

Compétences exigibles

- Savoir équilibrer une équation-chimique ;
- Savoir calculer l'état initial d'une réaction, à l'aide des formules classiques (quantité de matière, concentration, volume molaire, densité et masse volumique) ;
- Connaître la notion de mélange stoechiométrique et ses implications quant aux réactions chimiques.

Chapitre 6 – Réaction chimique et dosage

(suite)

## 1 Équilibrer les équations-bilan

### 1.1 Transformations chimiques

- Une transformation chimique a lieu chaque fois qu'une nouvelle espèce chimique est ..... ou chaque fois qu'une espèce chimique .....
- Le chimiste LAVOISIER a montré que la ..... des réactifs qui disparaissent est égale à la ..... des produits qui apparaissent. C'est la *loi de conservation* de la matière.
- La réaction chimique se résume donc à un *réarrangement* des atomes dans des molécules différentes.

Chaque atome initialement présent dans les ..... se retrouve dans les ..... de la réaction.

### 1.2 Nombres stoechiométriques

Une équation chimique traduit une réaction chimique à l'aide de formules chimiques. La loi de conservation se traduit par le fait que les symboles de chaque élément chimique doivent apparaître en même quantité dans les deux membres de l'équation chimique.

Par convention, on utilise des nombres, appelés ....., qui précisent combien de fois chaque formule chimique doit être comptée.

### 1.3 Ajustement des nombres stoechiométriques

Faire le décompte des éléments dans un tableau constitue une première méthode d'ajustement des coefficients stoechiométriques.

Exemple : réaction de production d'éthanol et de dioxyde de carbone, à partir de glucose :

|             | Réactifs                                  | Produits |
|-------------|---|----------|
| Équation    | $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_6O + CO_2$ |          |
| Nombre de C |   |          |
| Nombre de H |   |          |
| Nombre de O |   |          |

Les coefficients stoechiométriques ..... devant la formule chimique de l'éthanol  $C_2H_6O$  et ..... devant la formule chimique du dioxyde de carbone  $CO_2$  ont été choisis afin d'égaliser les nombres de C, de H et de O. Devant la formule du glucose  $C_6H_{12}O_6$ , le coefficient stoechiométrique ..... est sous-entendu.

Ainsi, C, H et O figurent autant de fois dans chaque membre de l'équation chimique, on dit que la stoechiométrie de chaque élément est ajustée. Cet ajustement peut être délicat à trouver dans certaines situations !

### 1.4 Cas des ions

Exemple : réaction de précipitation de l'hydroxyde de cuivre  $Cu(OH)_2$  : dans ce cas, la présence d'ions est une aide, puisque l'ajustement des nombres stoechiométriques doit faire en sorte qu'il y ait la *même quantité de charge* dans chaque membre (loi de conservation de la charge électrique).

|                   | Réactifs                              | Produits |
|-------------------|---------------------------------------|----------|
| Équation          | $Cu^{2+} + OH^- \rightarrow Cu(OH)_2$ |          |
| Nombre de Cu      |                                       |          |
| Nombre de O       |                                       |          |
| Nombre de H       |                                       |          |
| Nombre de charges |                                       |          |

Une équation chimique doit toujours être écrite avec ses nombres stoechiométriques ajustés. Cela traduit la conservation des ..... et des ..... dans le cas des ions.

## 2 La spectrophotométrie UV-visible

### 2.1 La spectroscopie

La spectroscopie est l'étude quantitative des interactions entre la lumière et la matière. Lorsque de la lumière traverse une solution, elle est en partie ..... et en partie ..... par diffusion et réflexion.

### 2.2 Spectre d'absorption

Nous avons vu que certaines molécules absorbent des radiations électromagnétiques dans le domaine du visible (elles sont alors ..... ). La plupart des espèces chimiques peuvent par ailleurs absorber des radiations dans le domaine de l'ultraviolet ou de l'infrarouge.

Pour quantifier l'absorption du rayonnement, on utilise l'absorbance  $A$ , une grandeur positive, sans unité.

Les spectrophotomètres UV-visible permettent de caractériser l'absorption des ondes électromagnétiques d'une espèce. Le ..... obtenu représente l'absorbance de l'espèce (ordonnée  $A$ ) en fonction de la longueur d'onde du rayonnement (abscisse  $\lambda$ ).

Une espèce chimique colorée en solution est alors caractérisée en spectroscopie UV-visible par la longueur d'onde du maximum d'absorption  $\lambda_{\max}$ , longueur d'onde à laquelle on se place pour avoir les mesures les plus .....

### 2.3 Loi de Beer-Lambert

L'absorbance  $A$  d'une espèce en solution suit la loi de Beer-Lambert :

$$A = \varepsilon \cdot \ell \cdot c$$

où  $\ell$  est l'épaisseur de solution traversée,  $c$  sa concentration et  $\varepsilon$  le coefficient d'absorption molaire.

Unités de ces grandeurs :

- $A$
- $\varepsilon$
- $\ell$
- $c$

Le coefficient d'absorption molaire (ou coefficient d'extinction molaire)  $\varepsilon$  est caractéristique de l'espèce colorée en solution.

On peut simplifier la loi de Beer-Lambert, sous la forme :

$$A = k \cdot c$$

$k$  un ..... (unité ..... ou .....

La loi de Beer-Lambert exprime donc la ..... entre la concentration  $c$  et l'absorbance  $A$  d'une solution.

Remarque : la loi de Beer-Lambert n'est valable que pour des solutions .....

## RÉVISION ET RÉSUMÉ

**Décrire** Vous devez savoir décrire un système chimique, en précisant les noms et formules des espèces chimiques, leurs quantités de matière (en mol) et leur état physique (gaz (g), liquide (l), solide (s) ou en solution aqueuse (aq)).

**Réaction chimique** La réaction chimique est une modification de l'état d'un système, passant d'un état initial à un état final.

**Équation** À partir de la description des états initial et final d'un système chimique, vous devez être capable d'écrire l'équation-bilan de la réaction chimique, modélisant la transformation, en ajustant correctement les nombres stoechiométriques.

**Stoechiométrie** Quand les quantités de matière des réactifs introduites sont proportionnelles aux

nombre stoechiométriques de ces réactifs dans l'équation-bilan, on dit que le mélange est stoechiométrique.

**Absorbance** L'absorbance  $A$  est un nombre positif, sans dimension, relié à l'absorption de la lumière par une solution.

**Maximum** Sur un spectre d'absorbance  $A = f(\lambda)$ , l'abscisse  $\lambda_{\max}$  du maximum d'absorbance est la longueur d'onde à laquelle les mesures d'absorbance  $A$  seront les plus précises.

**Beer-Lambert** Pour des solutions diluées, l'absorbance  $A$  est proportionnelle à la concentration  $c$  en espèce absorbante, tel que  $A = k \cdot c$  ou encore  $A = \varepsilon \cdot \ell \cdot c$ .

**6.1 Équilibrer les coefficients stoechiométriques**

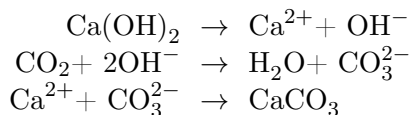
- $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$
- $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$
- $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
- $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- $\dots \text{Al} + \dots \text{H}^+ \rightarrow \dots \text{Al}^{3+} + \dots \text{H}_2$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \dots \text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \dots \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}^{2+} + \dots \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
- $\dots \text{Al} + \dots \text{Hg}^{2+} \rightarrow \dots \text{Al}^{3+} + \dots \text{Hg}$
- $\dots \text{C}_4\text{H}_{10} + \dots \text{O}_2 \rightarrow \dots \text{CO}_2 + \dots \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}^{2+} + \dots \text{CN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

**6.2 Réaction entre le sodium & l'eau** Un morceau de métal sodium  $\text{Na}_{(s)}$ , placé dans de l'eau, réagit vivement pour produire de la soude de formule  $\text{Na}_{(aq)}^+ \text{OH}_{(aq)}^-$ . On observe un dégagement gazeux.

- Trouver la formule du gaz produit en utilisant la loi de conservation des éléments chimiques. En déduire l'équation chimique.
- Proposer un test expérimental permettant de caractériser le gaz formé.

**6.3 Enduit à la chaux** Les murs extérieurs de certaines vieilles maisons sont enduits de chaux  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Avec le temps, ce revêtement ne semble pas vieillir. Cependant, son analyse montre qu'il n'est plus le même qu'à l'origine. Il y a bien de la chaux en contact avec la pierre, mais cette chaux est recouverte de calcaire  $\text{CaCO}_3$ . Cet exercice se propose d'expliquer ce phénomène.

- Équilibrer, si nécessaire :



- Ajouter membre à membre ces trois équations chimiques pour obtenir une nouvelle équation chimique. On simplifiera les formules présentes dans les deux membres.

- Les nombres stoechiométriques de l'équation obtenue sont-ils corrects ?
- Cette nouvelle équation chimique correspond à une transformation chimique qui a effectivement lieu sur le mur. D'où viennent les réactifs ?
- Proposer une explication au fait que la totalité de la chaux ne se transforme pas en calcaire.
- Expliquer ce qui se passe si une partie du calcaire qui recouvre la chaux se décolle du mur lors du vieillissement. Pourquoi le mur a-t-il toujours son aspect initial ?

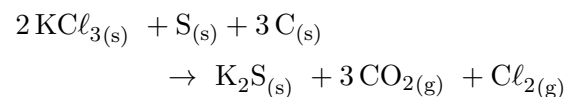
**6.4 Feux de Bengale**

Un artificier veut préparer un feu de Bengale rouge. Il mélange 122,6 g de chlorate de potassium  $\text{KCl}_3$ , 16,0 g de soufre S et 18,0 g de carbone C.



*Feux de Bengale lors d'un rassemblement festif.*

L'équation chimique modélisant la transformation est la suivante :



- Calculer les quantités de matière de chacun des réactifs.
- Montrer que le mélange est stoechiométrique.
- Calculer les quantités de matière des produits formés.
- Pourquoi ne faut-il pas réaliser cette réaction dans un récipient hermétiquement clos ?

**6.5 N° 10 p. 95 – Solution préparée**

**6.6 N° 11 p. 95 – Solution de diode**