

EFS7AC TRANSFERTS THERMIQUES

EFS7AC	Crédits : 4 ECTS	Semestre : S7
Transferts thermiques	Durée: 42 heures + 15 h département	

Responsable :
Yves Jannot, ingénieur CNRS - yves.jannot@univ-lorraine.fr

Mots clés : Transferts thermiques, échangeur de chaleur

Pré requis : Thermodynamique, calcul d'intégrales et résolution d'équations différentielles

Objectif général :
Savoir calculer les transferts de chaleur pour participer à la maîtrise de l'énergie

Formulation d'un problème de transfert de chaleur, les différentes propriétés thermiques d'un corps, les différents modes de transfert.

Transferts de chaleur par conduction

- Équation de la chaleur : loi de Fourier, équation de la chaleur, conditions initiales et aux limites, nombres sans dimensions.
- Régime permanent : résistance thermique, résistance de contact, facteurs de forme, ailettes.
- Régime transitoire : petit corps, milieu semi-infini, milieu fini, transferts à une et plusieurs dimensions, diverses méthodes de résolution (séparation de variables, transformations intégrales, quadripôles).

Transferts radiatifs

- Définition des principales grandeurs et rayonnement des corps opaques : formule de Bouguer, loi de Kirchoff.
- Le corps noir : loi de Planck, loi de Stefan-Boltzmann, les corps gris. Rayonnement réciproque de surfaces grises.
- Rayonnement des gaz : application à l'effet de serre et à la pollution atmosphérique.

Transferts thermiques convectifs

- Équations générales du transport convectif.
- Convection forcée : couche limite laminaire ; régime turbulent ; analyse dimensionnelle et différentes corrélations.
- Convection naturelle : principe, analyse dimensionnelle et corrélations.
- Convection avec changement d'état : condensation, ébullition (graphe de Nukiyama).

Les échangeurs de chaleur

- Modélisation des transferts dans un échangeur tubulaire simple. Calcul de l'efficacité, Méthode du NUT.
- Les échangeurs à faisceaux complexes. Dimensionnement d'un échangeur et calcul d'un point de fonctionnement.

Mini-projets : traités par des groupes de 3 à 4 étudiants, ils portent sur des sujets de type recherche ou ingénierie.

- Les premiers sont destinés à initier les élèves à des problèmes plus avancés que ceux traités en travaux dirigés nécessitant un approfondissement des notions étudiées ou l'utilisation d'une méthode de résolution plus sophistiquée. En particulier, l'accent est mis sur le couplage entre les différents modes de transfert.
- Les seconds portent sur des problèmes plus pratiques et sont destinés à apprendre aux étudiants à résoudre un problème réel incluant la recherche d'information scientifique (modèles, données matériaux) et techniques (types de dispositifs envisageables), le choix d'une solution parmi un ensemble possible, la simulation du comportement thermique du système envisagé, son dimensionnement pour répondre à un critère imposé.

Exposés : réalisés par des groupes de 3 à 4 étudiants sur des thématiques liées à l'énergie (pile à combustible, ITER, énergie solaire, éolienne,...) ils ont pour objectifs d'apprendre aux étudiants à rechercher l'information pertinente sur un sujet, à en réaliser la synthèse et à l'exposer à un public.

TP numériques en thermique : réalisés sur 4 demi-journées en utilisant Matlab puis COMSOL, sous la direction de Vincent Schick, ils permettent de mettre en œuvre les méthodes et concepts vus en cours et TD, en allant plus loin grâce à l'outil numérique.

Évaluation : 2 tests écrits, 1 note de mini-projet, 1 note d'exposé, 1 note de participation en TD.

Document de cours-TD accessible sur la page web : www.thermique55.com avec d'autres ressources.

Compétences :

Niveaux	Description et verbes opérationnels
Connaître	Les définitions des principales grandeurs utilisées pour décrire les transferts de chaleur Les équations régissant les différents modes de transferts de chaleur Les différentes méthodes de résolution de l'équation de la chaleur et des systèmes différentiels qui en découlent
Comprendre	Les mécanismes physiques des transferts de chaleur par conduction, convection et rayonnement La thermique du bâtiment par la compréhension de l'influence des propriétés d'une paroi ou d'un mur sur les transferts thermiques L'influence du rayonnement sur la métrologie thermique L'effet de serre et le réchauffement climatique La notion d'optimum énergétique appliqué à des ailettes ou à un échangeur de chaleur
Appliquer	Réaliser l'inventaire de tous les différents types de transferts de chaleur se produisant dans un système donné Établir le bilan thermique global d'un système complet ou élémentaire d'une partie d'un système Obtenir le système différentiel vérifié par les grandeurs thermiques (températures, flux) caractéristiques Résoudre ce type de système pour calculer les évolutions des températures et des flux de chaleur
Analyser	Analyser un problème de transfert de chaleur et le mettre en équation Analyser et estimer les ordres de grandeurs des différents phénomènes thermiques se produisant dans un système pour être capable de faire des hypothèses simplificatrices permettant d'obtenir une solution Analyser la cohérence physique de la solution mathématique obtenue
Synthétiser	Être capable de traiter un problème de transferts thermiques dans lequel interviennent simultanément les différents modes de transferts Être capable de résoudre le système d'équations représentant l'évolution thermique d'un système en choisissant entre différentes méthodes de résolution ou en les associant de manière pertinente
Évaluer	Être capable d'évaluer aussi bien par résolution analytique ou numérique d'un modèle complexe que par un calcul rapide d'ordre de grandeur le comportement thermique ou la performance d'un système énergétique

Évaluations :

<input checked="" type="checkbox"/> Test écrit	<input checked="" type="checkbox"/> Contrôle continu	<input checked="" type="checkbox"/> Oral, soutenance	<input checked="" type="checkbox"/> Projet	<input type="checkbox"/> Rapport
--	--	--	--	----------------------------------