PHYSIQUE-CHIMIE · SECONDE / COURS

# Transformations physiques, chimiques et nucléaires

**Astrolab Cours** · astrolabcours.fr

## 01 Le problème

Un glaçon qui fond, une bûche qui brûle, le cœur du Soleil qui brille : trois transformations de la matière. Dans le premier cas, l'eau reste de l'eau. Dans le deuxième, le bois devient du gaz et des cendres. Dans le troisième, l'hydrogène devient de l'hélium. Ce ne sont pas du tout les mêmes changements.

## 01 L'idée : une construction en briques

Imagine une maison construite en briques de couleurs.

- **Transformation physique** : on déplace la maison, on l'écarte ou on la resserre. Les briques sont les mêmes, la construction aussi. L'eau liquide et la glace, ce sont les mêmes molécules.
- **Transformation chimique** : on démonte la maison et on construit autre chose **avec les mêmes briques**. Les atomes se réarrangent en nouvelles molécules.
- **Transformation nucléaire** : on change les briques elles-mêmes. Les noyaux se cassent ou fusionnent, les éléments changent.

## 01 Les transformations physiques

Les changements d'état :

| De → vers | solide | liquide | gaz |
|---|---|---|---|
| **solide** | | fusion | sublimation |
| **liquide** | solidification | | vaporisation |
| **gaz** | condensation | liquéfaction | |

Fusion, vaporisation et sublimation demandent de l'énergie : elles sont **endothermiques**. Les transformations inverses en libèrent : elles sont **exothermiques**.

**Énergie de changement d'état.** L'énergie reçue par une masse $m$ de corps pur qui change d'état est

$$Q = m \times L$$

avec $L$ l'énergie massique de changement d'état, en $\mathrm{J \cdot kg^{-1}}$. Pour la fusion de la glace, $L_f = 3{,}34 \times 10^5\ \mathrm{J \cdot kg^{-1}}$.

## Les transformations chimiques

Des **réactifs** disparaissent, des **produits** apparaissent. On la modélise par une **réaction chimique**, écrite sous forme d'équation :

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/seconde/transformations-de-la-matiere/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

$$\mathrm{CH_4} + 2\,\mathrm{O_2} \longrightarrow \mathrm{CO_2} + 2\,\mathrm{H_2O}$$

L'équation doit être **ajustée** : autant d'atomes de chaque élément de chaque côté, et autant de charges. Les nombres devant les formules sont les **coefficients stœchiométriques**.

**Réactif limitant.** Les réactifs réagissent dans les proportions des coefficients. Celui qui est entièrement consommé le premier arrête la transformation : c'est le **réactif limitant**. L'autre est **en excès**.

Méthode : pour $a\,\mathrm{A} + b\,\mathrm{B} \to \ldots$, on compare $n_A/a$ et $n_B/b$. Le plus petit rapport désigne le réactif limitant.

Une transformation chimique peut être exothermique (combustion) ou endothermique (la décomposition du calcaire en chaux, dans un four).

## Les transformations nucléaires

Elles concernent les **noyaux**. On les écrit avec la notation ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$ et elles obéissent à deux lois de conservation.

> Dans une réaction nucléaire, on conserve :
>
> - le **nombre de nucléons** $A$ (somme des nombres du haut) ;
> - la **charge** $Z$ (somme des nombres du bas).

Particules utiles : neutron ${}^{1}_{0}\mathrm{n}$, proton ${}^{1}_{1}\mathrm{p}$, électron ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$.

- **Fission** : un noyau lourd, frappé par un neutron, se casse en deux noyaux plus légers. C'est ce qui se passe dans une centrale nucléaire avec l'uranium 235.
- **Fusion** : deux noyaux légers s'unissent en un noyau plus lourd. C'est ce qui fait briller le Soleil :

$$ {}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

## Trois ordres de grandeur

Pour un kilogramme de matière : fondre de la glace demande environ $3 \times 10^{5}$ J, brûler du méthane libère environ $5 \times 10^{7}$ J, la fission de l'uranium libère environ $8 \times 10^{13}$ J. Le nucléaire est un million de fois plus énergétique que le chimique.

## Exemple guidé

Écris et ajuste l'équation de chacune des trois transformations : fusion de la glace, combustion du méthane, fusion de deux noyaux d'hydrogène.

1. **Physique** : $\mathrm{H_2O(s)} \to \mathrm{H_2O}(\ell)$. Les molécules restent les mêmes, seul l'état change.
2. **Chimique** : $\mathrm{CH_4} + \mathrm{O_2} \to \mathrm{CO_2} + \mathrm{H_2O}$ n'est pas ajustée. Il y a 4 H à gauche : on met $2\,\mathrm{H_2O}$. Il y a alors 4 O à droite : on met $2\,\mathrm{O_2}$. On obtient $\mathrm{CH_4} + 2\,\mathrm{O_2} \to \mathrm{CO_2} + 2\,\mathrm{H_2O}$.
3. **Nucléaire** : ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \to {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$. On vérifie la conservation : $2 + 3 = 4 + 1$ pour $A$, et $1 + 1 = 2 + 0$ pour $Z$.

En chimie, on conserve les **éléments**. En nucléaire, on conserve le **nombre de nucléons** et la **charge**, mais les éléments changent.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/seconde/transformations-de-la-matiere/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

## Retour au problème

Le glaçon change d'état, la bûche change de molécules, le Soleil change de noyaux. Plus on descend profond dans la matière, plus l'énergie en jeu est grande : quelques kilojoules par mole pour fondre, des centaines pour brûler, des milliards pour fusionner.

## Les pièges

- Fondre n'est pas dissoudre : le sucre se **dissout** dans le café, il ne fond pas.
- L'équation chimique ajustée conserve les atomes **et** les charges.
- Réactif limitant : comparer $n/a$, pas $n$ seul.
- Une équation nucléaire conserve $A$ et $Z$, pas les éléments.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/seconde/transformations-de-la-matiere/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits