

## Changement d'états et transfert thermique

### I/Description microscopique des états de l'eau :

#### 1) Les différents états de l'eau :

L'eau peut se présenter sous 3 formes différentes (état ou phase)

-solide, liquide ou gaz

L'eau prend alors des aspects différents mais possède la même composition chimique. On parle de changement d'état lorsque l'eau passe d'un état à l'autre.

#### 2) Agitation thermique :

L'état solide est un état très condensé.

L'état liquide est un état moins condensé que l'état solide.

L'état gazeux est un état dispersé.

Dans chacun de ses états les molécules d'eau vibrent ou se déplacent à des vitesses différentes :

- **c'est l'agitation thermique.**

La température est la grandeur qui caractérise cette agitation.

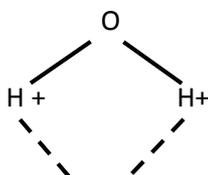
Pour passer d'un état très condensé à un état dispersé on doit augmenter l'agitation thermique des molécules.

#### 3) Liaison hydrogène :

La molécule d'eau est une molécule polaire. Cela signifie que l'atome d'oxygène attire vers lui les électrons des liaisons covalente avec les atomes d'hydrogènes.

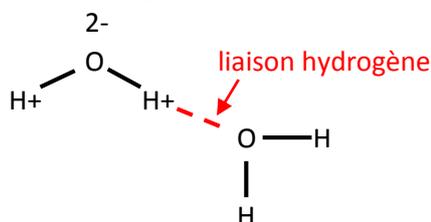
L'atome d'oxygène présente donc un excès de charge négative tandis que les atomes d'hydrogène présentent un défaut de charges négatives.

2- ← excès de charges négative



Défaut de charges négatives

Le pôle négatif (atomes d'oxygène) d'une molécule d'eau est attiré par les pôles positifs (atome d'hydrogène) des autres molécules. Cette attraction entre l'atome d'oxygène et l'atome d'hydrogène est appelé liaison hydrogène.



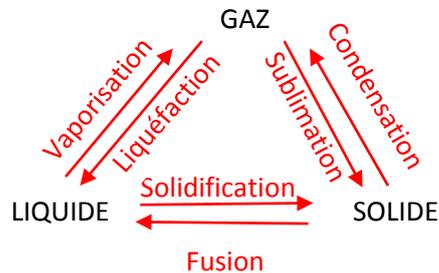
L'atome d'oxygène liés avec une liaison hydrogène est toujours aligné avec la liaison covalente d'une autre molécule d'eau.

Le nombre moyen ainsi que la durée de vie de ses liaisons permettent de comprendre la différence entre les 3 états de l'eau au niveau microscopique.

## II/ Les changements d'états de l'eau :

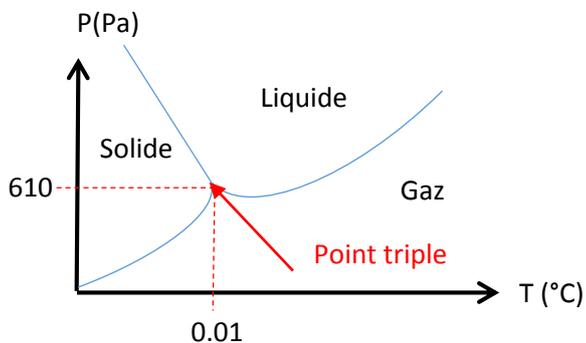
### 1) Changement d'états :

Les états de la matière dépendent de la température et de la pression.



### 2) Diagramme d'état (P, T) :

Un diagramme d'état (P, T) permet de déterminer la phase dans laquelle se trouve l'eau pour une pression **P** et une température **T** donnée.



Au niveau des courbes de fusion, de vaporisation et de sublimation, l'eau existe dans les 2 états. L'eau est caractérisée par son point triple (610 Pa et 0.01 °C) pour laquelle elle existe dans les 3 phases.

Lorsque les phases liquide et vapeur coexistent, la vapeur au-dessus du liquide exerce sur lui une pression appelé pression de vapeur saturante. La pression de vapeur saturante se lit pour une valeur de température donnée sur la courbe de vaporisation.

### 3) Ebullition et évaporation :

L'ébullition désigne la transformation de l'eau liquide en gaz quand on la chauffe.

La température d'ébullition se lit sur le diagramme d'états quand la valeur de la pression de vapeur saturante est égale à la pression de l'air ambiante.

Si la pression de l'air ambiant est inférieure à  $10^5$  Pa alors la température d'ébullition de l'eau est inférieure à 100°C.

L'agitation thermique permet à certaines molécules de rompre leur liaison hydrogène et de quitter la surface libre vers l'air : - **C'est l'évaporation.**

L'évaporation a lieu à toute température et elle est favorisée par une grande surface de contact avec l'air, une ventilation de la surface libre et une température élevée du liquide.

### 4) Hygrométrie de l'air :

L'hygrométrie caractérise l'humidité de l'air et dépend de la quantité d'eau sous forme gazeuse présente dans l'air humide.

$$H_R = 100 * \frac{P_{vap}}{P_{vs}(T)}$$

Pvap : Pression de la vapeur de l'eau dans l'air  
Pvs(T) : Pression de vapeur saturante à la température T  
H<sub>R</sub> : Hygrométrie exprimé en %

L'hygrométrie évolue entre 0%(Au sec) et 100°C (Air saturée)  
Elle diminue avec la température et l'altitude

### III/ Echanges thermiques et chaleur latente :

La quantité de chaleur **Q** nécessaire pour faire passer une masse **m** d'une température initiale **Ti** à une température finale **Tf** est donné par la relation :

$$Q=m*c(Tf-Ti)$$

Q : Quantité de chaleur (J)  
m : masse en Kg  
c : capacité calorifique massique en J\*Kg<sup>-1</sup>\*C<sup>-1</sup>

Lorsqu'on augmente la température ou lorsqu'on la diminue, un corps de masse **m** est susceptible de changer d'état. Pour qu'il puisse changer d'état, il faut qu'il échange de l'énergie avec le milieu extérieur.

Cette échange d'énergie dépend de la masse et de l'enthalpie de changement d'état noté **L**.  
Cela représente l'énergie qui doit être fournit à 1 Kg de corps pur pour le transformer.

$$\Delta E= m*L$$

ΔE : énergie échangé avec le milieu extérieur (J)  
m : masse du corps (Kg)  
L : enthalpie de changement d'état (J.Kg<sup>-1</sup>)

#### Remarque :

Lors d'un changement d'état vers une phase plus condensé, un corps pur fournit de l'énergie au milieu extérieur, les enthalpies de changement d'état sont alors négative.

	Vaporisation	Fusion	Sublimation
Température (°C)	1000	0	0
L (J.Kg <sup>-1</sup> )	2.26*10 <sup>6</sup>	334*10 <sup>3</sup>	2.83*10 <sup>6</sup>

Ex : Calculer Q pour faire passer 1 kg d'eau de 20°C à 120°C

$$Q=Q_{20 \rightarrow 100} + \Delta E + Q_{100 \rightarrow 120}$$

Phase liquide+ Changement d'état+ Phase gazeux