

Chapitre I : Introduction au transfert thermique

I. 1. Introduction :

L'objectif fondamental du transfert de chaleur est l'étude des phénomènes thermiques qui accompagnent la propagation de la chaleur et le calcul des valeurs des flux thermiques.

Les transferts thermiques sont présents dans la vie de notre planète, dans l'existence humaine sur terre exprimée par des gestes quotidiens de l'individu ou par des techniques très diversifiées conduisant au progrès de la civilisation.

L'étude de transfert de la chaleur s'appuie sur des concepts et des principes thermodynamique.

I. 2. Modes fondamentaux du transfert thermique:

Le transfert thermique est un processus complexe qui est réalisé par les trois modes fondamentaux : la conduction, la convection et le rayonnement. Ces trois modes sont régis par des lois spécifiques.

I. 2.1- La conduction :

Elle représente le processus de propagation de la chaleur par le contact direct entre les particules d'un corps ou entre corps ayant des températures différente suite à l'agitation de ces particules élémentaires.

I. 2.2- La convection :

La convection est le processus de transfert thermique déterminé par le mouvement des particules élémentaires d'un fluide (liquide ou gaz) entre des zones ayant des températures différentes. Elle peut apparaître entre des couches des fluides qui ont des températures différentes ou entre un courant du fluide en écoulement le long d'une surface solide de température différente que le fluide lui-même. Compte tenu des forces qui produisent le mouvement du fluide, on a deux types de convection, forcée et naturelle.

I. 2.3- Le rayonnement :

Le phénomène de rayonnement constitue une forme particulière du transfert thermique dans lequel le porteur d'énergie n'est plus représenté par des particules de substance ; mais par des ondes électromagnétiques ayant à l'origine l'agitation atomique à la surface d'un corps.

Le mécanisme du rayonnement est créé par l'émission et l'absorption des ondes électromagnétiques porteuses d'énergie rayonnante et par la transformation de celle-ci en chaleur avec le changement d'état énergétique des corps qui l'absorbe.

I.3. Notions fondamentales :

I.3.1- Température :

La température représente un paramètre d'état thermodynamique d'un système traduisant à l'échelle macroscopique l'état énergétique de la matière à l'échelle microscopique.

I.3.2- Champ de température :

La propagation de la chaleur par tous les modes de transfert thermique a lieu seulement s'il y a une différence de température entre les divers points d'un corps. A chaque point d'un espace matériel, on a une seule valeur pour la température. La multitude des valeurs pour tous les points matériels qui constituent un système s'appelle champs de température ou distribution de la température.

$$T = T(x, y, z, t)$$

I.3.3- Surface isotherme :

Une surface isotherme représente le lieu géométrique des points matériels ayant la même température, elle est peut être stationnaire ($\frac{\partial T}{\partial t} = 0$) ou instationnaire ($\frac{\partial T}{\partial t} \neq 0$).

I.3.4- Gradient de température :

Le gradient de température est un vecteur ayant une grandeur qui détermine la variation de température dans la direction de la normale commune à deux courbes isothermes voisine à l'intérieur d'un corps quelconque : $\overrightarrow{\text{grad}} T = \overrightarrow{\nabla T}$ avec :

$$\overrightarrow{\text{grad}} T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k} \quad (\text{en coordonnées cartésiennes})$$

I.3.5- Energie – Chaleur :

La chaleur échangée par un système qui évolue entre deux états d'équilibre (1) et (2) et son milieu extérieur est donnée par :

$$Q_{12} = m \cdot cp (T_1 - T_2) \quad (J)$$

m: masse du système (kg)

cp: chaleur massique spécifique (J / kg. K)

($T_1 - T_2$) : Différente de température des deux états T_1 et T_2 en (k).

I.3.6- Flux thermique total :

Le flux thermique total Φ représente la chaleur transférée dans une unité de temps.

$$\Phi = \frac{\partial Q}{\partial t} = (W)$$

I.3.7-Flux thermique surfacique ou densité de flux thermique φ :

La densité de flux thermique φ à travers une surface S représente le flux thermique total rapporté à l'unité de surface :

$$\varphi = \frac{d\Phi}{ds}$$

Si la densité de flux est uniforme, on peut écrire :

$$\varphi = \frac{\Phi}{s} \quad (\text{w/m}^2)$$