

Chapitre 12 : Transformation physique

La **transformation de la matière** est le passage de cette matière d'une forme à une autre. Cette transformation a généralement lieu grâce à la présence d'une autre matière et / ou d'une source d'énergie. Les transformations de la matière peuvent être classées en trois grandes familles : **physique, chimique et nucléaire**

Transformation physique

Définition : Une transformation physique est le passage d'un ou de plusieurs corps d'une forme à une autre, sans modification de la structure moléculaire ou nucléaire (= du noyau) des différents constituants des corps mis en jeu.

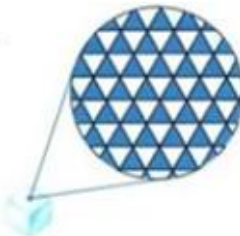
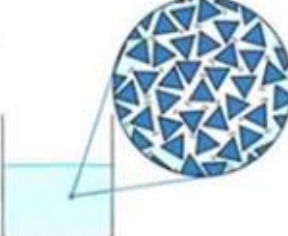
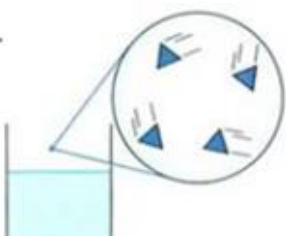
Exemples de transformations physiques

- Le changement d'état de la matière (fusion = passage de solide à liquide etc...)
- Les déformations (on tire sur un carambar)
- Les ruptures qui ont lieu à la suite d'une contrainte (on tire trop fort sur un élastique)
- L'usure et l'érosion (usure des pneus sur une voiture)

On s'intéressera donc particulièrement aux changements d'état de la matière dans ce chapitre.

A) Les états de la matière

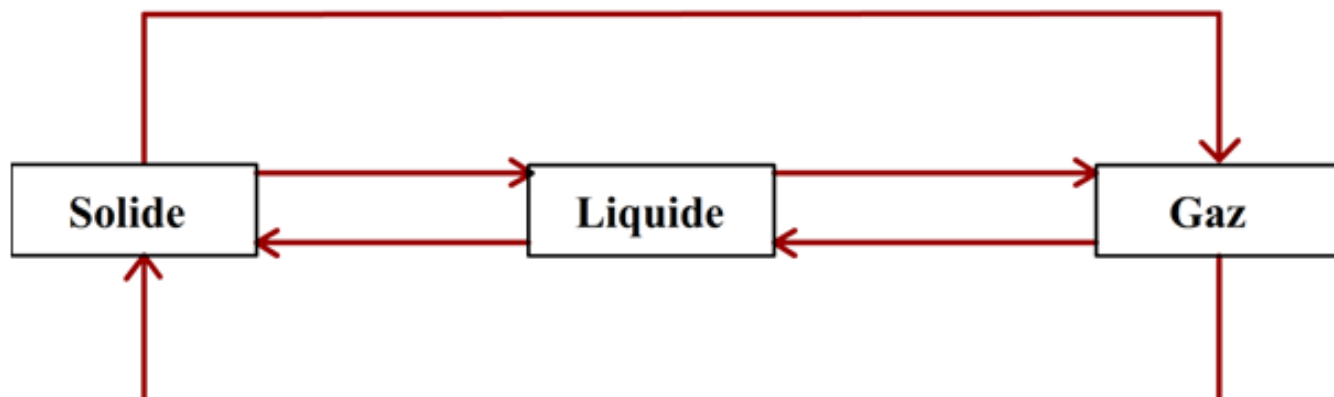
Rappel : on considère qu'il existe trois états (**solide, liquide et gaz**) à la matière qui ont les propriétés suivantes :

Etat physique d'un corps pur	Solide	Liquide	Gaz
Schéma à l'échelle microscopique avec le modèle des molécules			
Observations à l'échelle microscopique (invisibles)	Molécules très rapprochées, immobiles, liées les unes aux autres.	Molécules rapprochées mais mobiles les unes par rapport aux autres.	Molécules très éloignées et très mobiles les unes par rapport aux autres.
Conséquences macroscopiques (visibles)	- Forme propre - Incompressible.	- Pas de forme propre. - Surface plane et horizontale. - Incompressible.	- Pas de forme propre. - Occupe tout le volume qui lui est offert. - Compressible.
Caractéristique de l'état physique	- Compact - Ordonné	- Compact désordonné	dispersé désordonné

NB : Il existe d'autres états de la matière comme le plasma ou le superfluide (hors programme)

1) Les changements d'états de la matière

Suivant la température (= agitation des molécules) et/ou la pression (= choc des molécules sur une surface), la matière peut changer d'état. Voici le nom des changements d'état (à compléter sur les flèches) :



Exemples : donner le nom des changements d'état lors des événements suivants :

- a) Buée sur une vitre :
- b) La neige fond au soleil :
- c) Une bouteille en verre remplie d'eau éclate au congélateur :
- d) Glace carbonique (CO_2 solide) au contact de l'eau
<https://www.youtube.com/watch?v=srzcG1H9904>
- e) Des pâtes cuisent dans de l'eau à 100°C . :

2) Equation de changement d'état

Les états physiques sont symbolisés en indice par les lettres « s » pour solide, « l » pour liquide et « g » pour gazeux. Voici les équations qui modélisent les changements d'état. Une équation se lit de gauche à droite (et non de droite à gauche malgré le signe =).

Exemple :

- $\text{H}_2\text{O}_{(s)} = \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ modélise la fusion de l'eau
- $\text{Fe}_{(g)} = \text{Fe}_{(l)}$ modélise la liquéfaction du fer
- $\text{CO}_{2(s)} = \text{CO}_{2(g)}$ modélise la sublimation du dioxyde de carbone

Ecrire l'équation modélisant :

- La vaporisation du zinc :
- La solidification du dioxygène :

Attention : ne pas confondre fusion et dissolution !

On a tendance à confondre les verbes « fondre » et « se dissoudre », pourtant un glaçon fond mais un sucre se dissout dans l'eau ! La nuance n'est pas bien compliquée : la fusion est un changement d'état (solide à liquide, c'est une transformation physique), tandis que la dissolution est le passage en solution d'un composé (le soluté) dans un solvant.

Exemples :

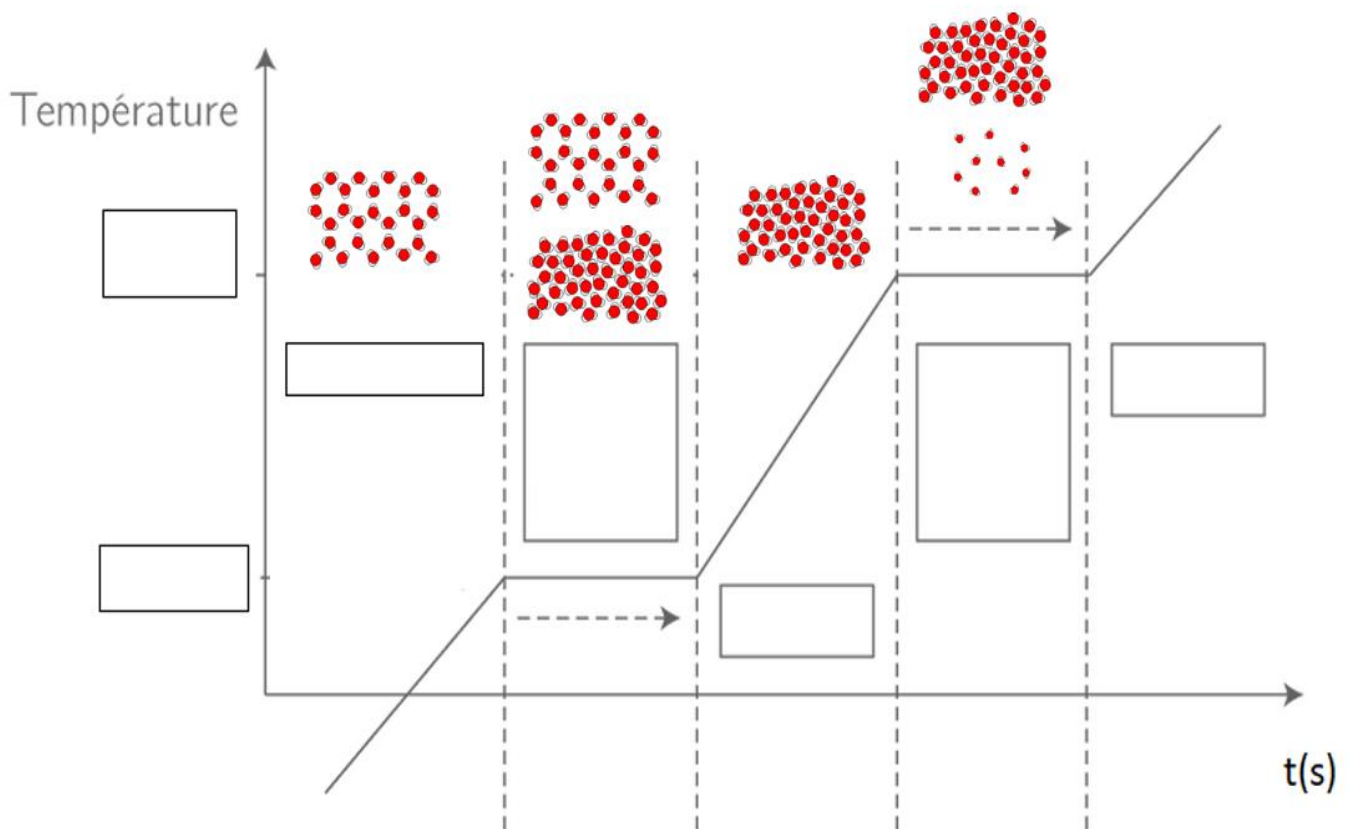
- Fusion de la glace (un glaçon fond au soleil sous l'effet de la chaleur)
- Un sucre se dissout dans un café (mais aussi dans un verre d'eau froide)

3) Cors purs et mélanges

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

Pour un mélange, le changement d'état ne se fait pas à température constante.

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 ?

3) Durant la fusion dans quel(s) état(s) se trouvent l'eau ?

4) Aspect énergétique

Les transformations physiques (et particulièrement les changements d'état) peuvent être :

- Soit **exothermiques** (elles **libèrent** de l'énergie thermique (chaleur))
- Soit **endothermiques** (elles **absorbent** de l'énergie thermique(chaleur))
- Soit athermique (elles ne sont accompagnées **d'aucun effet thermique**)

Changement d'état	Thermicité	Explication
Fusion		La glace absorbe l'énergie lumineuse, ce qui la fait fondre
Solidification		L'eau liquide dégage de la chaleur pour se transformer en glace
Vaporisation		L'eau liquide absorbe l'énergie du feu sous la casserole pour devenir vapeur
Liquéfaction		La vapeur dégage de la chaleur pour se transformer en liquide
Sublimation		
Condensation		

Définition : on appelle Q l'énergie thermique en Joule (J) nécessaire pour effectuer un changement d'état. Si la transformation est endothermique, alors Q est positive (elle reçoit de l'énergie), si elle est exothermique alors q est négative (elle libère de l'énergie).

Pour une transformation :

- * Endothermique : $Q > 0$
- * Exothermique : $Q < 0$
- * Athermique : $Q = 0$ (il n'y a aucun effet thermique)

Lorsqu'un corps pur change d'état, sa température ne varie pas tant que le changement n'est pas terminé. La chaleur nécessaire à un changement d'état d'un corps de masse m dépend de cette masse ainsi que d'une grandeur notée **L** et appelée **énergie massique de changement d'état** et elle peut être calculée grâce à la relation suivante :

$$Q = m \times L$$

- Q est l'énergie thermique échangée pendant un changement d'état exprimée en joule (J)
- m est la masse du corps exprimée en kilogramme (kg)
- L est l'énergie massique de changement d'état exprimée en joules par kilogramme ($J \cdot kg^{-1}$) : on l'appelle aussi chaleur latente de changement d'état.

$L_{vap}(He) = 20kJ/kg$ signifie qu'il faut fournir 20kJ à 1kg d'hélium liquide pour le transformer entièrement en vapeur.

Que signifie $L_{\text{fus}}(\text{Cu}) = 205 \text{ J/g}$?

Remarque : les valeurs de L de changements d'état opposés sont les mêmes au signe près.

Exemple :

$L_{\text{fus}}(\text{Al}) = 330 \text{ kJ.kg}^{-1}$ et $L_{\text{sol}}(\text{Al}) = - 330 \text{ kJ.kg}^{-1}$ car fusion et solidification sont opposées.

$L_{\text{vap}}(\text{O}_2) = 212.5 \text{ kJ.kg}^{-1}$ et $L_{\text{liq}}(\text{O}_2) = - 212.5 \text{ kJ.kg}^{-1}$ car vaporisation et liquéfaction sont opposées.

Exercice :

Calculer l'énergie de changement d'état pour transformer 3kg de fer solide en fer liquide.

On donne $L_{\text{fus}}(\text{Fe}) = 207 \text{ kJ/kg}$

Calculer l'énergie nécessaire à la solidification de 2kg de fer liquide.