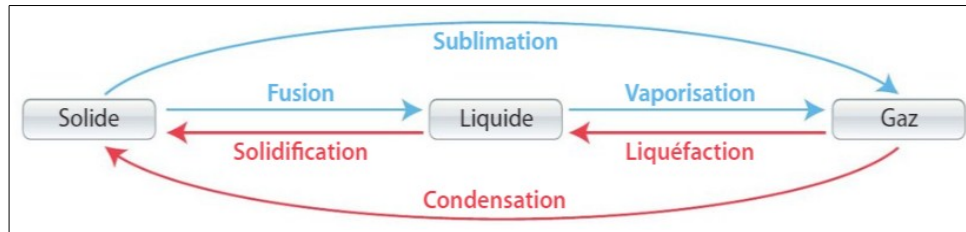


I. Transformation physique

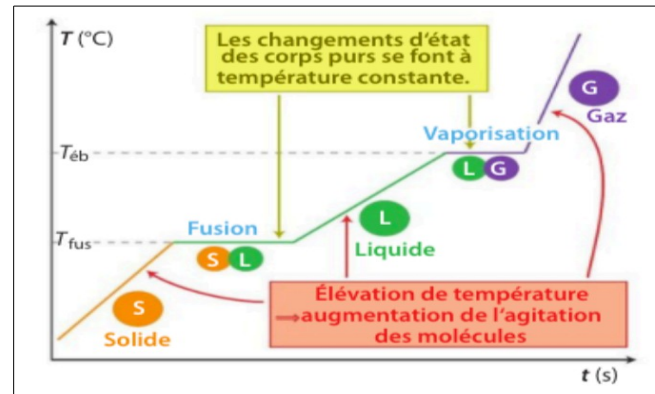
La matière qui nous entoure peut se trouver sous trois états physiques différents : **solide, liquide et gaz**. Une transformation **physique** a lieu quand une espèce passe d'un état physique (solide, liquide ou gaz) à un autre.



Rq : ne pas confondre fusion et dissolution ! Lorsque du sucre est introduit dans l'eau, il est inexact de dire que « le sucre fond ».

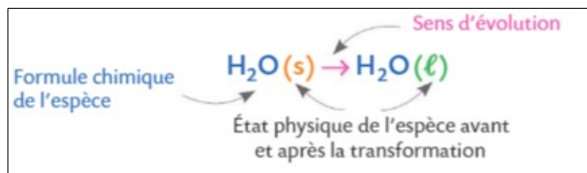
À une pression donnée, les changements d'état de **corps pur** s'effectue à température constante.

Les deux états coexistent pendant le changement d'état (cf graphe ci-contre).



Au cours d'un changement d'état, les entités chimiques (atomes, ions, molécules) ne sont pas modifiées c'est pourquoi on retrouve la même formule avant et après transformation.

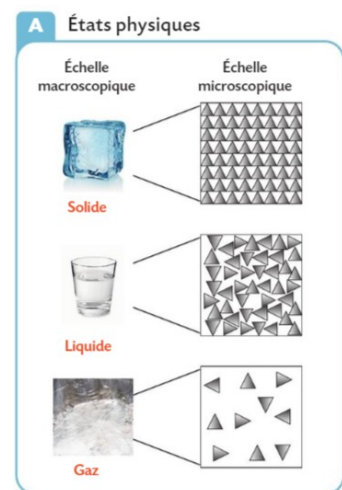
Exemple:



(s) : solide
(l) : liquide
(g) : gaz

C'est l'arrangement spatial qui est modifié (cf doc A) entraînant des changements dans les propriétés de la matière. L'espèce chimique de départ est donc la même qu'à l'arrivée et **seul son état physique change**.

À l'échelle microscopique, quel que soit l'état physique, les entités constituant la matière sont en permanence en mouvement : c'est l'**agitation thermique**.



Ainsi lors d'un changement d'état physique :

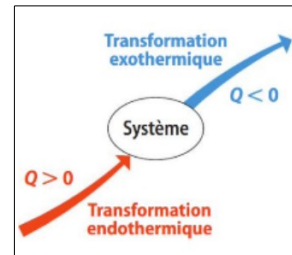
- Quand **on chauffe**, l'**agitation thermique augmente** jusqu'à ce que les liaisons entre les particules s'affaiblissent ou se cassent.
- Quand **on refroidit**, les entités ralentissent et l'**agitation thermique diminue** jusqu'à ce que les liaisons entre les particules se créent ou deviennent de plus en plus fortes, si elles existaient déjà.

Transformation physique et transferts d'énergie :

On définit, comme en mécanique, le **système** que l'on étudie et on analyse les échanges d'énergie thermique avec le **milieu extérieur**. L'énergie thermique échangée (appelée également **transfert thermique**) se note **Q** et se mesure en **Joules** de symbole (J).

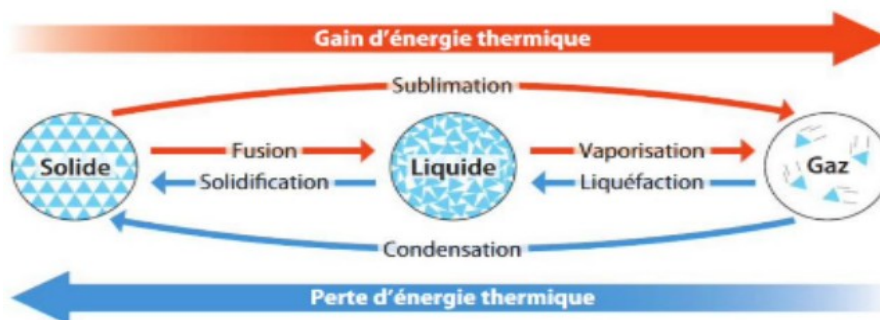
Au cours d'un changement d'état à température constante :

- Si le **système cède** (libère) de l'énergie thermique, l'énergie thermique libérée est comptée négativement (**Q<0**). Le changement d'état est dit **exothermique**. Le milieu extérieur se réchauffe.
- En revanche, si le **système reçoit** (absorbe) de l'énergie thermique, l'énergie thermique absorbée est comptée positivement (**Q>0**). Le changement d'état est dit **endothermique**. Le milieu extérieur se refroidit.



Les transformations physiques telles que la **fusion**, la **vaporisation** ou la **sublimation** sont **endothermiques**.

Les transformations physiques telles que la **solidification**, la **condensation** ou la **liquéfaction** sont **exothermiques**.



Énergie massique de changement d'état :

On appelle **énergie massique de changement d'état** d'une espèce, notée **L**, l'énergie échangée (absorbée ou libérée) lors du changement d'état d'un kilogramme de l'espèce. Elle se mesure en **Joule par kilogramme (J.kg⁻¹)**. Les changements d'état inverses ont des énergies massiques opposées.

Rq : cette énergie est également appelée *chaleur latente* ou *enthalpie de changement d'état*.

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

| |
|---|
| $L_{\text{solidification}} = - L_{\text{fusion}}$ |
| $L_{\text{liquéfaction}} = - L_{\text{vaporisation}}$ |
| $L_{\text{condensation}} = - L_{\text{sublimation}}$ |

À retenir:

Transformation physique

Changement d'état physique d'une espèce chimique



Énergie Q transférée lors d'un changement d'état

$$Q \text{ en J} \rightarrow Q = m \times L$$

m en kg
L, chaleur latente, en J.kg⁻¹

Si le système **reçoit** de l'énergie :

$$Q > 0$$

Transformations endothermiques
(fusion, vaporisation, sublimation)

Si le système **libère** de l'énergie :

$$Q < 0$$

Transformations exothermiques
(solidification, liquéfaction, condensation)

*: La somme des énergies transférées par les différentes parties d'un système isolé est nulle : $Q_1 + Q_2 + \dots = 0$.

II. Transformation nucléaire

a) Rappel :

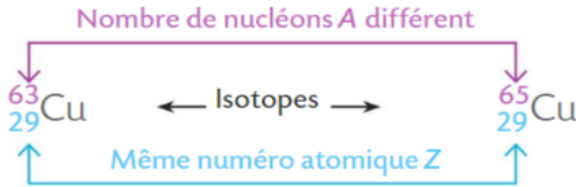
Le noyau d'un atome ou d'un ion de symbole X qui comporte **Z** protons et **A** nucléons est noté :



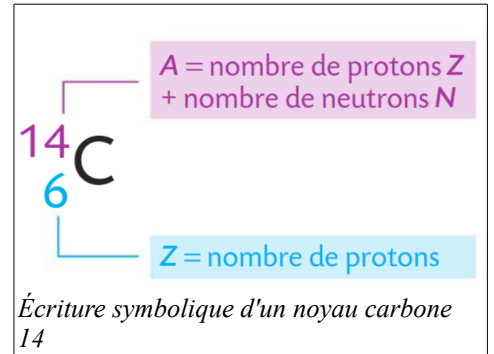
Des atomes ou des ions **isotopes** possèdent le même nombre de protons **Z** et un nombre de neutrons **N** différent. Ils ont donc le même numéro atomique **Z** mais un nombre de nucléons **A** différent ($A=Z+N$).

Exemple

Les deux isotopes stables du cuivre se nomment cuivre 63 et cuivre 65.



Le cuivre 63 possède $63 - 29 = 34$ neutrons. } Leur nombre de
Le cuivre 65 possède $65 - 29 = 36$ neutrons. } neutrons **N** diffère.



b) Transformations nucléaires

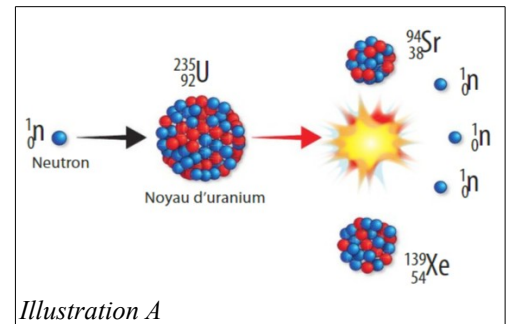
Lors d'une **transformation nucléaire**, un ou plusieurs noyaux réactifs se transforment en de nouveaux noyaux. Contrairement aux transformations chimiques, **les éléments ne sont pas conservés**. Un rayonnement, dit « gamma » est émis.

Étudions deux cas particuliers de transformation nucléaire :

- **La fission nucléaire (A)** : au cours de laquelle **un noyau lourd se fragmente en deux noyaux plus légers**, sous l'impact de neutrons.

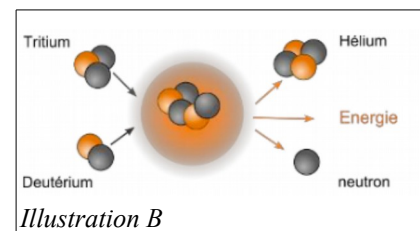
La fission s'accompagne de l'émission d'un ou plusieurs neutrons qui peuvent à leur tour, provoquer de nouvelles fissions : c'est la **réaction en chaîne**.

En plus des neutrons, cette réaction dégage des rayonnements ionisants (dangereux) et **beaucoup d'énergie sous forme de chaleur**. C'est ce dégagement de chaleur qui est utilisé pour produire de l'électricité dans les **centrales nucléaires**, dans lesquelles la réaction en chaîne est contrôlée.



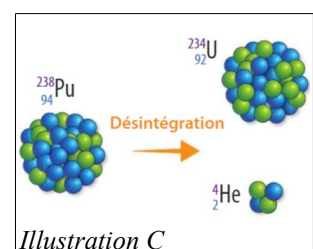
- **La fusion nucléaire (B)** : au cours de laquelle deux noyaux légers s'assemblent pour former un noyau lourd.

Le rapprochement de deux noyaux positifs est très difficile car ils se repoussent. Il faut beaucoup d'énergie pour réussir à les rapprocher pour qu'ils **fusionnent**. C'est pour cela que les fusions se produisent à des **températures très élevées**, comme celles régnant dans le **cœur des étoiles** (15 millions de degré pour le Soleil!).



Remarque :

Certains noyaux d'atomes instables se désintègrent de manière spontanée (C) en émettant des particules et/ou des radiations énergétiques. On parle de radioactivité.



c) Écriture symbolique d'une transformation nucléaire

Une transformation nucléaire est modélisée par une équation dans laquelle interviennent les particules qui réagissent et les particules formées.



Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre de charge Z et du nombre de masse A. (loi de Soddy):

- Conservation du nombre de masse $\rightarrow A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
- Conservation du nombre de charge $\rightarrow Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

Remarque : certains réactifs ou produits peuvent être des **particules libres** qui se trouvent en dehors de l'atome (cf illustration D).

Exemple : Désintégration d'un noyau de carbone 14 en un noyau d'azote 14 avec émission d'un électron ${}_{-1}^0e$.

Conservation du nombre de masse A :

$$14 = 14 + 0$$



$$6 = 7 + (-1)$$

Conservation du nombre de charge Z

Symbole de quelques particules



> Électron



> Positron



> Neutron



> Proton

Illustration D

III. Transformation chimique

La **transformation chimique** sera traitée dans un prochain chapitre qui lui est dédiée. On peut toutefois se rappeler que lors de ce type de transformation, **les espèces chimiques sont modifiées** mais qu'il y a toujours **conservation des éléments chimiques et de la charge électrique**.

IV. Distinguer et identifier la nature d'une transformation

- **Transformation physique :** **réactif(s)** et **produit(s)** correspondent à des espèces chimiques identiques dont seuls les états physiques diffèrent.
- **Transformation chimique :** **réactif(s)** et **produit(s)** correspondent à des espèces chimiques différentes, mais avec conservation des éléments chimiques et de la charge électrique.
- **Transformation nucléaire :** **réactif(s)** et **produit(s)** correspondent à des éléments chimiques différents.

