

# Chapitre 3 : Changements d'état et transferts thermiques

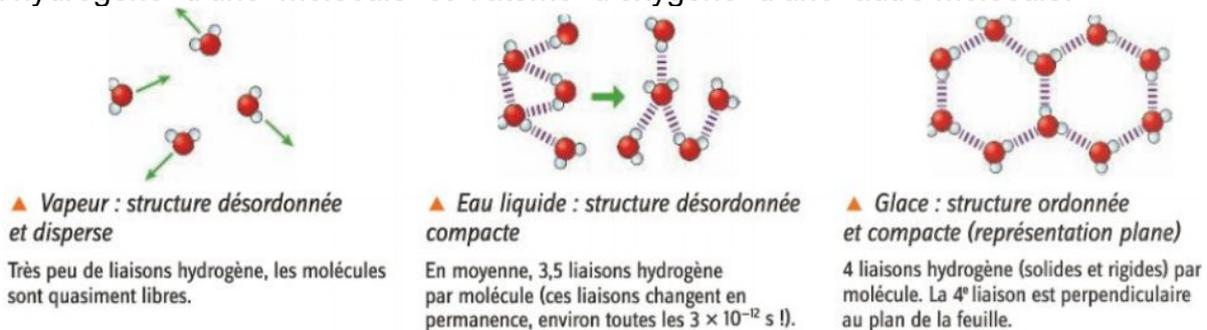
## 1. Etats de la matière

### 1.1 Les différents états de l'eau

La matière existe sous trois états : solide, liquide et gazeux.

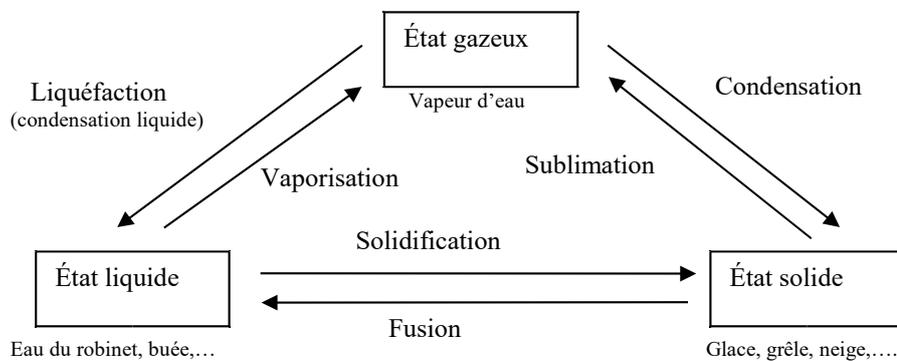


Il existe entre les molécules d'eau des forces de Van der Waals. On dit qu'il se forme des liaisons hydrogène entre les molécules. Il s'agit de liaison entre l'atome d'hydrogène d'une molécule et l'atome d'oxygène d'une autre molécule.



### 1.2 Les changements d'état de l'eau

Le passage d'un état physique à un autre s'appelle un changement d'état.



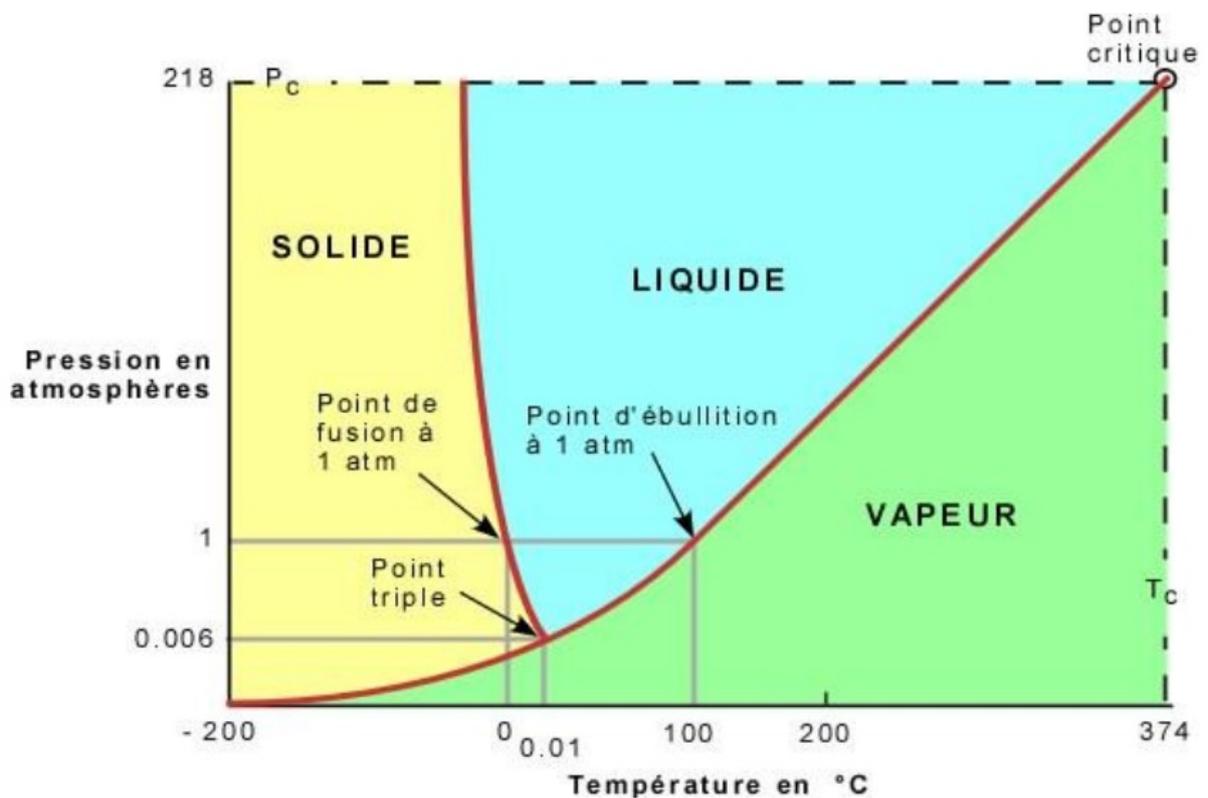
### 1.3 Les domaines des états de l'eau : diagramme (P,T)

Le diagramme d'état (P,T) est constitué de trois courbes de changement d'état (sublimation, vaporisation et fusion) qui délimitent les domaines de l'eau (solide, liquide et gazeux).

Les trois courbes se rejoignent au point triple où les trois phases de l'eau sont en équilibre.

La courbe de vaporisation s'arrête au point critique au-delà duquel l'eau n'est ni un liquide ni un gaz, c'est un état particulier des fluides nommé supercritique.

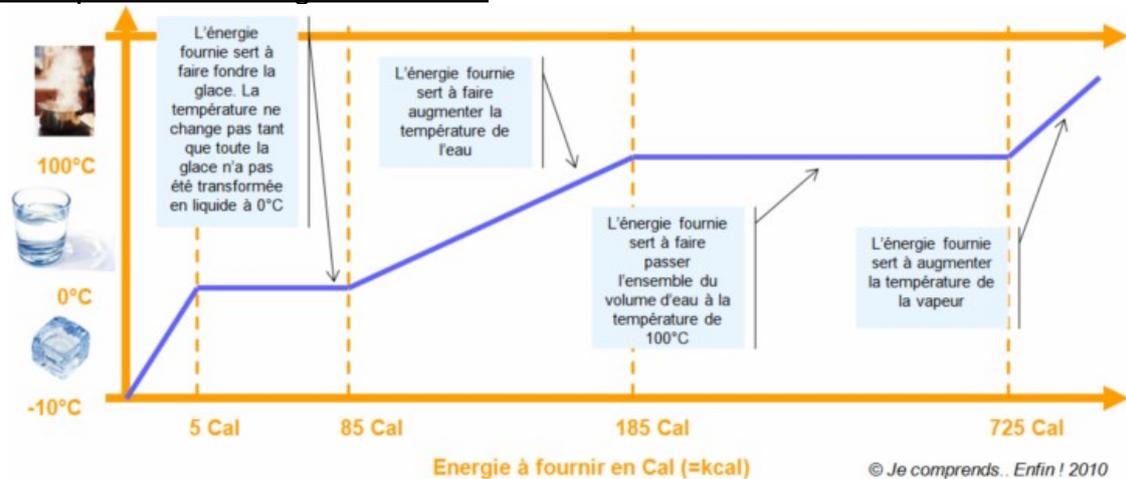
Ce diagramme permet de déterminer la phase dans laquelle se trouve l'eau pour une pression et une température données.



#### 1.4 Aspect microscopique d'un changement d'état

Lors d'un changement d'état au niveau macroscopique, il y a établissement ou rupture des interactions (liaison hydrogène) entre les molécules au niveau microscopique. Pour établir ou rompre ses liaisons un échange d'énergie est nécessaire.

#### 1.5 Les paliers de changement d'état



## 2. Les deux modes de vaporisation de l'eau

### 2.1 L'ébullition

L'ébullition est le passage de l'eau de l'état liquide à l'état vapeur à une température déterminée. La température d'ébullition est donnée par le diagramme (P,T) à une pression déterminée.

Lors de l'ébullition, les grosses bulles de vapeur prennent naissance au sein du liquide et viennent éclater à la surface.

### 2.2 L'évaporation

L'évaporation est le passage de l'eau de l'état liquide à l'état vapeur.

Lorsque les phases liquide-vapeur coexistent, la vapeur au dessus du liquide exerce sur lui une pression appelée pression de vapeur saturante  $P_{vs}$ . On lit sa valeur sur la courbe de vaporisation.

L'évaporation se produit à la condition que la pression due à la vapeur d'eau  $P_{\text{vap}}$  se trouvant dans l'air au dessus de l'eau soit inférieure à la pression de vapeur saturante  $P_{\text{vs}}$  pour cette température. (En atmosphère humique, l'évaporation est difficile).

Ce phénomène se produit à la surface libre du liquide.

Elle est favorisée par :

- une grande surface de contact avec l'air.
- La ventilation (le vent aide à sécher le linge).
- La température élevée du liquide.

L'évaporation est un phénomène primordial dans le cycle de l'eau.

### **3. Transformations physiques et effets thermiques associés**

#### **3.1 Enthalpies de changement d'état (ou chaleur latente L)**

La chaleur latente, L, (ou enthalpie) de changement d'état d'un corps pur est l'énergie qu'il échange avec le milieu extérieur pour le changement de son unité de masse, à température constante. L s'exprime en  $\text{J.kg}^{-1}$

**Propriétés :**  $L > 0$  : le changement d'état nécessite un apport de chaleur.

$L < 0$  : le changement d'état restitue de la chaleur

On constate que pour passer dans un état plus désordonné, il faut de la chaleur pour casser les liaisons Hydrogène.

<b><math>L_{\text{vap}}</math> de quelques corps purs usuels</b>		
<b>corps</b>	<b><math>L_{\text{vap}}</math> (<math>\text{kJ.kg}^{-1}</math>)</b>	<b>Température de vaporisation (<math>P=1 \text{ atm}</math>)</b>
<b>Eau</b>	<b>2 257</b>	<b>100 °C</b>
<b>Ammoniac</b>	<b>1 371</b>	<b>-33,5 °C</b>
<b>Ethanol</b>	<b>904</b>	<b>79 °C</b>
<b>Ether</b>	<b>451,4</b>	<b>35 °C</b>

Par exemple la chaleur latente de vaporisation de l'eau à 100°C est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kg d'eau liquide à 100°C pour obtenir 1 kg de vapeur à 100°C.

#### **3.2 Energie échangée avec l'extérieur**

Lors d'un changement d'état, l'énergie échangée avec l'extérieur est :

$$E = m L$$

E : énergie échangée (J)

m = masse subissant le changement d'état (kg)

L : enthalpie de changement d'état (chaleur latente de changement d'état) ( $\text{J.kg}^{-1}$ )