

# *Introduction Générale*

Titre

---

---

La thermique du bâtiment est l'ensemble des sciences et techniques visant à étudier les besoins énergétiques des bâtiments.

Elle décrit **les échanges thermiques** qui se réalisent entre un bâtiment et son environnement. Elle aborde principalement les notions :

Isolation thermique

Ventilation

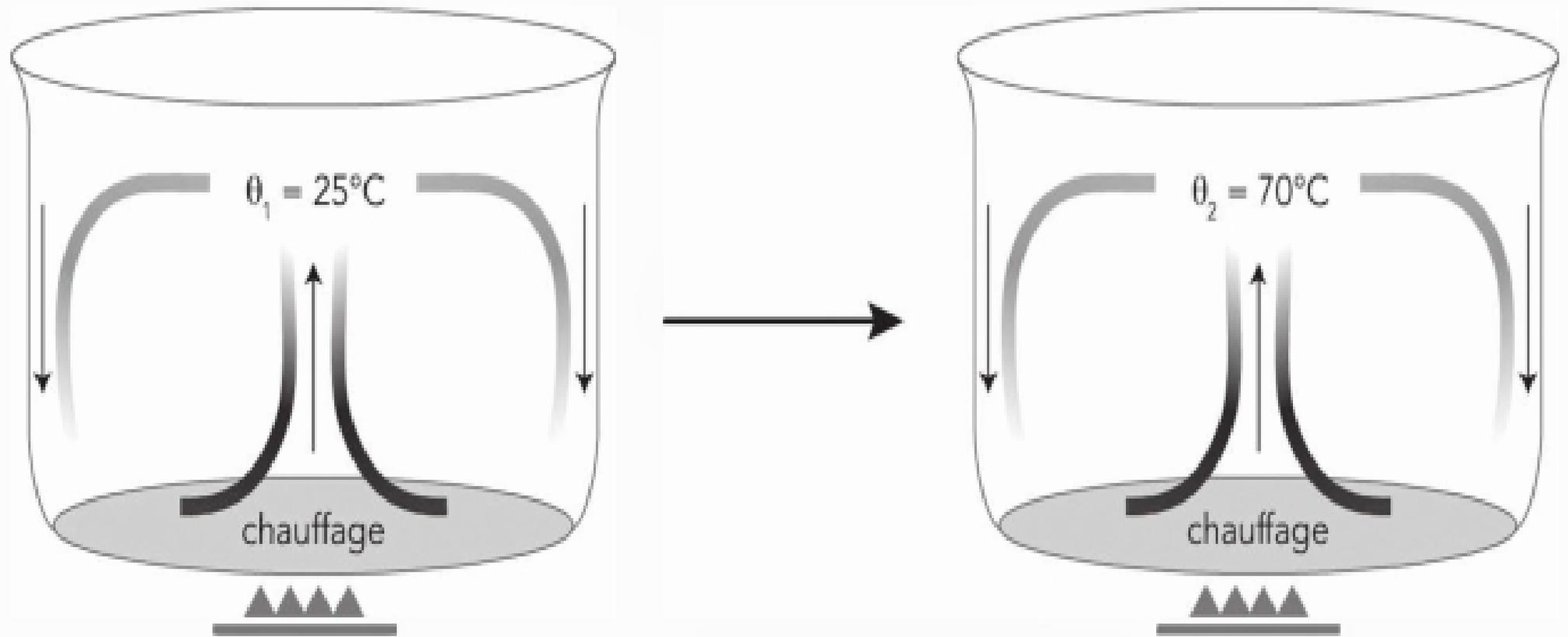
Notion du *confort thermique* des occupants.

L'analyse thermique d'un bâtiment repose sur toute une série de facteurs qui sont :

- Les facteurs environnementaux.
- Les facteurs fonctionnels.
- Les facteurs liés à la nature des matériaux de construction du bâtiment

## 2. Différents types de chaleur

### 2.1 Chaleur sensible



Quand on chauffe l'eau de  $T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$  à  $T_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ , On remarque que la température monte au fur et à mesure que de la chaleur y est ajoutée sans que l'état de l'eau change.

La hausse de chaleur est appelée chaleur sensible.

La chaleur sensible modifie la température d'une matière.

**Exemple** : La chaleur thermique massique de l'eau étant en moyenne de  $4,19 \text{ kJ/kg.K}$ , il faut fournir  $419 \text{ kJ}$  pour chauffer un litre d'eau de  $0^\circ\text{C}$  à  $100^\circ\text{C}$ .

## 2.1 Chaleur Latente

Les solides peuvent devenir des liquides (glace en eau) et les liquides peuvent devenir des gaz (eau en vapeur), mais ces transformations nécessitent l'ajout ou le retrait de chaleur.

La chaleur qui provoque ces transformations est appelée :

**chaleur latente.**

Cependant la chaleur latente n'affecte pas la température d'une substance (par exemple, l'eau reste à 100 °C quand elle bout). La chaleur ajoutée pour maintenir l'eau en ébullition est la chaleur latente.

## **Remarque : il existe donc plusieurs chaleurs latentes**

- ▶ chaleur latente de liquéfaction : quantité de chaleur pour passer de l'état solide à l'état liquide ;
- ▶ chaleur latente de vaporisation : quantité de chaleur pour passer de l'état liquide à l'état gazeux ;
- ▶ chaleur latente de condensation : quantité de chaleur pour passer de l'état gazeux à l'état liquide ;
- ▶ chaleur latente de solidification : quantité de chaleur pour passer de l'état liquide à l'état solide.

# Exemple

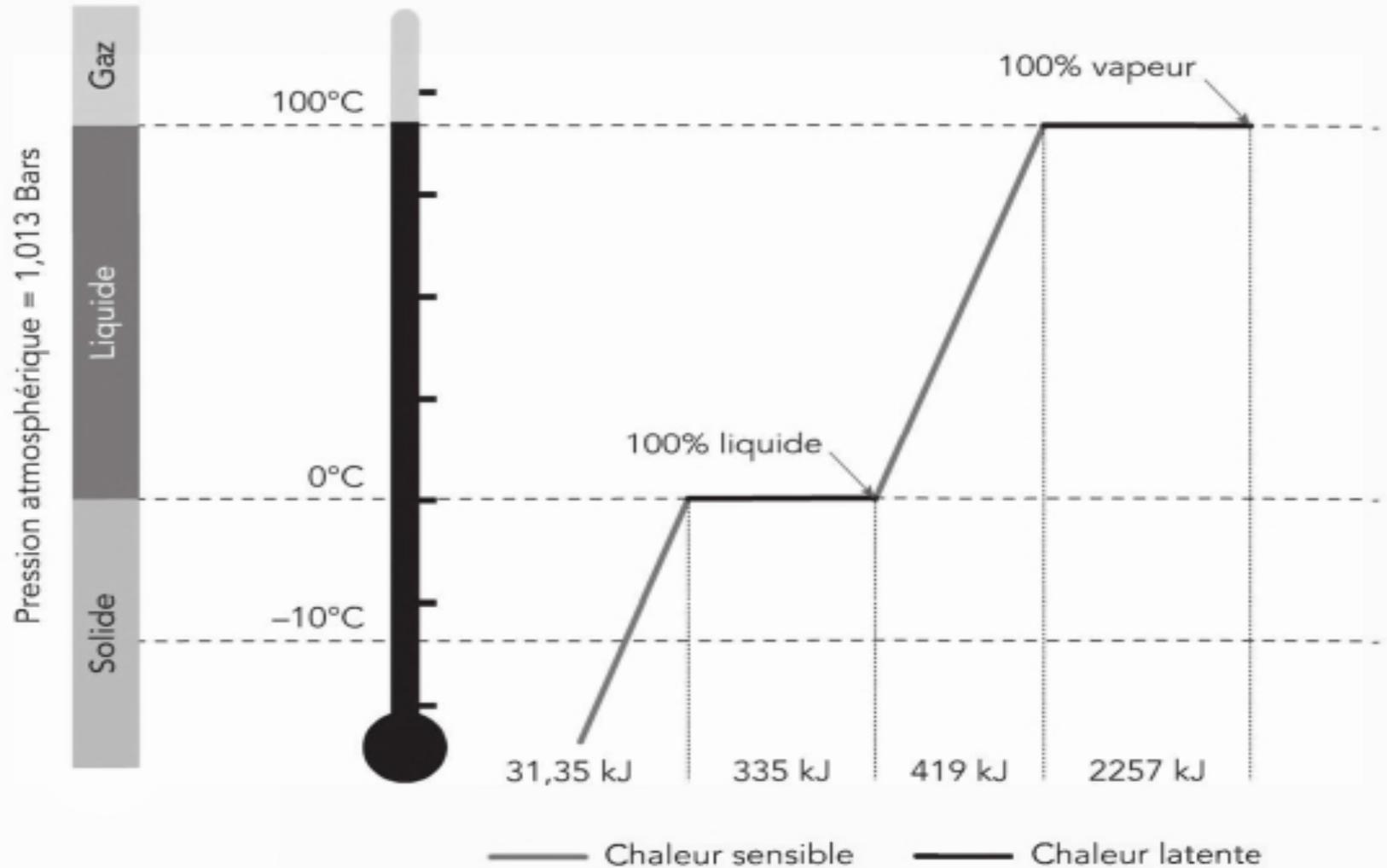


Figure 1.2 Évolution d'un kilogramme de glace à la pression atmosphérique

Certains matériaux sont sélectionnés pour l'importance de leur chaleur latente à un niveau de température déterminé : ce sont les matériaux à changement de phase, ou sels à changement de phase.

### *Exemple*

*La chaleur de vaporisation d'un litre d'eau est de 2 257 kJ/kg (à la pression atmosphérique et à 100°C). Soit 5,4 fois plus que pour chauffer le litre d'eau de 0 à 100°C !*

## 1.3.2 Calcul de la quantité de chaleur

La quantité de chaleur sensible  $Q$  échangée par un corps qui passe d'une température  $T_1$  à une température  $T_2$  est donnée par la relation :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

Joule

- ▶  $Q$  : quantité de chaleur sensible en J ;
- ▶  $m$  : masse du corps considéré en kg ;
- ▶  $\Delta T$  : différence de température entre les deux états en  $^{\circ}\text{C}$  ;
- ▶  $C$  : chaleur massique en  $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$  : c'est la chaleur nécessaire pour élever de  $1^{\circ}\text{C}$  la température d'un corps.

Tableau 1.1 Chaleur massique de quelques substances (suite)

Substance	Phase	Chaleur massique (J/kg°C)
Aluminium	Solide	897
Cuivre	Solide	385
Azote	Gaz	1 042
Diamant	Solide	502
Fer	Solide	444
Huile	Liquide	2 000
Eau	Gaz	1 850
	Liquide	4 185
	Solide (0 °C)	2 060

## Cas pratique

---

Un local est chauffé avec des radiateurs pendant 24 heures. La masse de l'eau qui circule dans les radiateurs est de 6 300 kg.

Sachant que l'eau arrive à la température 80 °C et retourne à la température 30 °C :

- Comment calculer la quantité de chaleur fournie en une heure pour les radiateurs en (kJ) et en (kcal) ?
- De quel type de chaleur s'agit-il ?

La quantité de chaleur est :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta\theta$$

$$Q = \frac{6\,300 \times 4,185 \times (80 - 30)}{24} = 54\,928,125 \text{ kJ}$$

$$Q = 54\,928,125 \times 0,2389 = 13\,122,32 \text{ kcal}$$

Il s'agit de la chaleur sensible puisqu'il n'y a pas modification de l'état de l'eau.

**REMARQUE :**

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

## Calcul de la Quantités de Chaleur LATENTE :

La quantité de chaleur  $Q$  qu'il faut fournir ou enlever à un corps de masse  $m$  (en kg) pour provoquer un changement d'état physique donné se calcul par :

The diagram illustrates the formula  $Q = m \times L_s$  for latent heat. A red rectangular box contains the equation. Below the box, three white boxes contain the units: 'kJ' on the left, 'kg' in the middle, and 'kJ/kg' on the right. Three black arrows point from these boxes to the corresponding terms in the equation: one from 'kJ' to 'Q', one from 'kg' to 'm', and one from 'kJ/kg' to 'L<sub>s</sub>'.

Pour l'eau :

- il faut 335,2kJ pour qu'1 kg de glace se transforme en 1kg d'eau à 0°C et inversement.
- il faut 2257 kJ/kg pour qu'1 kg d'eau à 100°C se transforme en 1kg de vapeur à 100°C et inversement.

## EXEMPLE

*Combien faudra-t-il de chaleur pour transformer 3kg de glace à 0°C en 3kg d'eau à 0°C ?*

**Il en faudrait  $3 \times 335,2 = 1005,6$  kJ**

# EXERCICES

1. Quelle quantité de chaleur faut-il pour chauffer 100 litres d'eau de 25 à 75 degrés C? (l'énergie nécessaire pour élever de 1 degré Celcius 1 kg d'eau est 4,185 kJ).
2. On utilise pour chauffer cette eau, un capteur plan recevant une puissance lumineuse de 1 kW et qui transforme à 50 % cette énergie en chaleur. Quel est le débit de l'eau dans le capteur, sachant qu'elle y pénètre à 25 degrés C et en sort à 75 degrés C.
3. Combien de temps faut-il pour chauffer 100 litres d'eau?

# corrigé

1. Energie nécessaire à chauffer 100 L d'eau de 25 à 75 °C :

$$100 \times 4,185 \times (75 - 25) = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kJ.}$$

2. 0,5 kW ou kJ / s est utilisé au chauffage de l'eau.

$$0,5 = 4,18 \cdot (75 - 25) \cdot \text{débit massique (kg s}^{-1}\text{)}$$

$$\text{débit massique} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg / s ou } 8,6 \text{ L / h}$$

durée du chauffage :

$$100 / 8,6 = 11,6 \text{ h.}$$