

Avant-propos

Outre son intérêt évident, que la transition énergétique actuelle ne démentira sûrement pas, la thermique a une place à part parmi les sciences de l'ingénieur. Enseignée souvent dès le début des cursus d'ingénierie, elle apprend à analyser les phénomènes mis en jeu dans une situation réelle, à dégager les aspects importants et à en élaborer une description susceptible de fournir, avant toute démarche plus sophistiquée, quelques éléments de solution, voire si possible, une première solution approchée simple à calculer.

À chacun des trois modes de transfert de chaleur : conduction, convection et rayonnement sont associées trois manières de penser différentes. La conduction, du fait de la simplicité apparente de la loi de Fourier et de l'équation de la chaleur, va autoriser des modélisations et des méthodes de résolution différentes selon les simplifications retenues. La complexité des fluides en écoulement va rendre en général une telle approche impraticable en convection thermique sans un recours au calcul numérique : pour rester dans une relative simplicité, on recourra à des approches d'analyse dimensionnelle sans toutefois mésestimer quelques approches élémentaires, mais essentielles, notamment du concept de couche limite. Le rayonnement, qui ouvre sur le vaste univers de la physique, nécessitera également des hypothèses simplificatrices pour pouvoir être pris en compte par le thermicien.

Dans tous les cas, la compréhension des processus de transfert de chaleur passe par la résolution et surtout la méditation de quelques exercices allant de cas élémentaires (pour commencer) à des situations plus complexes obligeant au final à une approche simultanée des différents modes de transferts souvent couplés.

Ce cours de transferts thermiques est destiné aux étudiants de deuxième cycle universitaire et des écoles ingénieurs ainsi qu'aux ingénieurs praticiens. Il présente les principaux modes de transferts thermiques : conduction, convection (volume 1) et rayonnement (volume 2). Le volume 2 comporte également deux chapitres sur des systèmes

dans lesquels plusieurs modes de transfert de chaleur interviennent simultanément : les échangeurs de chaleur et les capteurs solaires. Les principales méthodes de résolution de l'équation de la chaleur sont présentées et illustrées : par transformée de Laplace, par séparation de variables, par transformation intégrale, par utilisation de la méthode des quadripôles et par méthode numérique.

Les chapitres sur la conduction en régime permanent, la convection, le rayonnement entre surfaces et sur les échangeurs de chaleur ainsi que leurs exercices d'application peuvent être abordés par les étudiants des IUT et de premier cycle.

Les exercices proposés sont tous corrigés de manière détaillée, ils présentent des applications pratiques couvrant tous les aspects théoriques du cours. Certains exercices longs sont de véritables études de cas et montrent que l'assimilation de ce cours permet de résoudre des problèmes concrets dans de nombreux domaines d'intérêt comme par exemple : calcul de l'évolution de la température et des déperditions thermiques d'un bâtiment, calcul des pertes dans un double vitrage, mesure des propriétés thermiques de solides, dimensionnement d'un échangeur de chaleur, dimensionnement d'un capteur solaire.

Les annexes contiennent toutes les données physiques et les corrélations nécessaires à la résolution des exercices et problèmes présentés et seront une source d'information précieuse pour l'ingénieur.