

Avant-propos

Cet ouvrage, fruit d'une longue expérience, s'adresse au public de l'enseignement et de la recherche dans le domaine « mécanique des fluides-thermique » avec une ouverture sur la physiologie puisqu'il s'agit des ambiances concernant l'humain. Le caractère enseignement implique une pédagogie de présentation des concepts, modèles, équations et exemples d'application. L'aspect recherche se décline en modèles physiques cohérents, comme par exemple à travers des couches textiles et revisite des méthodes anciennes de mécanique des fluides (intégrales de couches limites) pour les proposer comme préalables aux codes de calcul commerciaux, « boîtes noires » complexes à manier.

Les échanges de chaleur et d'humidité homme-environnement ont été abordés il y a une cinquantaine d'années par les physiologistes, soucieux de confort thermique et de protection de l'homme dans des ambiances de travail difficiles. Au fil des années, le concept « confort », impulsé par les entrepreneurs et fabricants, concerne tous les aspects de la vie humaine (habitat, bureaux, transports, habillement, etc.), mais les études plus physiques ont été longues à émerger et restent encore incomplètes. Par exemple, les paramètres rayonnement des couches textiles, ignorés des fabricants, sont très difficiles à obtenir.

Les aspects physiques des échanges de chaleur et d'humidité dans ce contexte relèvent de multiples facettes, souvent incompatibles avec la spécialisation pointue actuelle des chercheurs. Citons : couches limites dynamiques, thermiques et massiques, convection forcée et naturelle,

modélisation du « système thermique humain », transferts de chaleur et d'humidité dans un milieu poreux textile, rayonnement solaire et infrarouge à travers des couches poreuses, etc. Une bonne maîtrise de tous ces aspects est, certes, le fruit d'une « culture » scientifique mais exige surtout beaucoup de sens physique pour « faire parler » les équations et juger des résultats de calcul des modèles retenus.

Cet ouvrage est composé de quatre chapitres suivant une progression pédagogique pour un lecteur ayant de bonnes bases en mécanique des fluides et en thermique.

Le chapitre 1 fait la synthèse des outils de traitement des échanges basse vitesse entre un « système » et son environnement en convection forcée ou naturelle. Les exemples, tirés de l'expérience courante de chacun, illustrent rigoureusement une démarche « modélisation-évaluation », préalable à toute étude plus fouillée.

Le chapitre 2 traite des couches limites dynamiques, thermiques et massiques, éclaire le vocable habituel de « couche d'ignorance » prise en compte par un coefficient d'échange issu de la littérature. Le développement des méthodes de discrétisation et des moyens de calcul performant pour un système d'équations aux dérivées partielles (prestige du numéricien !), a fait oublier les méthodes intégrales que l'on peut revisiter avec plaisir quand on sait ensuite pouvoir résoudre numériquement sans difficulté une ou deux équations intégrales. Il peut parfois être très « astucieux » de poser quelques données expérimentales (courbe de pression, point de décollement) pour en déduire les échanges autour d'un corps. L'exemple traité autour d'une tête de nourrisson montre la richesse de la méthode.

Le chapitre 3 explore les modèles thermiques humains en suivant un fil historique et normatif. Le plus simple est la base de la norme de confort actuelle dans l'habitat, le plus complexe a été utilisé pour appréhender le « confort » des astronautes. L'exemple du nourrisson couché illustre toutes les étapes à franchir pour venir à bout de la complexité du « système ».

Le chapitre 4 analyse toutes les facettes d'échanges de chaleur (conduction, convection, rayonnement) et d'humidité (vapeur, eau liée, eau liquide) à travers des couches textiles et indique comment mesurer les paramètres-clés des différents modes de transferts, en relation ou non avec

des normes. Un modèle général est alors proposé sous forme d'un système de deux équations, bilan de masse et de chaleur, système complexe mais qui se simplifiera souvent pour les applications. Les exemples traités, sur des cas très typés (vêtement de pompier, tenue traditionnelle au Sahel, etc.), éclairent ces équations et montrent comment la physique n'est jamais loin du calcul.