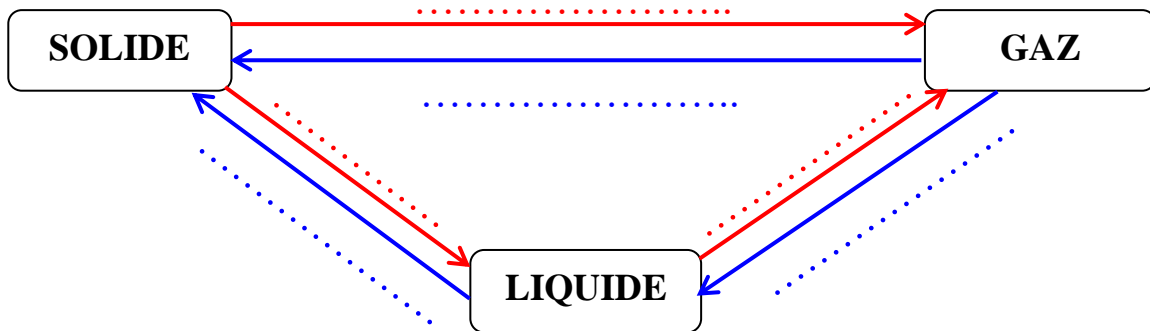


I Les changements d'état

1) Les différents changement d'état

La matière qui nous entoure peut se trouver sous trois états physiques différents : ,
..... et

Les différents changements d'état portent des noms à connaître :



Attention ! Ne pas confondre : vaporisation, évaporation et ébullition.

La est le nom du passage de l'état liquide à l'état gazeux. Ce changement d'état peut s'effectuer :

- par, à température ambiante, à la surface libre du liquide (évaporation d'une flaque d'eau ou à la surface d'un lac).
- par, en chauffant le liquide à une température précise (100°C pour l'eau), au sein même du liquide.

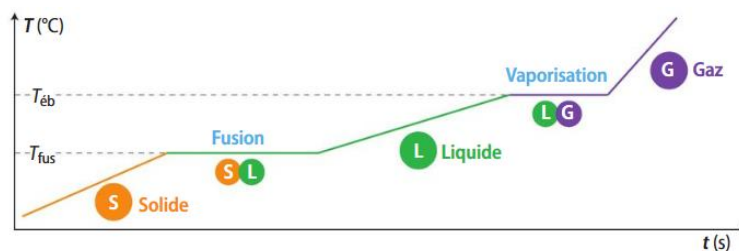


Ces changements d'état se rencontrent au quotidien :

- L'atmosphère contient de la vapeur d'eau qui subit ou Cela donne neige, grêle, brouillard, pluie.
- En cuisine, pour réaliser du popcorn, l'eau subit une qui augmente brutalement le volume du grain de maïs et le fait éclater.
- Le procédé de lyophilisation permet de conserver les aliments. L'eau des aliments subit une puis une



Rappel : À une pression donnée, les changements d'état de corps purs s'effectuent à Les deux états coexistent pendant le changement d'état.



2) Ecriture symbolique d'un changement d'état

Au cours d'un changement d'état, les entités chimiques (atomes, ions, molécules) ne sont pas modifiées. Quand un glaçon fond, il y a des molécules d'eau dans le glaçon et également dans l'eau liquide que l'on obtient. C'est l'arrangement spatial des entités qui est modifié, entraînant des changements dans les propriétés de la matière. On parle donc de (seul l'état physique change).

Pour modéliser un changement d'état d'une espèce chimique, on écrit une équation avec la formule de l'espèce (identique au début et à la fin) et une petite lettre à côté de la formule, entre parenthèse et en indice, qui indique l'état physique de l'espèce au début et à la fin :

(s) : (l) : (g) :

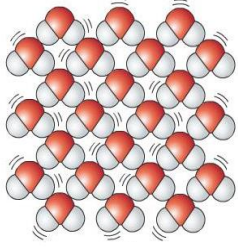
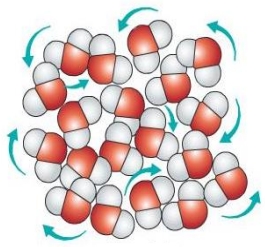
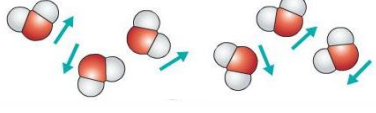
formule de l'espèce(état physique 1) → formule de l'espèce(état physique 2)

Exemples :

- Equation de vaporisation de l'eau :
- Equation de fusion du sucre (saccharose) :

3) Modélisation microscopique d'un changement d'état

A l'échelle microscopique, quel que soit l'état physique, les entités constituant la matière sont en permanence en mouvement : c'est Celle-ci est différente suivant l'état physique.

Etat	Etat	Etat
		
..... est formé d'espèces chimiques et fortement liées les unes aux autres, ne disposant que de très peu de liberté de mouvement. Dans un solide, les particules sont quasi, et entre elles. est constitué d'espèces chimiques qui « glissent » les unes sur les autres en étant reliées entre elles par des liaisons faibles. Dans un liquide, les particules sont et entre elles. est composé d'espèces chimiques Elles sont libres les unes par rapport aux autres, sans liaison entre elles. Elles se choquent sans cesse. Dans un gaz, les particules sont et entre elles.

A l'échelle microscopique, lors d'un **changement d'état physique** :

- jusqu'à ce que les liaisons entre les particules s'affaiblissent ou se cassent.
- jusqu'à ce que les liaisons entre les particules se créent ou deviennent de plus en plus fortes, si elles existaient déjà.

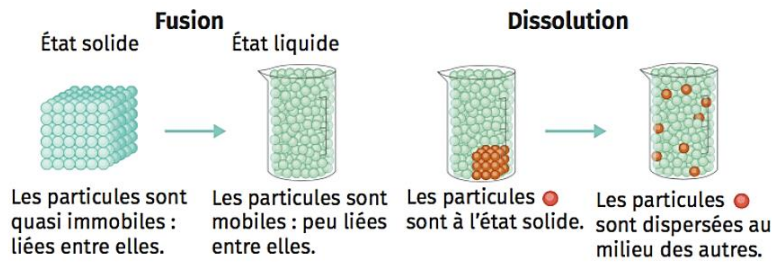
Attention ! Ne pas confondre : fusion et dissolution.

- La est le nom du passage de l'état solide à l'état liquide. L'agitation des particules augmente et les liaisons entre les particules sont de plus en plus faibles.

Exemple : fusion de la glace, d'équation

- La est la mise en solution d'un soluté dans un solvant. Les particules du soluté sont séparées de leur voisin par le solvant.

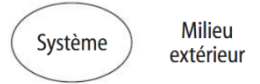
Exemple : quand on met un sucre dans de l'eau, il est physiquement faux de dire : « le sucre fond ». En fait, le sucre se dissout dans l'eau. On obtient une solution **aqueuse**. L'équation de cette transformation est : L'indice « aq » signifie que les molécules de sucre sont dispersées entre les molécules d'eau.



II Energie d'un changement d'état

1) Changement d'état et transfert thermique

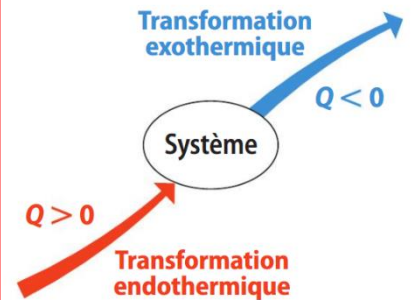
On définit, comme en mécanique, le que l'on étudie et on analyse les qu'il effectue avec le milieu extérieur.



L'énergie thermique échangée (appelé également transfert thermique) se note et se mesure en (symbole : J). On utilise très souvent le kilojoule ($1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ J}$) et le mégajoule ($1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$).

Au cours d'un changement d'état, à température constante :

- Si le système (libère) de l'énergie thermique, alors le changement d'état est dit Le milieu extérieur se réchauffe. L'énergie thermique libérée est alors comptée pour le système ($Q < 0$).
- Si le système (ou absorbe) de l'énergie thermique, alors le changement d'état est dit Le milieu extérieur se refroidit. L'énergie thermique absorbée est alors comptée pour le système ($Q > 0$).

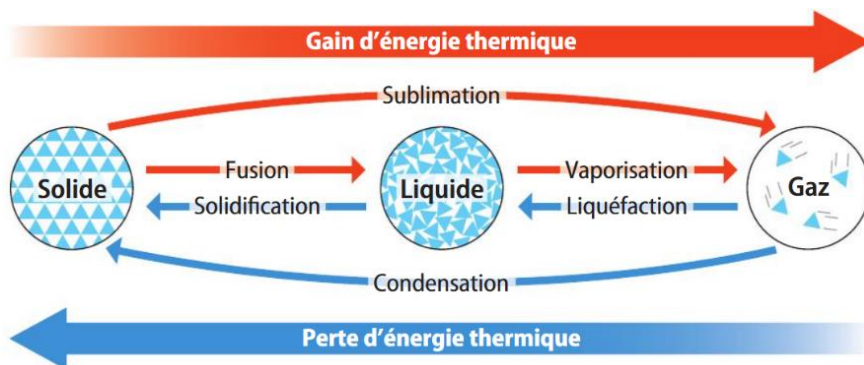


Les transformations physiques telles que la, la ou la absorbent de l'énergie au milieu extérieur qui se refroidit. Cette énergie absorbée augmente l'agitation des particules, les liaisons entre les particules peuvent se rompre. Elles sont

Exemple : quand on sort de la douche, l'eau liquide sur notre corps s'évapore et prend l'énergie nécessaire à son changement d'état à notre corps qui se refroidit. Voilà pourquoi on a froid !

Les transformations physiques telles que la, la ou la libèrent de l'énergie vers le milieu extérieur qui se réchauffe. L'agitation des particules diminue, les liaisons entre elles peuvent se créer. Elles sont

Exemple : les chauffettes de poche contiennent un liquide qui libère de l'énergie thermique (qui nous réchauffe) quand il se solidifie.



2) Energie massique de changement d'état

L'..... d'une espèce, notée, est l'énergie échangée (absorbée ou libérée) lors du changement d'état d'..... de l'espèce. Elle se mesure en ($J \cdot kg^{-1}$).

Comme la fusion, la vaporisation et la sublimation sont des transformations endothermiques (elles absorbent de l'énergie), leur énergie massique de changement d'état est positive ($L > 0$).

A l'inverse, la solidification, la liquéfaction et la condensation sont des transformations exothermiques (elles libèrent de l'énergie), leur énergie massique de changement d'état est négative ($L < 0$).

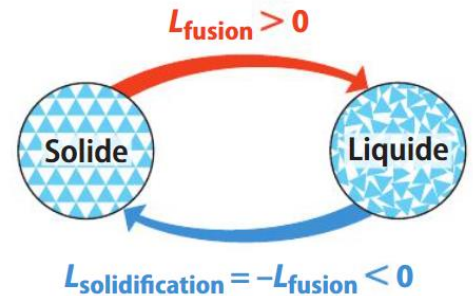
	L_{fusion} en $kJ \cdot kg^{-1}$	L_{vap} en $kJ \cdot kg^{-1}$
Éthanol	109	855
Eau	335	2 265
Or	65	1 644

Les (fusion et solidification par exemple) ont des

$L_{\text{fusion}} > 0$ et $L_{\text{solidification}} = \dots\dots\dots$

$L_{\text{vaporisation}} > 0$ et $L_{\text{liquéfaction}} = \dots\dots\dots$

$L_{\text{sublimation}} > 0$ et $L_{\text{condensation}} = \dots\dots\dots$



Remarque : Cette énergie est également appelée chaleur latente de changement d'état ou enthalpie de changement d'état.

Exemple : énergie massique de vaporisation de l'eau : $L_{\text{vaporisation}} = 2\,265 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Cela signifie qu'il faut apporter 2 265 kJ à un kilogramme d'eau liquide, en la chauffant, pour qu'elle se vaporise entièrement.



> L'apport d'énergie permet de faire bouillir de l'eau.

On constate que 3 kg d'eau liquide nécessite un apport
..... d'énergie pour la vaporiser, soit

L'énergie thermique échangée Q est proportionnelle à la masse de l'espèce chimique qui subit la transformation.

Q : quantité d'énergie échangée en joule (J)
m : masse de l'espèce chimique en kilogramme (kg)
L : énergie massique de changement d'état en $J \cdot kg^{-1}$.

Exercice : Un bac à glaçons contenant 50,0 g d'eau liquide est placé dans un congélateur.

Donnée : $L_{\text{fusion}} = 335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1) Quelle est la valeur de l'énergie massique de solidification de l'eau ?

.....

2) Ecrire l'équation de la solidification de l'eau.

.....

3) La solidification de l'eau est-elle endothermique ou exothermique ?

.....

4) Calculer l'énergie échangée lors de la solidification des 50,0 g de glace. Commenter son signe.

.....
.....
.....