

# Master 1: Energetique

## Présentation du module

Transfert de chaleur et de masse approfondis

## Contenu du module

### 1. La Conduction Thermique

- régime stationnaire
- ailettes à section constante
- régime transitoire

### 2. La Convection Thermique

- Principes fondamentaux
- Convection forcée
- Convection libre

### 3. Le rayonnement thermique

- les lois du rayonnement thermique
- Echange entre surfaces noires
- Echange entre surfaces grises

### 4. Transfert de masse

- Lois et formulations

# Chap I Les modes de Transfert de chaleur

## 1/ Introduction

La chaleur est transférée d'un corps à un autre sous l'influence d'une différence de température entre les deux corps. Le second principe de la thermodynamique fixe le sens de ce flux de la température la plus haute vers la température la plus basse.



Ce transfert peut se faire suivant trois modes de transmission fondamentaux :

- La Conduction thermique
- La Convection thermique
- Le rayonnement thermique

La conduction est le transfert de chaleur par contact direct entre les molécules.

La convection est un processus combinant la conduction avec le transfert de masse.

Le rayonnement est le transfert de chaleur entre deux corps séparés dans l'espace par radiation électromagnétique. Le transfert de chaleur s'effectue en régime permanent ou en régime transitoire selon que le flux de chaleur et la température sont fonctions ou non du temps.

## 2/ Modes de transfert de chaleur

a) Transfert de chaleur par conduction

Le phénomène de conduction pure se rencontre essentiellement

dans les solides. La propagation de chaleur par conduction à l'intérieur d'un corps se fait suivant deux mécanismes bien distincts :

- Une transmission par les vibrations de atomes ou molécules (solides organisés  $\rightarrow$  cristaux)
- et
- Une transmission par les électrons libres (conducteurs électriques solides)

### b) Transfert de chaleur par convection

Les échanges de chaleur par convection qui mettent en jeu le déplacement de matière ont lieu essentiellement dans les fluides et trouvent leur origine dans le mouvement de ceux-ci.

Lorsque le mouvement de fluides est provoqué par une action mécanique extérieure (action d'une pompe pour la circulation d'un fluide dans une canalisation, agitateur mécanique pour un fluide chauffé dans un réacteur, ...), la convection est dite **forcée**.

On parle de convection naturelle (libre) lorsque le mouvement de fluides est dû aux variations de masse volumique au sein de fluides qui apparaissent sous l'effet de échanges thermiques entre fluides et parois par suite de différences de température.

Si les deux causes existent simultanément sans que l'une soit réglable par rapport à l'autre, la convection est dite **MIXTE**.

### c) Transfert de chaleur par rayonnement le rayonnement thermique

Tous les corps émettent par leur surface de l'énergie sous forme de radiations électromagnétiques. Si cette énergie rayonnée rencontre un corps absorbant pour ses longueurs d'onde, elle se transforme en chaleur. L'énergie reçue par la surface du corps le plus froid se divise en trois parties :

- Une fraction de l'énergie reçue est réfléchie
- Une autre fraction peut passer à travers le corps.
- Une 3<sup>ème</sup> fraction enfin est absorbée par le corps et de ce fait élève sa température.

exemple : Chauffage de la terre et de objets terrestres par le soleil.

Le rayonnement solaire parvient à la terre après avoir traversé 150 millions de km de vide interplanétaire.

Par comparaison de ces trois modes, on peut dire

- La conduction exige un support matériel mais qui est fixe.

- La convection s'opère par l'intermédiaire d'un agent étranger qui s'échauffe au contact du

Corps chaud et se déplace en emportant avec lui la chaleur qui lui a été cédée et qui est transférée ensuite au corps froid.

Le rayonnement s'effectue en l'absence de tout support matériel nécessaire, il n'est arrêté que par le corps opaque. Le rayonnement accompagne presque toujours la convection.

### Exercices

1) Si  $\alpha$  est le coefficient d'absorption

$\beta$  le coefficient de réflexion

$\tau$  le coefficient de transmission

montrer que  $\alpha + \beta + \tau = 1$

2) L'année lumière, est-ce une distance, est-ce un temps ? Que veut-elle ?

3) Il faut environ huit minutes à la lumière pour se propager du soleil jusqu'à la terre - Quelle est la distance approximative terre - soleil ?