

PROGRAMME DE LA FORMATION
INTITULE : THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE A LA PRODUCTION DE VAPEUR

Objectifs pédagogiques

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 décortiquer les différents éléments qui composent une chaudière et son exploitation: la conception, le fonctionnement de base, et l'optimisation du rendement.

Dans une première partie, les phénomènes physiques de notre environnement quotidien sont décortiqués. Dans une seconde partie, la réflexion est élargie en extrapolant sur une chaudière de production de vapeur pour la 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.

L'objectif principal de la formation est donc de se familiariser avec les concepts de la thermodynamique en vue de les appliquer aux différents éléments d'une chaudière avec production de vapeur, d'une turbine de production électrique.

Compétences développées :

- Acquisition de connaissances de base en thermodynamique,
- Capacité à utiliser des diagrammes thermodynamiques,
- Compréhension de phénomènes physiques mis en jeu dans une chaudière de production de vapeur et une turbine de production électrique,
- Sensibilisation au suivi de paramètres d'exploitation,
- Développer le sens de la réflexion pour un suivi optimal de l'exploitation de l'installation.

Public visé :

Cette formation s'adresse au personnel exploitant et personnel de maintenance de centrales thermiques, d'installations de cycle combiné gaz, d'unités de cogénération, de chaufferies industrielles ou de petites installations de production de vapeur ou en cogénération (à partir de biomasse, ou de systèmes de récupération de chaleur).

Durée :

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

Il peut se décliner en deux modules de 2 et 3 jours (soit 5 jours – recommandé pour une découverte de la thermodynamique) ou en un seul module de trois jours (recommandé pour un recyclage).

Prérequis : Connaissances générales sur une chaudière. Ouverture d'esprit, bon sens, sens de la réflexion.

Moyens pédagogiques et d'encadrement :

Les cours sont présentés sous la forme d'exposés interactifs, d'exercices, de points de synthèse (en début de chaque journée). Ils sont dispensés par Pascale BAUGE, ingénieur procédés et docteur en génie des procédés en salle de formation.

Moyens permettant de suivre l'exécution de l'action de formation :

Feuille d'émargement à signer chaque demi-journée par les stagiaires participants.

Mode d'évaluation : Un test d'évaluation des acquis à la fin de la dernière journée sera proposé aux stagiaires. Il sera sous la forme d'un texte avec des mots manquants ou QCM (ce texte décrivant les notions relatives à la thermodynamique appliquée à la production d'énergie, les échangeurs et détails des procédés).

Contenu :

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 : production électrique et cogénération

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.
Principe de la cogénération.

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).

Chapitre XI (option) Le Cycle de Rankine Organique (ORC)

Présentation et intérêts du cycle ORC

Applications pour la valorisation de la biomasse, la récupération de chaleur fatale, géothermie, centrales solaires (principes et technologie, retours d'expérience).

Synthèse sous forme d'exercice (texte à trous)