - 5.2 Essais d'étanchéité.
  - 5.3 Entretien.

### **T. P. 3**

#### **TECHNIQUES DE REHABILITATION**

1. Cause de vieillissement des conduits de fumée pour:
  - 1.1 Conduits métalliques.
  - 1.2 Conduits en béton.
2. Moyens techniques de réhabilitation.
3. Devis estimatifs du coût de réhabilitation.
4. Rentabilité de réhabilitation.

### **T.P.4**

#### **Montage et Entretien de chaudière électrique.**

- 1- Montage d'une chaudière.
  - 1.1 Montage de la chaudière électrique d'un système autonome (plinthes).
  - 1.2 Système central à eau chaud.
  - 1.3 Système central de pompe à chaleur.
  - 1.4 Montage des accessoires.
  - 1.5 Raccordement au circuit d'eau.
  - 1.6 Précautions.
  - 1.7 Système de sécurité.
  - 1.8 Mise en marche.

### **T.P.5**

#### **LE CHAUD SOLAIRE**

- 1- Mise en service.
  - 1.1 Branchement électrique
  - 1.2 Branchement d'eau
  - 1.3 Remplissage du circuit
- 2- Utilisation.
  - 2.1 Capteur plan à eau.
  - 2.2 Capteur parabolique.
  - 2.3 Conseils d'utilisation.
- 3- Résultats théoriques.
  - 3.1 Rappels théoriques sur le rayonnement.
  - 3.2 Calcul théorique d'un capteur à simple vitrage.
  - 3.3 Courbe de rendements théoriques en fonction de T capteur

### **T.P.6**

#### **REDACTION DU RAPPORT DE STAGE**



## **T. P. CLIMATISATION**

**90 Périodes**

### **T. P. 1 BANC D'ESSAI**

#### **Travaux pratiques:**

1. Mesure de l'état de l'air dans chaque secteur (température sèche, humide)
2. Débit d'eau consommé sous forme de vapeur d'eau éjectée.
3. Mesure de quantité d'eau condensée dans l'évaporateur.
4. Mesure de température de condensation et d'évaporation du circuit frigorifique.

### **T.P. 2**

#### **BANC D'ESSAI D'UN VENTILATEUR**

#### **Travaux pratiques:**

1. Expérience: Le ventilateur aspire l'air de l'atmosphère par l'intermédiaire d'une tuyauterie normalisée, à travers un stabilisateur d'écoulement et un diffuseur. Le refoulement est réglé par une vanne.

Les pressions à l'aspiration et au refoulement sont mesurées au moyen d'un manomètre.

2. Mesures: il faut mesurer:

- 2.1 Pression totale.
- 2.2 Débit d'air.
- 2.3 Puissance absorbée.
- 2.4 Rendement.

### **T.P. 3 SYSTEMES A EAU GLACEE**

#### **Travaux pratiques:**

1. Système d'eau glacée (Chiller).
  - 1.1 Faire identifier les principaux organes composants d'un Chiller.
    - 1.2 Faire la simulation d'un chargement et un déchargement d'un petit appareil "Chiller" avec toutes les précautions à prendre.
  - 1.3 Faire identifier les principaux organes de contrôle sur circuit Fréon et circuit eau.
  - 1.4 Mesure de la température d'eau (aller-retour).
  - 1.5 Entretien du circuit primaire d'eau glacée.

### **T.P. 4**

#### **CLIMATISEUR TYPE MURAL, TYPE SEPARÉ (SPLIT)**

##### **Travaux pratiques:**

Ce T.P. consiste à la mise en place d'un climatiseur et à faire toutes les connexions électriques et les moyens de contrôle (température, vitesse de l'air); et de l'installation des conduites de Fréon avec tous les supports et isolation nécessaires.  
Mesurer les températures aux différents points du système.  
Observer le cycle de refroidissement.  
Manipuler le mode de réglage et contrôle.

### **T. P. 5**

#### **CLIMATISEUR D'AUTOMOBILE**

##### **Travaux pratiques:**

- 2.1 Identifier les principaux organes composants.
- 2.2 Faire le chargement et le déchargement et essai de fonctionnement.
- 2.3 Faire identifier les principales causes de pannes et les remèdes.
- 2.4 Installer un climatiseur d'automobile.

### **T. P. 6**

#### **POMPES A CHALEUR (air-eau et eau-eau)**

##### **Travaux pratiques:**

Calcul de la consommation d'énergie ( en mesurant l'énergie électrique consommée).  
Calcul de la quantité de chaleur fournie  
Calcul du COP d'après la définition.  
Traçage de courbes de consommation, d'énergie de quantité de chaleur fournie et de coefficient de performance de la P.A.C. en fonction de la charge en faisant varier le débit d'eau du condenseur.  
Calcul des coefficients globaux de transfert de chaleur de l'évaporateur et du condenseur.

### **T.P.7**

#### **TOURS DE REFROIDISSEMENT**

##### **Travaux pratiques:**

1. Observation visuelle de l'écoulement et de la distribution de l'eau dans la colonne à évaporation.
2. Mesures de débits d'eau consommée.

3. Mesures des températures de l'air entrée et sortie.
4. Traçage de la courbe de l'énergie consommée en fonction de l'état extérieur.

### **T.P.8**

## **INSTALLATION EN CLIMATISATION**

### **Matériel et travaux pratiques:**

#### 3.1 Installation des systèmes.

- Type compact.
- Type dissocié.
- Type central.
- Type Chiller.
- Emplacement de chaque type.
- Suppression des bruits et des vibrations.

#### 3.2 Installation des ventilo-convecteurs.

- Fixation et emplacement.
- Raccordements.
- Alimentation en courant électrique.
- Niveau de bruit.

#### 3.3 Installation des gaines.

- Horizontalement.
- Verticalement.
- Méthodes de suspension.
- Connexion à l'appareil.
- Absorbeurs de son.
- Isolation.
- Registres.

#### 3.4 Installation des tuyaux.

- Filetage.
- Fixation.
- Raccordements.
- Etanchéité.
- Isolation.
- Réparation des fuites.

#### 3.5 Dépannage.

- Signes de mal fonctionnement.
- Diagnostic des troubles.
- Remèdes.
- Elaboration d'un rapport.

#### 3.6 Entretien.

- Nettoyage de la corrosion.
- Lubrification.
- Vérification.
- Elaboration d'un rapport.
- Remplir les fiches d'entretien.

### **T.P.9**

## **REDACTION DU RAPPORT DE STAGE**

## T. P. REFRIGERATION

90 périodes

### Objectifs du cours:

- Réaliser les différentes transformations de l'air humide et identifier le mode de mélange d'air.
- Mesurer et tracer sur le diagramme psychrométrique de différentes transformations.
- Utiliser l'outillage de montage et de dépannage.
- Préciser le principe de fonctionnement d'un cycle frigorifique classique.
- Analyser les principales pannes courantes des machines frigorifiques.
- Analyser les principales pannes courantes d'un compresseur.
- Connaître et identifier les dispositifs de protection d'un compresseur.

### T.P. 1 APPAREILS DE MESURE.

#### Objectif:

- Utiliser correctement les différents appareils de mesure.

#### Travaux pratiques

Calibrer des appareils de mesures de: température, humidité, vitesse de l'air , différence de pression; et mesurer ces paramètres.

#### Matériel:

- 1- Thermomètres
- 2- Hygromètres
- 3- Anémomètres, tube de Pitot

### T. P. 2 BANC D'ESSAI DE REFRIGERATION

#### Travaux pratiques:

1. Mesure de l'état de l'air dans chaque secteur (température sèche, humide).
2. Débit d'eau consommé sous forme de vapeur d'eau éjectée.
3. Mesure de quantité d'eau condensée dans l'évaporateur.
4. Mesure de température de condensation et d'évaporation du circuit frigorifique.

#### MATERIEL :

Une banc d'essai comprenant :

1. Compresseur hermétique.
2. Série de résistance électrique pour chauffage de l'air.
3. Soufflante électrique.
4. Refroidisseur.

5. Injecteurs de vapeur d'eau.
6. Appareils de mesure (thermomètre, manomètre, débitmètre, aux différents points du système).

### **T.P. 3 ESSAIS - MESURES**

#### **Objectifs:**

Appréhender le principe de transformation de l'air froid.

#### **Travaux pratiques:**

Tracer sur le diagramme psychrométrique l'évolution de l'état de l'air humide à l'entrée et sortie de l'appareil pour différentes valeurs de résistance électriques; et réaliser:

1. Transformation à chaleur sensible constante.
2. Transformation à chaleur latente constante.
3. Transformation combinée.

#### **MATERIEL:**

Un banc d'essais comprenant:

1. Compresseur hermétique.
2. Série de résistance électrique par chauffage de l'air.
3. Soufflante électrique.
4. Refroidisseur.
5. Injecteurs de vapeur d'eau.
6. Appareils de mesure (thermomètre, manomètre, débitmètre) aux différents points du système.

### **T.P. 4 FLUIDE FRIGORIGENE**

#### **Objectif:**

Au terme de ce T.P., l'élève devrait être capable d'identifier et d'utiliser l'outillage de montage et de dépannage, les moyens de détection des fuites, de chargement et de déchargement en fluide frigorigène.

#### **Travaux pratiques:**

1. Chargement et déchargement d'une conduite frigorifique existante.
2. Réglage de la quantité de Fréon chargé de l'installation frigorifique en marche en mesurant la pression dans les condenseurs et évaporateurs.
3. Utilisation des matériels adéquats pour les différents travaux.
4. Laisser exprès une petite fuite au niveau de serrage et faire la détection de cette fuite au moyen d'un détecteur.

#### **MATERIEL:**

- 1- Indicateur de pression
- 2- Indicateur de température
- 3- Appareils de détection de fuite
- 4- Outillage de soudage
- 5- Pompe à vide, chargement, déchargement
- 6- Outillage de:
  - 1- coupe

- 2- à fileter
- 3- serrage
- 4- cintrage
- 5- clés et jeux
- 6- électrique

### **T.P. 5** **CYCLE FRIGORIFIQUE**

#### **Objectifs:**

- Identifier le rôle de la source froide et de la source chaude. –
- Déterminer le travail d'un compresseur d'une machine simple frigorifique (2<sup>ème</sup> – principe de la thermodynamique).

#### **Travaux pratiques:**

1. Observation du cycle à compression de vapeur de réfrigération.
2. Démonstration du "pompage" vers le condenseur du fluide frigorigène.
3. Evaluation de l'effet du rapport de compression sur les performances du système en mesurant l'énergie échangée et l'énergie absorbée pour différentes valeurs de pression dans les condenseurs et évaporateurs.
- 4 . Détermination du coefficient global de transfert de chaleur à l'évaporateur et au condenseur en mesurant l'énergie consommée par la différence de température entrée-sortie et le débit d'eau circulant.

#### **MATERIEL:**

1. Un évaporateur à eau dans un cylindre à verre transparent.
2. Un compresseur hermétique.
3. Un condenseur à eau dans un cylindre à verre transparent.
4. Une protection électrique.
5. Des manomètres pour mesurer les pressions dans le condenseur et dans l'évaporateur.
6. Des thermomètres pour mesurer la température entrée-sortie des échangeurs et les températures du Fréon à l'entrée et sortie du compresseur.
7. Des débitmètres pour calculer le débit d'eau échange dans les échangeurs.

## T.P. 6

### SIMULATEUR DE PANNE D'UN CIRCUIT FRIGORIFIQUE

**Objectif:**

Identifier des pannes simulées et y remédier par l'intermédiaire d'interrupteurs électriques.

**Travaux pratiques:**

- 1- Comprendre le schéma de l'installation, lire les appareils de mesure.
- 2- Recherche par l'élève de la panne provoquée et ceci en consultant les manomètres et les thermomètres et les différents appareils de mesure.

**MATERIEL :**

Un banc de production de froid comprenant :

1. Un compresseur semi hermétique.
2. Un condenseur à air à vitesse variable.
3. Un évaporateur à air à vitesse variable.
4. Détendeur thermostatique.
5. Equipement de contrôle et de sécurité de l'appareil.
6. Thermomètre et manomètre aux différents points du circuit.
- 7 .Un jeu de dizaines de pannes d'origine électrique de fonctionnement, sont simulées au moyen de contacteurs

## T.P. 7

### SIMULATEURS DE PANNES ELECTRIQUES D'UN COMPRESSEUR HERMETIQUE

**Objectif:**

Identifier différentes pannes d'un compresseur hermétique et y remédier en effectuant des actions directes et réelles sur l'ensemble:

- fusible brûlé
- relais thermique actionné.

**Travaux pratiques:**

- 1- Comprendre le schéma électrique de démarrage.
- 2- Détecter des principaux défauts de fonctionnement d'un compresseur hermétique fusible brûlé, relais thermique, capacité de démarrage et de fonctionnement.

**MATERIEL:**

Un banc d'essai comprenant:

- 1.Un compresseur hermétique.
- 2.Condensateurs de démarrage et de marche.
- 3.Relais électriques

## T.P. 8

### **DISPOSITIFS DE PROTECTION D'UN COMPRESSEUR HERMETIQUE.**

#### **Objectif:**

Exploiter et réguler les circuits électriques des installations frigorifiques, les dispositifs de démarrage et les moyens de contrôle.

#### **Matériel:**

Un banc d'essai comprenant:

1. Compresseur hermétique.
2. Manomètres.
3. Pressostat haute et basse tension.
4. Thermostat.
5. Condensateurs et relais de démarrage.
6. Protecteur de l'enroulement.

#### **Travaux pratiques:**

- 1- Comprendre le principe de fonctionnement de différents dispositifs de contrôle et de protection d'un compresseur hermétique.
- 2- Réglage de pression dans la canalisation d'aspiration.
- 3- Réglage de pression dans la canalisation de refoulement.
- 4- Variation de la température d'évaporation et de condensation en fonction de la pression d'évaporation et de condensation.

#### **METHODOLOGIE:**

Utiliser des schémas clairs en couleur pour mieux illustrer la matière.

Utiliser des diapositives pour mieux illustrer la matière.

Faire préparer par le professeur, un manuel des travaux pratiques et le distribuer aux élèves.

Faire préparer à l'avance par les élèves la séance de travaux pratiques.

Faire exécuter par les élèves le travail demandé, contrôler et corriger par l'enseignant : la qualité et la précision de l'exécution, l'utilisation du matériel et outillage adéquats, le respect des règles d'hygiène et de sécurité professionnelle.

Insister sur la présentation des rapports faits par les élèves.

Faire présenter aux élèves des fiches techniques des équipements, des outils et des produits.

#### **EVALUATION:**

L'évaluation du travail de l'étudiant sera effectuée selon les critères suivants :

L'exactitude dans la mesure de la température, l'humidité, la vitesse de l'air et la différence de pression dans des gaines de distribution.

Représentation des caractéristiques de l'air et des transformations réalisées sur le diagramme de l'air humide d'une manière exacte et précise puis relever les autres données nécessaires en utilisant les méthodes d'interpolation et d'extrapolation s'il est nécessaire.

Monter et démonter des composants d'une machine frigorifique d'une manière exacte, rapide et ordonnée en utilisant l'outillage adéquat.



Chargement et déchargement corrects d'un système de réfrigération en respectant les pressions admissibles suivant chaque type de systèmes et de réfrigérants tout en appliquant les règles de sécurité, de propreté et d'hygiène professionnelle.

Application des principes technologiques convenables pour déceler les pannes dans toute les parties d'un système de production de froid.

### **T.P.9**

### **REDACTION DU RAPPORT DE STAGE**

## TP TURBOMACHINES

**60 périodes**

### **LES POMPES**

Installation des pompes centrifuge

- En parallèle 2 ou plus en marche simultanée
- En parallèle 2 ou plus en marche alternée
- Accessoires
- Vannes, clapets, flexible

### **LES COMPRESSEURS**

Installation des compresseurs

- En parallèle 2 ou plus en marche simultanée
- En parallèle 2 ou plus en marche alternée
- En série 2 ou plus
- Accessoires
- Vannes, clapets, flexible

### **LES VENTILATEURS**

Installation des ventilateurs

- En parallèle 2 ou plus en marche simultanée
- En parallèle 2 ou plus en marche alternée
- En série 2 ou plus
- Accessoires
- Registre gravitationnel, registre motorisé, clapets, flexible

**TP Logiciels thermiques**

**60 périodes**

**Partie A :  
LOGICIELS DE CALCUL POUR REFRIGERATION**

1. Types de logiciels :
  - 1.1 Logiciel de calcul de charge, simulateur du cycle.
  - 1.2 Logiciel de sélection des équipements.
  - 1.3 Logiciel combiné de calcul de charge et de sélection.
2. Introduction d'un logiciel de calcul de charge
  - 2.1 Préparation des paramètres d'entrée
  - 2.2 Introduction les paramètres
  - 2.3 Obtenir les résultats
  - 2.4 Discuter les résultats suivant les cas.
3. Limite d'utilisation des logiciels

**Partie B :  
LOGICIELS DE CALCUL POUR LA CLIMATISATION**

1. Types de logiciels :
  - 1.1 Logiciel de calcul de charge.
  - 1.2 Logiciel de sélection des équipements.
  - 1.3 Logiciel combiné de calcul de charge et de sélection.
2. Introduction d'un logiciel de calcul de charge
  - 2.1 Préparation des paramètres d'entrée
  - 2.2 Introduction les paramètres
  - 2.3 Obtenir les résultats
  - 2.4 Discuter les résultats suivant les cas.
3. Limite d'utilisation des logiciels

**Partie C :  
LOGICIELS DE CALCUL POUR CHAUFFAGE**

1. Types de logiciels :
  - 1.1 Logiciel de calcul de charge.
  - 1.2 Logiciel de sélection des équipements.
  - 1.3 Logiciel combiné de calcul de charge et de sélection.
2. Introduction d'un logiciel de calcul de charge
  - 2.1 Préparation des paramètres d'entrée
  - 2.2 Introduction les paramètres
  - 2.3 Obtenir les résultats
  - 2.4 Discuter les résultats suivant les cas.

3. Limite d'utilisation des logiciels

### **Partie D :**

#### **LOGICIELS DE CALCUL POUR ENERGIE RENOUVELABLE**

1. Types de logiciels :
  - 1.1 Logiciel de calcul de charge.
  - 1.2 Logiciel de sélection des équipements.
  - 1.3 Logiciel combiné de calcul de charge et de sélection.
2. Introduction d'un logiciel de calcul de charge
  - 2.1 Préparation des paramètres d'entrée
  - 2.2 Introduction les paramètres
  - 2.3 Obtenir les résultats
  - 2.4 Discuter les résultats suivant les cas.
3. Limite d'utilisation des logiciels

**TP Energies renouvelables**

**60 périodes**

**Partie A :  
Thermique**

Etude de cas d'une résidence ou d'une facilitée collective  
Choix du type de capteur  
Choix du type de stockage  
Dessin de l'installation sur les plans

**Partie B :  
Photo Voltaïque**

Etude de cas d'une résidence ou d'une facilitée collective  
Choix du type de capteur  
Choix du type de stockage  
Dessin de l'installation sur les plans

**Partie C :**

**Audit Energétique d'un bâtiment et préparation des propositions**

Etude de cas de l'institut ou d'une partie de l'institut (surface minimale de 500 m<sup>2</sup>)  
Faire le bilan d'audit énergétique du bâtiment  
Préparer une proposition pour réduire les dépenses en énergie