
Chapitre 1 :

Introduction au transfert de chaleur

1.1. Introduction :

La thermodynamique permet l'évaluation de la quantité de chaleur échangée pendant un processus subi par un système d'un état d'équilibre vers un autre. Elle indique simplement la quantité de chaleur qui est fournie au système ou libérée par celui-ci, au cours d'une évaluation, sans se soucier de la façon dont le phénomène a été effectué.

L'étude des phénomènes thermiques qui accompagnent la propagation de la chaleur et le calcul du flux thermique représente l'objectif fondamental du transfert thermique. Le transfert thermique a pour objet d'étudier la manière dont s'effectue cet échange d'énergie.

Exemples d'application : chauffage, centrale thermique, refroidissement du moteur, isolation des bâtiments.

Le transfert thermique est défini comme la transmission de l'énergie d'une région à une autre sous l'influence d'une différence de température.

1.2. Modes de transfert thermique :

Le transfert thermique est un processus complexe qui est réalisé par la supposition des trois modes fondamentaux :

Conduction, convection et rayonnement.

1.2.1. Conduction thermique:

La conduction thermique représente le processus de propagation de la chaleur par le contact direct avec les particules d'un corps ou entre des corps ayant des températures différentes sans un déplacement des particules. Il faut mentionner que la majorité des applications thermiques faisant appel à la conduction thermique dans les corps solides.

1.2.2. Convection thermique:

la convection thermique est le processus de transfert thermique déterminé par le mouvement des particules élémentaires d'un fluide –liquide au gaz- entre des zones ayant des températures différentes.

La convection peut apparaître entre des couches de fluide ayant des températures différentes ou entre un fluide en mouvement et une surface solide. Elle est toujours accompagnée par la conduction dans le film de fluide adhérent à la surface du solide.

Il existe deux types de convection : forcée et libre (naturelle).

Dans la convection forcée : le mouvement de fluide est causé par l'action des forces extérieures (pompe, turbine, etc).

Par contre, le mouvement de fluide dans la convection libre est provoqué par la différence de densité entre les particules chaudes et celles froides existant dans un fluide situé dans un champ de forces massiques.

1.2.3. Rayonnement thermique:

le rayonnement thermique est le mécanisme par lequel la chaleur se transmet d'un corps de haute température vers un autre à basse température, lorsque ces corps sont séparés par un milieu transparent tel que : l'air ou le vide. Dans ce

phénomène, le porteur d'énergie n'est plus représenté par des particules de substances, mais par des ondes électromagnétiques. Le mécanisme de rayonnement est créé par l'émission et l'absorption de ces ondes porteuses d'énergie rayonnante et par la transformation de celle-ci en chaleur avec le changement d'état (énergie interne) des corps qui la retiennent, son effet étant plus marquant à des températures élevées, rayonnement solaire .

1.3. Notions fondamentales :

1.3.1. Champ de température :

Les observations pratiques ont conduit à la conclusion qu'à chaque point d'un espace matériel, on a une seule valeur de la température. La multitude des valeurs pour tous les points matériels qui constituent un système s'appelle champ de température. Ce champ est représenté mathématiquement par une fonction de coordonnées spatiales et de temps $T(x, y, z)$.

En fonction de la relation de champ avec le temps, on distingue :

- Champ de température indépendant du temps : dans ce cas, le régime est dit permanent ou stationnaire. : $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$
- Champ de température dépend du temps : dans ce cas, le régime est dit variable ou transitoire : $\frac{\partial T}{\partial t} \neq 0$.

1.3.2. Surface isotherme :

Une surface isotherme représente le lieu géométrique des points matériels ayant la même température.

1.3.3. Gradient de température :

La variation de température la plus importante rapportée à l'unité de longueur et observée dans la direction normales à la surface isotherme. Donc, le gradient de température est un vecteur ayant une grandeur qui détermine la variation de la température dans la direction de la normale commune à deux courbes isothermes voisines, à l'intérieur d'un corps.

L'expression mathématique du gradient de température est donnée :

$$\overrightarrow{\text{grad}}(T) = \frac{\partial T}{\partial n} \cdot \vec{n}_0 \quad (1.1)$$

\vec{n}_0 : Vecteur unitaire de la normale commune

aux surfaces isothermes.

$\frac{\partial T}{\partial n}$: La dérivée de la température

le long de la normale.

Si on considère un système tri orthogonal

Ox , Oy et Oz on a ;

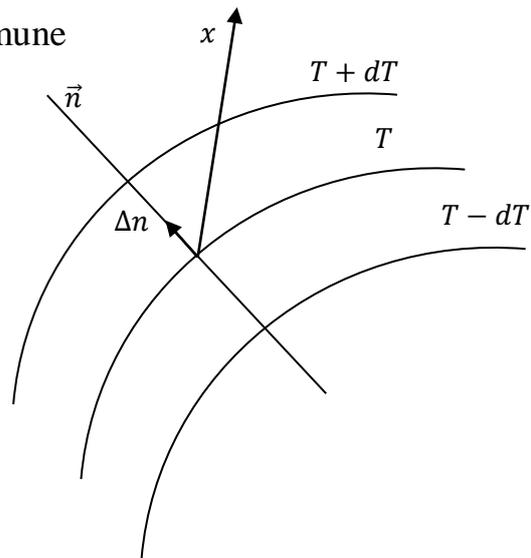


Fig.1.1. Représentation du gradient de température

$$\overrightarrow{\text{grad}}(T) = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k} \quad (1.2)$$

1.3.4. Flux thermique :

Le flux thermique q représente la quantité de chaleur transférée à travers une surface donnée par unité de temps :

$$q = \frac{dQ}{dt} \quad [w] \quad (1.3)$$

Avec Q : la quantité de chaleur [J]

Le flux thermique surfacique (densité de flux) représente le flux thermique rapporté à l'unité de surface :

$$q_d = \frac{dq}{ds} \quad \text{ou} \quad q_d = \frac{q}{s} \quad (1.4)$$