



## THEME n°4 Transformations de la matière



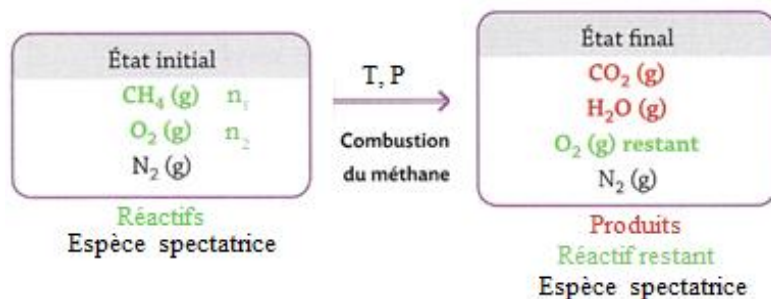
### L'essentiel à retenir : chapitre 7 **Les transformations en physique chimie**

#### I. Système chimique

Un système chimique est un ensemble d'espèces chimiques (atomes, ions, molécules) susceptibles d'interagir entre elles. Un système chimique peut évoluer et subir des transformations d'un état initial (EI) à un état final (EF).

On peut décrire l'état d'un système en précisant : les formules des espèces et leur état ; les quantités de matière (si elles sont données) ; la température et la pression (si elles sont données).

Exemple : La combustion du méthane



#### II. La transformation physique

##### 1. Définition

Les espèces chimiques du système sont les mêmes au début (état initial) et à la fin de la transformation (état final).

Exemples : les dissolutions, les changements d'états

##### 2. Equation de transformation physique

La fusion de l'eau :  $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Dissolution du sucre :  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s}) \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq})$

##### 3. Energie de changement d'état Q (voir vidéo sur le site)

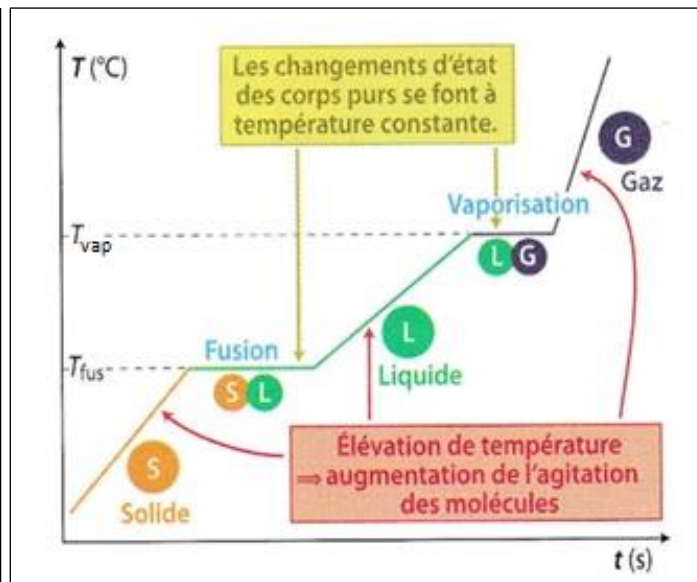
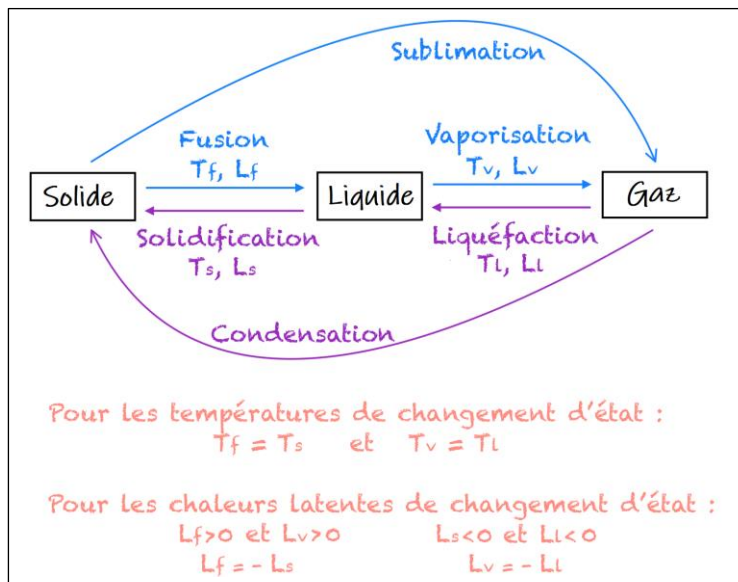
L'énergie Q nécessaire pour qu'un système chimique de masse m change d'état a pour expression (aussi appelé quantité de chaleur) :

$$\text{énergie de changement d'état (en J)} \rightarrow \boxed{Q = m \times L} \leftarrow \text{énergie massique de changement d'état (en } \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \text{)}$$

↑  
masse de l'espèce chimique ayant changé d'état (en kg)

**L** est l'énergie massique de changement d'état et correspond à l'énergie échangée lors d'un changement d'état pour un kg de l'espèce contenue dans le système. (aussi appelée chaleur latente)

#### 4. Propriétés des changements d'état des corps purs



Lorsque les espèces chimiques d'un système libèrent de l'énergie lors d'une transformation, la température de l'environnement augmente car le milieu extérieur au système reçoit cette énergie : La transformation **est exothermique**. ( $Q < 0$  car le système perd de l'énergie).

Lorsque les espèces chimiques d'un système consomment de l'énergie lors d'une transformation, la température de l'environnement diminue car le milieu extérieur au système perd de l'énergie. La transformation **est endothermique**. ( $Q > 0$  car le système gagne de l'énergie).

**Exemple** : La sueur, en s'évaporant, absorbe de la chaleur entraînant un refroidissement de l'organisme. C'est une transformation endothermique ( $Q > 0$ ).

Système chimique : eau de la sueur (gagne de l'énergie)      Milieu extérieur : corps humain (perd de l'énergie)

### III. La transformation chimique :

#### 1. Définition

Les **espèces chimiques du système sont différentes** au début (état initial) et à la fin de la transformation (état final) mais il y a conservation des éléments chimiques et de la charge électrique.

**Exemples** : les combustions, les précipitations, etc...

#### 2. Equation de transformation chimique

L'**équation chimique** décrit l'évolution d'un système dans lequel se déroule une transformation chimique. Les réactifs et les produits y sont représentés par leurs formules : les réactifs à gauche de la flèche, les produits à droite. La conservation des éléments et de la charge entraîne la nécessité d'ajuster l'équation avec des nombres placés devant les formules, appelés **coefficients stoechiométriques**.

**Exemple** : équation de combustion du méthane :  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

#### 3. Réactif limitant (voir vidéo sur le site)

Si les espèces ne sont pas mélangées en proportions stoechiométriques, la réaction s'arrête lorsque l'un des réactifs a disparu. On l'appelle le **réactif limitant**.

Pour trouver le réactif limitant, il faut comparer les quantités de matière (nombres de moles) initiales rapportées aux coefficients stoechiométriques.

Dans l'équation précédente :

si  $\frac{n(\text{CH}_4)}{1} < \frac{n(\text{O}_2)}{2}$  alors **CH<sub>4</sub> est le réactif limitant**

$\frac{n(\text{CH}_4)}{1} > \frac{n(\text{O}_2)}{2}$  alors **O<sub>2</sub> est le réactif limitant**

$\frac{n(\text{CH}_4)}{1} = \frac{n(\text{O}_2)}{2}$  alors **CH<sub>4</sub> et O<sub>2</sub> sont en proportions stoechiométriques**.

#### 4. Energie de réaction chimique (voir vidéo sur le site)

Certaines transformations chimiques s'accompagnent d'un transfert d'énergie.

- Une transformation est **exothermique** si le système chimique libère de l'énergie vers le milieu extérieur dont la température augmente. (ex : combustion)
- Une transformation est **endothermique** si le système chimique reçoit de l'énergie du milieu extérieur dont la température diminue.

#### 5. Synthèse (voir vidéo sur le site)

Une espèce chimique **naturelle** est issue de la nature.

Une espèce chimique **synthétique** est fabriquée par l'homme grâce à une transformation chimique.

La chimie de synthèse permet de reproduire à moindre coût les espèces chimiques naturelles sans épuiser les ressources naturelles. Elle permet aussi de créer de nouvelles espèces chimiques qui n'existent pas dans la nature. On les appelle espèces chimiques **artificielles**.

La synthèse se fait en 4 étapes :

##### Etape 1 : Prélèvement des réactifs

On lit les pictogrammes de sécurité pour prendre toute précaution nécessaire.

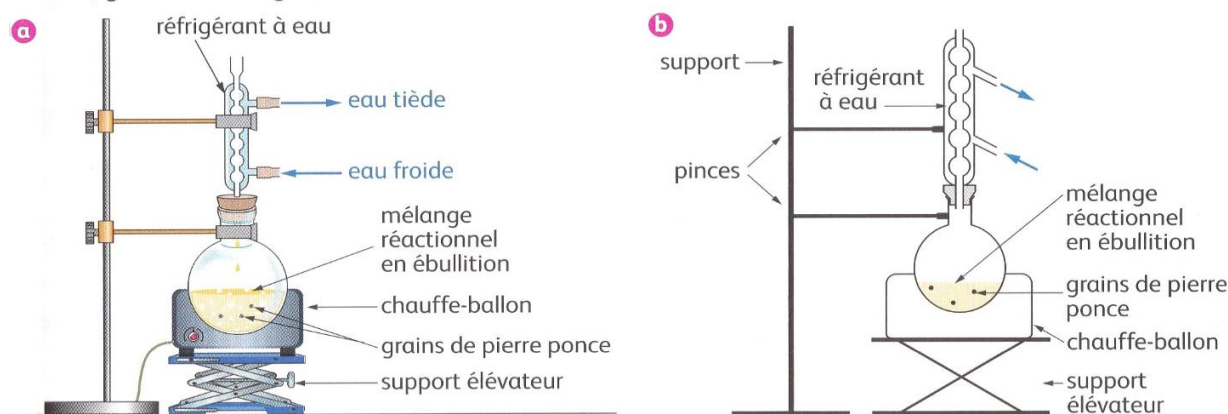
On mesure la masse des solides ou les volumes des liquides.

##### Etape 2 : La transformation

Elle nécessite parfois d'utiliser **un montage à reflux**

Chauffer à reflux permet d'accélérer une transformation chimique.

Le mélange réactionnel est maintenu à ébullition ; les vapeurs qui se forment sont liquéfiées sans perte de matière, grâce à un réfrigérant à eau.

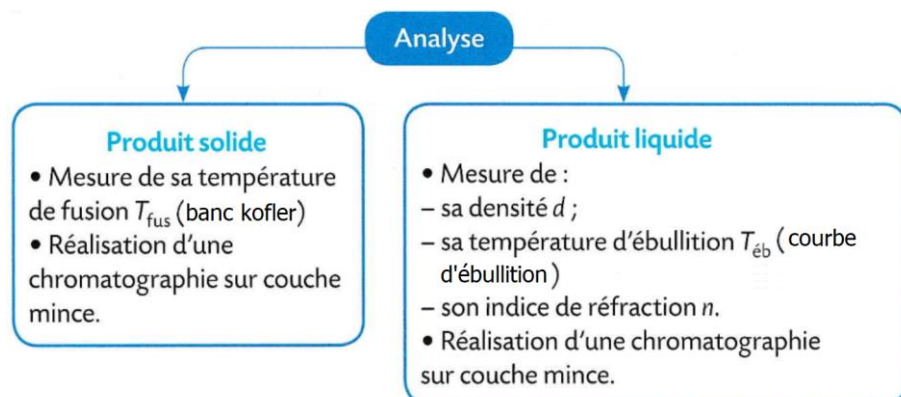


Schématisme d'un montage de chauffage à reflux : **a** réalisée dans un livre ; **b** attendue d'un élève.

##### Etape 3 : L'isolement du produit brut

Elle permet de séparer l'espèce synthétisée du reste du milieu réactionnel. Il faut réaliser une filtration si le produit synthétisé est solide ou une extraction par solvant si le produit synthétisé est liquide.

##### Etape 4 : L'analyse du produit brut



#### IV. La transformation nucléaire (voir vidéo sur le site)

##### 1. Définitions

Dans une transformation nucléaire, on s'intéresse aux modifications des noyaux des atomes. Ces modifications peuvent s'effectuer avec apparition et/ou disparition de particules.

Les symboles des noyaux et particules sont inspirés des symboles des atomes mais le nombre Z s'appelle maintenant le « nombre de charge » (nombre de charges positives).

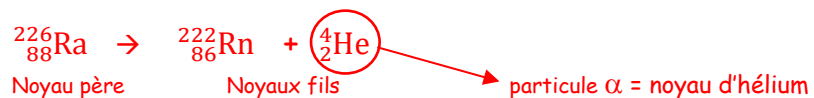
Exemples de symboles : proton  ${}^1_1\text{p}$  neutron  ${}^1_0\text{n}$   
électron  ${}^0_{-1}\text{e}$  noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$

Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre de masse A et du nombre de charge Z avant et après la transformation : lois de soddy

##### 2. Désintégration nucléaire spontanée (radioactivité)

C'est une réaction nucléaire spontanée : un noyau se divise spontanément en deux plus petits. On parle de radioactivité alpha ( $\alpha$ ) lorsque l'un des deux noyaux produits est un noyau d'hélium (appelé aussi particule  $\alpha$ )

Exemple : désintégration du radium en radon + hélium, c'est une radioactivité alpha (production d'un noyau d'hélium)



( lois de soddy :  $226 = 222 + 4$  et  $88 = 86 + 2$  )

##### 3. Fission nucléaire

Un noyau se divise en deux plus petits, elle peut être provoquée par action d'une particule :

Exemple : fission nucléaire dans une centrale nucléaire  ${}^1_0\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2 {}^1_0\text{n}$   
Noyau père Noyaux fils

( lois de soddy :  $1 + 235 = 140 + 94 + 2 \times 1$  et  $92 = 54 + 38$  )

##### 4. Fusion nucléaire

Deux noyaux fusionnent pour en former un plus grand.

Exemple : réactions au cœur du Soleil  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

( lois de soddy :  $3 + 2 = 4 + 1 = 5$  et  $1 + 1 = 2 + 0$  )

##### 5. Energie de transformation nucléaire

Lors d'une réaction nucléaire, il y a libération dans le milieu extérieur d'une partie de l'énergie contenue dans les noyaux réactifs.