

## **PROGRAMME DE LA FORMATION THERMODYNAMIQUE**

Ce module explique sur la base d'exemples du quotidien les notions de thermodynamique d'un point de vue conceptuel (pas de calculs), de façon à pouvoir expliquer les différents éléments qui composent une chaudière : la conception, le fonctionnement de base, et l'optimisation du rendement.

Dans une première étape, les phénomènes physiques de notre environnement quotidien sont décortiqués. Dans une seconde partie, on élargit la réflexion en extrapolant sur une chaudière de production électrique : les interactions entre différents domaines (thermodynamique, conception, chimie de l'eau) et les compromis à trouver pour optimiser le procédé sont soigneusement portés à l'attention du stagiaire.

Le programme proposé ci-dessous est modulable selon vos besoins.

Il peut se décliner en deux modules de trois jours (soit 6 jours – recommandé pour une découverte de la thermodynamique) ou en un seul module de trois jours (recommandé pour un recyclage). Une formation « bilan » très synthétique peut également s'envisager sur une seule journée.

### **Partie I : Présentation des bases de thermodynamique**

#### **Chapitre I Introduction à la thermodynamique**

Définitions, historique

Explication des grandeurs macroscopiques (température, pression, volume) et interprétation microscopique

Changements d'état

Applications : exemples de la vie courante

Energie sous toutes ses formes

#### **Chapitre II Le premier principe de la thermodynamique**

Définitions et explications des notions de chaleur et travail

Enoncés du premier principe

Applications (exemples de la vie courante, moteur 4 temps, machine à vapeur, turbine)

Formalisation des termes chaleur, travail, enthalpie

Applications du premier principe dans une centrale thermique

#### **Chapitre III L'eau comme fluide caloporteur**

L'eau est un corps pur

Définitions (saturation, ébullition, vaporisation, évaporation, vapeur saturée, surchauffée, émulsion, titre)

Propriétés originales de l'eau (explications et ex de la vie courante)

Equilibre des phases

Présentation des diagrammes thermo et tables

#### **Chapitre V Second principe**

Pourquoi un second principe ?

Enoncés du second principe.

Interprétation par des exemples imagés.

Applications aux machines thermiques.

#### **Chapitre VI Transformations thermodynamiques**

Quelles transformations de l'eau dans quel type d'échangeur ?

Diagramme de Mollier, diagramme (T,S), lecture et utilisation.

Exercices d'applications.

## **Synthèse sous forme d'exercice (texte à trous)**

### **Partie II : Application des bases de thermodynamique**

Applications des bases pour comprendre la conception, le fonctionnement d'une chaudière, optimisation du rendement.

#### **Chapitre VII Les cycles vapeur**

Le cycle de Carnot.

Description des différents cycles élaboration sur la base du cycle de Carnot jusqu'au cycle complet avec soutirages et poste d'eau.

Définition du rendement et impact de la modification du cycle sur le rendement.

Cycle eau-vapeur d'une unité spécifique (valeurs numériques) – Tracé sur les diagrammes thermodynamiques. Calcul du rendement et impact d'une modification des conditions de marche (option).

Notion de consommation spécifique.

#### **Chapitre VIII Les Cycles Gaz**

Cycle de Joule / Brayton

Comparaison avec un cycle vapeur

Rendement idéal et réel, influence des conditions opératoires

La turbine à combustion : principe de fonctionnement, contraintes, spécificités des constructeurs, challenges, environnement, variation de charge

Calculs chiffrés (option)

#### **Chapitre X Les Cycles combinés**

Rappel cycle gaz / cycle vapeur

Combinaison des deux cycles : complémentarité thermodynamique et gain en rendement

Exemple de calcul du rendement (en option).

## **Synthèse sous forme d'exercice (texte à trous)**