USGE68 - Sciences et techniques pour l'énergétique

Mis à jour le 23-04-2026

Code : USGE68

Unité spécifique de type mixte

9 crédits

Responsabilité nationale :
EPN01 - Bâtiment et énergie / Brice TREMEAC

Présentation

Objectifs pédagogiques

Machines frigorifiques (38 heures)

Thermique du bâtiment (I) (28 heures)

Etre capable, sur la base des plans et du descriptif d'un projet de bâtiment simple de dimensionner et de décrire les systèmes de chauffage et de ventilation en collaborant autour d'une maquette numérique.

Transferts thermiques par convection - Echangeurs (38 heures)

Combustion et production de chaleur (26 heures)

Comprendre les mecanismes élèmentaires de la combustion pour appréhender des problèmes plus compliqués comme la combustion de l'hydrogène, des carburants alternatifs pour l'aviation ou l'industrie automobile et les carburants solides

Eclairage (20 heures)

Ce cours-TD-TP a pour objectif de vous donner les connaissances de base en éclairage intérieur ; il sera orienté "Eclairage intérieur fonctionnel" pour servir aux besoins des modules de Thermique du bâtiment.

A l'issus de ce cours vous devrez être capable de dimensionner une installation d'éclairage intérieur, de vérifier les résultats obtenus à l'aide d'un logiciel de simulation. Vous devrez également être capable de vérifier la qualité de l'installation selon des critères d'éclairagisme normatifs (performance, qualité et confort de la norme NF EN 12464-1) mais aussi veiller au respect des contraintes d'efficacité énergétique et d'apport de lumière naturelle.

Programme

Contenu

Machines frigorifiques (38 heures)

Cycles thermodynamiques de production du froid

Le cycle de Carnot

Le cycle réel mono-étagé

Les fluides frigorigènes

Nomenclature des CFC, HCFC, HFC, fluides naturels, hydrocarbures et HFO

Impact environnemental : PRG, PAOS et TEWI.

Réglementation F-gas

Le dimensionnement d'une installation frigorifique
Bilan thermique

Dimensionnement du compresseur et des échangeurs

Dimensionnement du détendeur et des tuyauteries

Les cycles bi-étagés et à cascades

Calculs et simulations sur logiciel

EES (Engineering Equations Systems)

Simulation de cycles : mono étagés, bi étagés, cascade, etc…

Thermique du bâtiment (I) (28 heures)

Vocabulaire technique du bâtiment et environnement réglementaire

BIM

Management de projet

Rédaction de Cahier des Charges, rédaction de la convention, revue de projet

Initiation aux méthodes collaboratives.

Economie du bâtiment

Optimisation des couts et utilisation d'un logiciel dédié de calcul estimatif

Conséquence des améliorations de la performance sur les coûts

Déperditions thermiques et calculs des besoins :

Calcul de ponts thermiques

Ventilation (arrêté du 24/03/82, code du travail, RSDT)

Dimensionnement et tracé des systèmes de ventilation (DTU 68.3)

Modélisation 3D d'un système de ventilation simple

Chauffage (NF EN 12831), dessin d'un système de chauffage hydro câblé

Dimensionnement refroidissement

Plomberie

Supports utilisés :

Les connaissances et les méthodes de calculs mentionnées ci-dessus seront enseignées à travers des études de cas réelles :

Projet de réhabilitation ou projet de construction neuve Feuille de calcul EXCEL pour le dimensionnement,

Maquette numérique REVIT à compléter et/ou modifier

Transferts thermiques par convection - Echangeurs (38 heures)

Convection :

Introduction à la convection naturelle et forcée - loi de Newton - coefficient d'échange - résistance thermique

Notions de couches limites thermique et dynamique

Échanges convectifs forcés et naturels

Nombres adimensionnels associés

Applications au bâtiment

Estimation des résistances thermiques superficielles interne et externe utilisées dans les calculs réglementaires

Echangeurs : généralités et définitions

Présentation des échangeurs : contre-courant, co-courants, courants croisés.

Description des technologies de base des échangeurs selon le fluide, la température, la pression et le débit

Symboles et courbes d'évolution des températures

Régulation des échangeurs par débit ou température variable et impact sur les performances

Analyse et dimensionnement :

Grandeurs caractéristiques des échangeurs : coefficient d'échange thermique global, différence de températures moyennes logarithmiques (DTLM), rapport de débits de capacité thermique, efficacité, nombre d'unités de transfert (NUT), résistances d'encrassement, pincement.

Dimensionnement des échangeurs : bilan énergétique, DTLM, facteur de correction, rendement, pertes thermiques, pertes de charge, évolution des performances de l'échangeur avec l'encrassement, ...

Étude de fiches constructeurs (caractéristiques techniques)

Réseaux d'échangeurs (parallèle, série)

Présentation des échangeurs à changement de phase

Condenseur, évaporateur, échangeur vapeur : principe de fonctionnement et applications industrielles

Technologie d'échangeurs particuliers

Caloducs, sondes géothermiques, ...

Combustion et production de chaleur (26 heures)

Notions de combustion

Réactions chimiques. Notions générales de combustion

Application des premier et second principes à la combustion

Enthalpie de formation, température de flamme

Caractéristiques et propriétés des combustibles solides, liquides et gazeux : volume d'air théorique, volume des fumées, pouvoirs calorifiques supérieur (PCS) et inférieur (PCI).

Différents types de flammes et différents types de combustions. Flamme de prémélange et flamme de diffusion

Teneur en eau, teneur en cendres, matières volatiles, fusibilité des cendres, analyse élémentaire, viscosité des combustibles liquides, points d'éclair,

Combustion en excès d'air. Combustions oxydantes. Rendements de combustion.

L'équilibre de réaction d'un combustible ; relation entre la mesure du CO2 (ou O2) et l'excès d'air de combustion. Influence des dissociations sur la température de combustion et composition des fumées à l'équilibre thermodynamique. Notions de cinétiques chimiques de la combustion : application à la formation des polluants (NOx, CO,…).

Technologie des mesures de polluants et procédés (in situ ou post combustion) de réduction d'émissions polluantes.

Bilans thermiques des chaudières et étude des chaufferies

Rendement global annuel d'exploitation.

Eclairage (20 heures)

La lumière, l'œil, la vision

Les sources lumineuses :

Flux lumineux (lm), puissance électrique, efficacité lumineuse (lm/W), Température de couleur, IRC

Notions de photométrie :

Intensité lumineuse, éclairement, luminance

Les luminaires :

Courbe photométrique et rendement, éblouissement et UGR

La gestion de l’éclairage

Aspects règlementaires et normatifs

Dimensionnement d’une installation d’éclairage intérieur sur logiciel

DAO, détermination des contraintes normatives, sélection de luminaires

Calculs d'éclairements surfaciques et ponctuels, calcul d'UGR

Apports de lumière naturelle et Facteur de Lumière du Jour

Détermination des consommations d'énergie électriques (norme NF EN 15 193)

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Projet(s)
- Examen final

Description des modalités de validation

Machines frigorifiques (38 heures)

Thermique du bâtiment (I) (28 heures)

Contrôle continu et examen final sur support informatique

Transferts thermiques par convection - Echangeurs (38 heures)

Combustion et production de chaleur (26 heures)

Examen final

Eclairage (20 heures)

Examen final et mini projet individualisé.