

I) changements d'états des corps purs

I-1 transformation physique

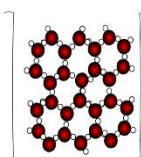
Clique sur l'Animation 'changement d'état de l'eau' puis complète le tableau proposé.

Observez l'animation ci-dessous, elle représente le modèle (représentation simplifiée) d'un volume d'eau totalement solide. Observez le comportement des molécules, cliquez ensuite sur la croix en bas à droite.

Volume d'eau solide à notre échelle



Volume d'eau solide à l'échelle moléculaire



Animation CEA : les 3 états de la matière

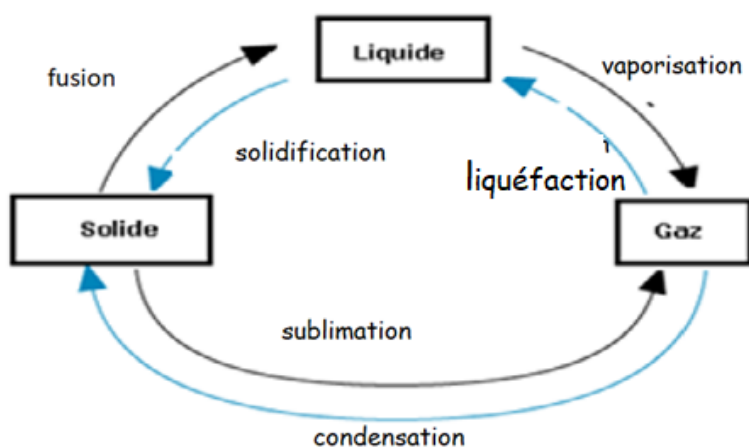
Rappel : La matière peut se trouver sous 3 états (plus un quatrième, le plasma, non détaillé dans ce cours) :

l'état solide, la matière est alors ordonnée, les entités sont fortement liées entre elles.

l'état liquide la matière est peu ordonnée, les entités peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres

l'état gazeux la matière est dans un état désordonné, il y a peu ou pas d'interactions entre les entités.

Lorsqu'une espèce chimique change d'état, alors elle subit une transformation physique.



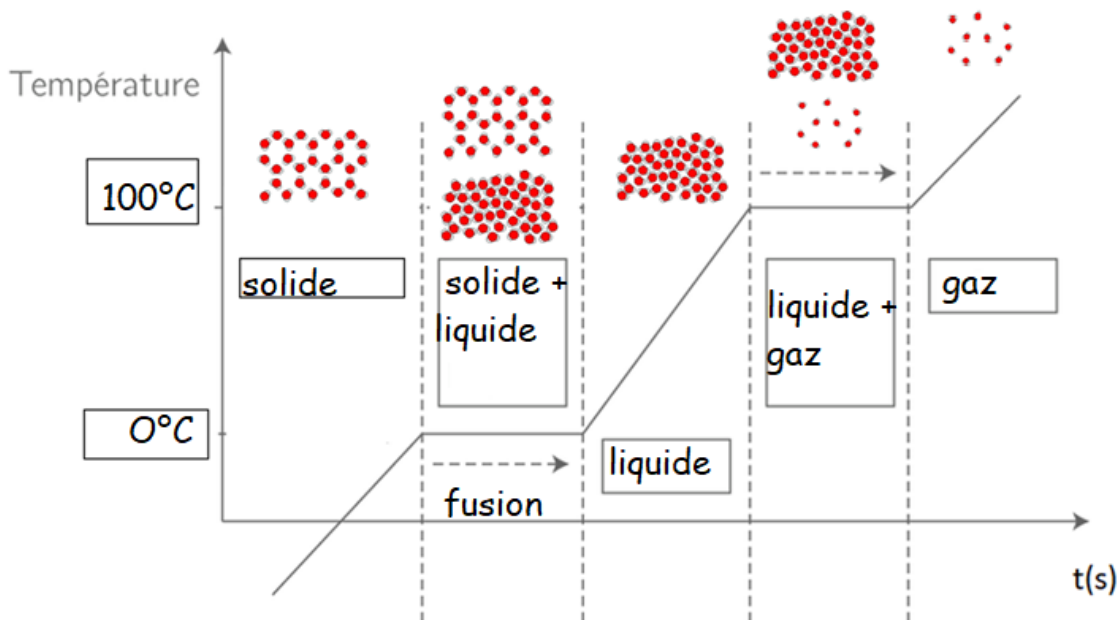
Compléter le diagramme des changements d'états avec les mots : sublimation, condensation, vaporisation, fusion, liquéfaction, solidification.

Remarque : il ne faut pas confondre dissolution et fusion !

Le sel (NaCl) se dissout dans l'eau : le solide ionique chlorure de sodium est cassé par l'eau et les ions qui le composent, Na^+ et Cl^- se dispersent dans le solvant. Par contre à 801°C le chlorure de sodium fond : il passe de la forme solide à la forme liquide, il s'agit d'une transformation physique !

I-2 modélisation des changements d'états (vidéo)

Les changements d'états d'un corps pur se fait à température constante. Deux états coexistent au cours de l'apport de chaleur permettant la transformation physique.



Exemple : on chauffe de l'eau initialement sous forme solide à une température inférieure à 0°C. Le graphe ci-dessous représente l'évolution de la température au cours du temps. 1) Dans les cadres et sur les 2 flèches, compléter le schéma avec les expressions suivantes : vaporisation, 0°C,

100 °C, liquide, solide, liquide + gaz, fusion, liquide + solide, gaz.

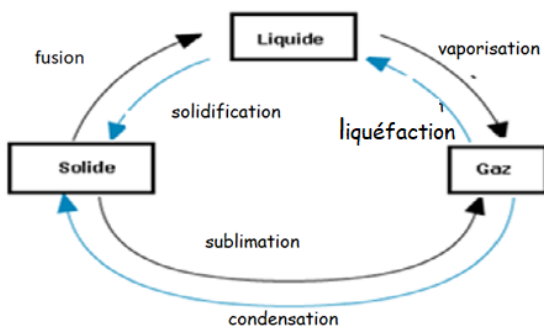
2) Quel est l'état le plus ordonné ? L'état solide

3) Durant la fusion dans quel(s) état(s) se trouvent l'eau ? Durant la fusion l'eau se trouve sous forme solide et liquide à température T = 0°C.

I-3 Ecriture symbolique d'un changement d'état

Un changement d'état physique est modélisé par :

- le nom de l'espèce chimique avec, entre parenthèse, l'état physique initial : s pour solide, l pour liquide, g pour gaz
- une flèche
- le nom de l'espèce chimique avec, entre parenthèse, l'état physique après transformation.



Exemple : fusion de l'eau $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

Ecrire les représentations symboliques de transformations physiques suivantes : sublimation, condensation, vaporisation, liquéfaction et solidification de l'eau.

sublimation	condensation	vaporisation	liquéfaction	solidification
$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(g)}$	$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(s)}$	$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$	$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$	$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)}$

II) Energie de changement d'état

II-1 transformations endothermique ou exothermique

Rappel : un échange de chaleur, appelé également transfert thermique, entre un corps et le milieu dans lequel il se trouve, est noté Q. Son unité est joule, symbole J. Il s'agit d'un échange d'énergie.

Si le corps reçoit de la chaleur Q alors celle-ci est comptée positivement.

Si le corps fournit de la chaleur Q alors $Q < 0$.

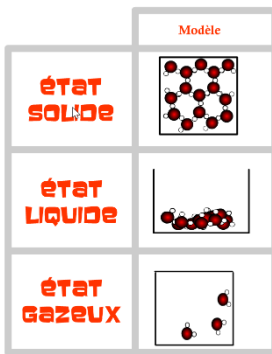
$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J} = 10^3 \text{ J}$

$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 10^3 \text{ g}$

A température constante, un changement d'état d'un corps pur est **endothermique** si le corps reçoit de la chaleur Q de la part du milieu extérieur : $Q > 0$

La fusion, la vaporisation et la sublimation sont des transformations endothermiques. En effet, lors de ces changements d'état, l'espèce chimique atteint un état d'énergie plus désordonnée donc son énergie augmente ! Pour gagner de l'énergie il faut que l'espèce chimique reçoive de l'énergie du milieu extérieur.

A température constante, un changement d'état d'un corps pur est **exothermique** si ce corps fournit la chaleur Q au milieu extérieur : $Q < 0$



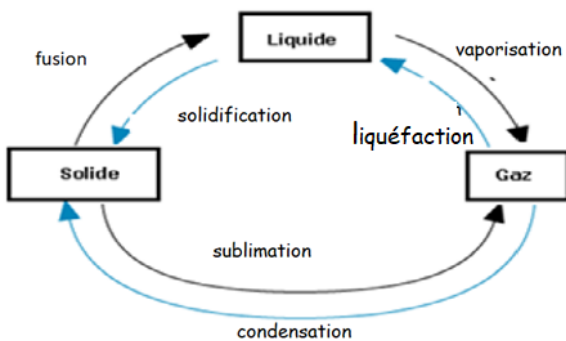
Clique sur l'[animation 'changement d'état de l'eau](#) : classer les états de la matière du plus ordonné au moins ordonné

Réponse :

1) solide

2) liquide

3) gaz



Exercice : Quelles sont les noms des changements d'état exothermique ? Endothermique ?

Expliquez pourquoi.

sublimation	condensation	vaporisation	liquéfaction	fusion	solidification
endothermique car le système reçoit de l'énergie du milieu extérieur pour passer dans un état plus désordonné donc possédant une plus grande énergie de mouvement	exothermique : le solide est moins ordonné que le gaz donc il possède moins d'énergie ; le système perd de l'énergie qu'il fournit au milieu extérieur donc il dégage de la chaleur	endothermique : le gaz est plus désordonné que le liquide	exothermique : le système perd de l'énergie sous forme de chaleur en passant d'un état très énergétique, le gaz, à un état moins énergétique le liquide ; le milieu extérieur reçoit de la chaleur	endothermique : le liquide est plus désordonné que le solide	exothermique : le solide est plus ordonné que le liquide donc perte d'énergie du système au profit du milieu extérieur.

Comment refroidir une pièce grâce à un changement d'état d'un corps ?

Placer de l'eau liquide qui en passant sous forme gazeuse va acquérir de la chaleur de la part du milieu extérieur (la pièce) : celle-ci va perdre de la chaleur, sa température va diminuer.

II-2 chaleur latente L de changement d'état

La chaleur latente L de changement d'état d'un corps correspond à l'énergie Q qu'un kilogramme de ce corps échange pour passer d'un état(solide liquide, gaz) à un autre état :

$$Q = m \times L.$$

Unités légales : Q en joule (J), m en kilogramme (kg), L en J/kg = J.kg⁻¹

La chaleur latente est appelée également énergie massique de changement d'état.

Exemples : pour l'eau, $L_{\text{vaporisation}} = 2258 \text{ kJ.kg}^{-1}$; $L_{\text{fusion}} = 334 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Est-il plus couteux de vaporiser un kilogramme d'eau liquide à la température de 100°C ou de faire fondre un kilogramme de glace à la température de 0°C ?

Réponse :

$$Q_{\text{vap}} = m.L_{\text{vap}} = 2258 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{fus}} = m.L_{\text{fus}} = 334 \text{ kJ}$$

Plus couteux de vaporiser de l'eau liquide que de fondre de la glace !

Remarque : les chaleurs latentes de changement d'état, correspondant aux réactions endothermiques, sont de signe positif. Celles correspondant aux réactions exothermiques sont de signe négatif.

Quelles sont les relations et le signe des chaleur latente de changement d'état suivants : L(sublimation), L(condensation), L(vaporisation), L(fusion), L(liquéfaction), L(solidification) ?

$$L(\text{fusion}) = -L(\text{solidification})$$

$$L(\text{Liquéfaction}) = -L(\text{vaporisation})$$

$$L(\text{sublimation}) = -L(\text{condensation})$$

Exercice : la chaleur reçue par l'eau liquide pour passer d'une température initiale T_i à une température finale T_f est donnée par la relation $Q = m.c.(T_f - T_i)$ avec m masse de l'eau en kilogramme(kg), 'c' capacité thermique massique de l'eau liquide $c = 4,18 \times \text{kJ.kg}^{-1} \text{°C}^{-1}$. Exprimer puis calculer la chaleur Q_1 nécessaire pour vaporiser la totalité d'une masse $m = 500 \text{ g}$ d'eau liquide à la température initiale $T_i = 20^\circ\text{C}$. $L_{\text{vap}} = 2258 \text{ kJ.kg}^{-1}$

$$\text{Réponse : } Q = m.c.(T_f - T_i) + m.L_{\text{vap}} = 0,500 \text{ kg.}(4,18 \text{ kJ.kg}^{-1} \text{°C}^{-1}).(100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + 0,500 \text{ kg. } 2258 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

$$Q = 1,30 \times 10^3 \text{ kJ}$$