

# USME4E - Thermique et thermodynamique

## Présentation

### Prérequis

Outils mathématiques : équations différentielles, équations aux dérivées partielles.  
Notions de travail, température, chaleur, énergie et les états de la matière.  
Connaissance du système d'unités international et leurs conversions.

### Objectifs pédagogiques

Etudier les notions de base de la thermodynamique appliquée, de la thermique et avoir une vision d'ensemble sur les énergies renouvelables (énergie solaire, éolienne, géothermie, biomasse).  
Comprendre et savoir faire un bilan énergétique d'une installation comportant des machines thermiques.

Maîtriser les différents cycles de puissance à gaz ou à vapeur.

Analyser les différentes formes d'énergies.

Etre capable d'étudier un cycle combiné et une installation de production d'énergie grâce à la cogénération.

Avoir des connaissances indispensables de la thermique, de la climatisation et de la production du froid.

Consolider les notions essentielles telles que :

les différents modes de transferts thermiques

les échangeurs de chaleur

les chaudières et la combustion

la réglementation thermique du bâtiment et le diagnostic de performance énergétique(DPE).

### Compétences

Connaissances des mécanismes d'échanges thermiques.

Compréhension des machines thermiques utilisées dans l'industrie.

Vision globale sur la production et l'utilisation d'énergies

## Programme

### Contenu

Thermodynamique

Introduction : généralités et principes fondamentaux  
définition, notion de systèmes, volumes de contrôle et variables thermodynamiques  
état d'équilibre d'un système et variables d'état  
systèmes ouverts, fermés, évolution d'un système

Energie et chaleur :

formes d'énergies, conversion et transfert d'énergie en chaleur, travail

le bilan d'une énergie d'un système

énoncé du premier principe de la thermodynamique PPT : définition de l'enthalpie

notion de rendement

Evolutions du système et transformations

différentes formes d'évolution : isotherme, isovolume, isobare

évolutions réversibles et irréversibles

conséquences des lois d'évolution : évolutions isentropiques (transformations adiabatiques et réversibles) et polytropiques

énoncé du deuxième principe de la thermodynamique : l'entropie

Cycles thermodynamiques

bilan d'énergie dans un cycle (fermé ou ouvert)

définition d'une machine thermique (rendement thermodynamique et rendement de Carnot)

Mis à jour le 22-05-2018



**Code : USME4E**

Unité spécifique de type cours

3 crédits

**Responsabilité nationale :**

EPN04 - Ingénierie mécanique  
et matériaux / 1

**Contact national :**

Cnam Normandie

24 bis rue Jacques boutrolle  
d'Estaimbuc

BP111

76134 Mont Saint Aignan

application du deuxième principe de la thermodynamique  
rendements des machines thermiques et frigorifiques (TAG, PAC, Frigo...)

Diagrammes thermodynamiques

Clapeyron, Watt  
Entropique T,S  
Enthalpie H, S

Cycles de puissance à gaz

Cycle d'Otto, Diesel, Stirling  
Cycle de Baryton Turbine à gaz (régénération et réfrigération)  
Rendement du cycle

Cycles de puissance à vapeur

Utilisation de la vapeur et les notions de changement d'état

Diagramme de Mollier pour la détermination des variables thermodynamiques

Cycle de RANKINE et HIRN (cycles à régénération ou à soutirage)

Améliorations du rendement du cycle

Combustion

Notions de base de la combustion et des combustibles  
Richesse du mélange, pauvreté  
Application à l'étude d'une chaudière industrielle ou domestique

Cycles combinés et cogénération

Importance du cycle combiné pour la production et l'économie d'énergies  
Principe de la cogénération et le rendement

Notion de climatisation

L'air sec et l'air atmosphérique  
L'air humide et l'utilisation du diagramme psychométrique  
Etude d'une C.T.A (centrale de traitement d'air)

Thermique

Introduction aux transferts de la chaleur

Conduction

Loi de Fourier  
Equation de la conduction  
Modèle d'étude en régime permanent

Convection

Loi de Newton  
Nombres sans dimensions (Nusselt, Prandtl, Péclet, Grashof, Reynolds, Margoulis, Stanton)  
Convection naturelle, convection forcée

Rayonnement

Définitions  
Emission énergétique d'un corps : loi de Stéphane-Boltzmann  
Puissance transmise par rayonnement

Echangeurs de chaleur

Généralités sur les échangeurs  
Flux échangé et coefficient global d'échange  
NUT (nombre d'unités de transfert) et l'efficacité  
Fonctionnement à co-courant ou contre-courant  
Calcul des échangeurs : méthode MLDT et méthode NUT  
Utilisation des échangeurs (condenseurs, évaporateurs, surchauffeurs)

Réglementation thermique dans le bâtiment  
RT2005, 2010 : coefficients et Ubat  
DPE (Diagnostic de Performance Energétique)

Energies Renouvelables  
Différentes formes ENR (solaire, géothermique, éolienne...)  
Détermination des puissances produites  
Raccordement aux réseaux

## Modalités de validation

- Contrôle continu
- Examen final

## Description des modalités de validation

Contrôle continu (QCM et exercices notés), partiels, études de cas (application industrielle)