

# Chapitre 1 Généralités

## I. Introduction

- \* Bâtiment : tout local destiné à l'habitat ou à une activité, administrative commerciale ou industrielle.
- \* Structure en béton, briques etc .., muni de surfaces transparentes pour l'éclairage journalier et d'ouvertures pour l'aération du bâtiment.
- \* Tout bâtiment interagit avec l'environnement extérieur : apport ou perte de chaleur auquel s'intéresse la thermique du bâtiment.
- \* L'action de l'environnement sur un local peut être schématisée selon plusieurs processus :
  - a- Actions sur les éléments de la structure solide en contact avec l'environnement : Surface extérieure du bâtiment : façades, toitures , sol ...

- Effet ressentie ultérieurement à l'intérieur à travers le milieu ( mur ) séparant l'extérieur du local de son intérieur.

- Décalage thermique entre les températures des surfaces internes et externes du bâtiment, c'est l'inertie thermique.

b- Actions de l'environnement extérieur sur l'intérieur du bâtiment à travers les surfaces assurant l'éclairage du local (vitres transparents) : effet instantané.

L'environnement extérieur a donc un effet décalé à travers les murs et parois et un effet direct en traversant les vitres du bâtiment.

c- En plus le bâtiment est muni d'ouvertures permettant l'aération du local par apport d'air frais ou évacuation d'air saturé.

\* Principales grandeurs thermo physiques mises en jeu :

- La température.

- L'humidité de l'air ambiant.

- Matériaux de construction.
- Orientation du local.

## **II. Définitions:**

### **II.1 Température et transfert de chaleur.**

- \* Température grandeur macroscopique.
- \* Transfert de chaleur : Echange de chaleur : transferts thermiques.
- \* Deux systèmes à des températures différentes, le système le plus chaud cède de la chaleur ( donc il se refroidit ) au système le plus froid qui se chauffe.
- \* Système unique de température non uniforme, refroidissement des zones chaudes et chauffage des zones froides.

Grandeur fondamentale : *Température*

Thermodynamique : Etude à l'équilibre.

Transferts thermiques : Etude temporelle et spatiale entre les états d'équilibre : initiale et finale

## II.2 Champ de température :

- \* Valeur instantané de la température en tout point  $M(x, y, z)$  de l'espace :  $T(x, y, z, t)$
- \* Champ de température est un scalaire ( °C ou K ).
- \* Champ de température indépendant du temps : régime permanent ou stationnaire.
- \* Champ de température évolue avec le temps : régime variable ou instationnaire.
- \*  $T(x, t)$  : mono(uni)directionnel transitoire.
- \*  $T(x)$  : mono(uni)directionnel permanent.

## II.3 Surfaces isothermes :

Ensemble des points de l'espace ayant à l'instant  $t$  la même

température :  $T(x, y, z, t) = C^{te}$

- Régime instationnaire, elles sont variables.
- Régime stationnaire, elles sont invariantes.
- Pas d'intersections entre surfaces isothermes.

## II.4 Gradient de température:

- Grandeur vectorielle : Variation d'une fonction scalaire dans une direction donnée de vecteur unitaire  $\vec{n}$ .

$$\overrightarrow{\text{grad}}(T) = \vec{n} \cdot \partial T / \partial n$$

$\partial T / \partial n$  : Dérivée de la température le long de la direction.

- Normale aux surfaces isothermes.
- Orienté positivement dans le sens des températures croissantes.

- coordonnées cartésiennes:

$$\overrightarrow{\text{grad}}(T) = \left( \frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

### III.5 Flux de chaleur :

Surface  $dS$  échangeant la quantité de chaleur  $dQ$  pendant le temps  $dt$ , on définit le flux de chaleur (flux thermique, puissance thermique ) par :

$$dq = dQ / dt$$

La densité de flux de chaleur est le flux échangée par unité de surface :

$$\Phi = dQ / dt \cdot dS$$

$dQ$	$dq$	$\Phi$
cal	cal / s	cal / s / m <sup>2</sup>
j	j / s : w	w / m <sup>2</sup>

### III.6 Capacité calorifique et chaleur spécifique :

Soit une masse  $m$  d'un système quelconque échangeant la quantité de chaleur  $dQ$  tel que sa température varie de  $dT$ .

$$\text{Capacité calorifique} = \frac{\text{chaleur échangée}}{\text{variation de température}} = \frac{dQ}{dT} \text{ en } J/^{\circ}C \text{ ou } J/K$$

$$\text{chaleur spécifique} = \left( \frac{\text{chaleur échangée}}{\text{variation de température}} \right) / \text{unité de masse}$$

$$c = \frac{1}{m} \cdot \frac{dQ}{dT} \text{ en } J/(kg.^{\circ}C) \text{ ou } J/(kg.K)$$

$c$  : **Quantité de chaleur** fournie à l'unité de masse  $m$  pour élever sa température de  $1^{\circ}C$  :

Cuivre :  $c = 381 \text{ J/kg.K}$

Eau :  $c = 4190 \text{ J/kg.K}$

Air :  $c = 1004 \text{ J/kg.K}$

### III.7 Chaleur sensible :

**Chaleur reçue ou cédée** par un système sans qu'il change

d'état , La température variant de  $T_1$  à  $T_2$  :

$$Q = m.c.(T_2 - T_1)$$

### III.8 Chaleur latente L (J /Kg):

\* Chaleur reçue ou cédée par unité de masse pour changer d'état ( Solide→liquide; liquide→gaz ) sans que sa température change.

\* Pour un corps de masse m la quantité de chaleur pour son changement de phase est :

$$Q = m.L$$

### III.9 Différents mode de transmission de la chaleur :

- \* Sont aux nombre de trois.
- \* Sont en général présents simultanément.
- \* Souvent un mode est dominant.

a. Conduction :

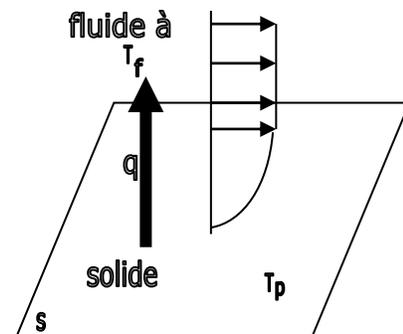
- Même corps, température non uniforme.
- Deux corps en contact ayant des températures différentes.
- Pas de déplacement de matière.
- Présent dans les solides, liquides et gaz, mais surtout important pour les solides.

b. Convection :

- Présence d'un fluide en mouvement et d'une paroi solide de températures différentes.
- Convection libre ou naturelle : mouvement du fluide dû à des différences de densité.
- Convection forcée : mouvement du fluide dû à une action mécanique extérieure : ventilateur, pompe.

- Loi fondamentale de la convection :

$$q = h \cdot S \cdot (T_p - T_f)$$



## Loi de Newton

$q$  : flux de chaleur échangé par convection ( w ).

$h$  : Coef de transfert de chaleur par convection (  $W/m^2/°C$  ).

$h$  ( forme et nature des surfaces, vitesse du fluide, propriétés physiques du fluide ).

$S$  : surface de contact solide fluide ( $m^2$  ).

$T_p, T_f$  température de la paroi et du fluide loin du solide °C

### c. Rayonnement :

- Deux corps de températures différentes sans contact.
- Pas de support matériel : échange à distance.
- Seul mode de transfert entre corps distants.
- Caractéristique de tout corps mais significatif aux hautes températures.
- Loi fondamentale du rayonnement :

$$q = \varepsilon.S.\sigma.T^4$$

$q$  : flux de chaleur échangé par rayonnement ( w ).

$\sigma$  : Constante de Stéfan =  $5.669.10^{-8} \text{ w.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$ .

$\varepsilon$  : Facteur d'émission de la surface, sans dimension  $< 1$ .

$S$  : Surface ( $\text{m}^2$  ).