

PROGRAMME DE LA FORMATION
INTITULE : PROCÉDES DE LA VAPEUR

Objectifs pédagogiques

Cette formation se veut synthétique en donnant une vue d'ensemble des contraintes du procédé de production électrique à partir de vapeur (centrales thermiques).

Cette formation est destinée aux exploitants ou aux départements ingénierie. Pour évaluer l'impact d'une modification dans une pratique d'exploitation, préparer un appel d'offres ou discuter avec un constructeur, il est important de connaître comment s'imbriquent la thermodynamique, la mécanique des fluides, les transferts de chaleur, le design de l'installation, la métallurgie, le choix du traitement d'eau. Cette formation est également conseillée comme recyclage de stages déjà suivis.

En version allégée, elle permet au néophyte d'aborder simplement le procédé de production électrique en centrale thermique et en cycle combiné (principe, contraintes, comparaison avec une centrale nucléaire).

Compétences développées :

- Acquisition de connaissances de base en thermodynamique, métallurgie, mécaniques des fluides, impact de l'eau et thermique appliquées à une chaudière.
- Sensibilisation aux risques pour les différents composants du système (corrosion, fluage, crevaisons...)
- Développer le sens de la réflexion pour mieux appréhender et critiquer des documents techniques de constructeurs.

Public visé :

Cette formation s'adresse à tout futur exploitant d'installations de production électrique (centrale thermique, cycle combiné gaz, unité de cogénération avec turbine à gaz et chaudière de récupération). Elle peut aussi concerner des équipes d'ingénierie qui souhaitent démarrer un projet comportant une chaudière.

Durée :

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

Il est normalement prévu pour une session de deux fois trois journées (version longue).

Prérequis : Connaissance de base d'un circuit d'une chaudière. Bon sens et esprit curieux.

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.

Contenu :

Première partie

Chapitre I Généralités : Les différents modes de production électrique à partir de la vapeur

Différents procédés de production de chaleur selon la source chaude (chaudière à combustible fossile, chaudière de récupération, centrale nucléaire).

Notion de cycle de l'eau.

Les différents domaines scientifiques concernés et leur interaction.

Chapitre II Eau comme fluide caloporteur

L'eau : un corps pur

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

Propriétés originales de l'eau (explications, exemples de la vie courante, applications à quelques phénomènes rencontrés dans une unité de production électrique)

Chapitre III Introduction à la thermodynamique

Approche microscopique des grandeurs macroscopiques (T, P, V),

Changements d'état

Energie sous toutes ses formes

Chaleur et travail

Énoncés du premier principe et applications à une centrale thermique

Chapitre IV Les échangeurs de chaleur

Différents types d'échangeurs, notion de flux de chaleur échangé

Types d'échangeurs présents dans une chaudière

Paramètres influant sur les transferts de chaleur dans une chaudière

Conception et choix des échangeurs (contrainte de tenue du métal des tubes portés à haute température)

Organisation des échangeurs dans la chaudière

Notions de métallurgie

Circulation dans les échangeurs

Chapitre V La thermodynamique pour aller plus loin

Pourquoi un second principe ? (énoncés, interprétation, applications aux machines thermiques, Diagramme Mollier, (T,S), lecture)

Deuxième partie

Chapitre VI Les cycles vapeur

Elaboration des différents cycles à partir du cycle de base jusqu'au cycle complet avec soutirages et poste d'eau

Impact sur le rendement.

Comparaison avec le rendement d'une centrale nucléaire (REP)

Chapitre VII Circulation des fluides dans les chaudières

La circulation dans les chaudières

Phénomènes mis en jeu autour et au sein du ballon

Caractéristiques et challenges des tubes / collecteurs (orientation / position / circulation) et impact sur la perte de charge, le transfert thermique

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

Chapitre X Les Cycles combinés

Rappel cycle gaz / cycle vapeur

Combinaison des deux cycles : complémentarité thermodynamique et gain en rendement

Chapitre XI Grands principes du traitement d'eau

Impact de l'eau sur les matériaux

Principe du prétraitement

Traitements et suivis

Bilan synthèse