

## Activité introductrice : Lavoisier (1p26)

Activité  
documentaire

1

### Lavoisier mesure une transformation chimique

Dans une expérience devenue historique, Lavoisier a étudié l'évolution du système chimique constitué par de l'air et du mercure enfermés.

Établissons un tableau descriptif de cette évolution à partir du compte rendu de Lavoisier.

J'ai enfermé dans un appareil convenable, sous une pression de 28 pouces (1 bar) et à 10 °C du thermomètre, 50 pouces cubiques (990 cm<sup>3</sup>) d'air commun ; j'ai introduit dans cet appareil 4 onces de mercure très pur (140 g) et j'ai procédé à la calcination de ce dernier en l'entretenant de manière que le mercure fut chauffé jusqu'au degré nécessaire pour le faire bouillir. À la surface du mercure, de petites parcelles rouges ont augmenté en nombre et en volume. Au bout de 12 jours, voyant que la calcination du mercure ne faisait plus aucun progrès, j'ai éteint le feu et laissé refroidir l'appareil. Le volume de l'air dans l'appareil, réduit à la pression et la température égales d'avant l'opération, ne s'est plus trouvé que de 42 à 43 pouces cubiques (840 cm<sup>3</sup> environ). D'un autre côté, ayant rassemblé les parcelles rouges qui s'étaient formées, et les ayant séparées, autant qu'il était possible, du mercure coulant dont elles étaient baignées, leur poids s'est trouvé de 45 grains (2,4 g).

1 D'après le compte rendu de Lavoisier.

#### Exploitation

*Donnée :* dans les conditions de l'expérience, le volume molaire d'un gaz est 23 L · mol<sup>-1</sup>.

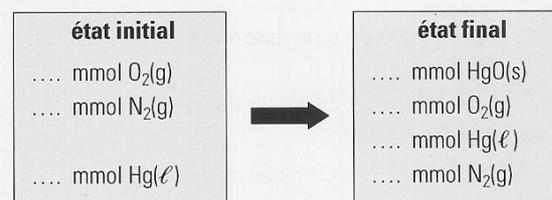
- Quel nom doit-on aujourd'hui donner à la grandeur appelée « poids » dans le texte ?
- Réaliser une recherche documentaire sur les changements d'état et la toxicité du mercure.
  - Répondre aux questions suivantes :
    - À quelle température faut-il chauffer le mercure « pour le faire bouillir » ? Que signifie l'expression « mercure coulant » ?
    - Pourrait-on reproduire aujourd'hui (au lycée) cette expérience ? Quelles précautions faudrait-il prendre ?
- Le composé rouge est l'oxyde de mercure (II), de formule HgO.  
Écrire l'équation de la formation de cet oxyde à partir du mercure Hg(ℓ) et du dioxygène O<sub>2</sub>(g).
- À l'état final
  - Lavoisier affirme qu'il mesure « le volume de l'air » dans l'appareil. De quel gaz s'agit-il en réalité ?
  - Déterminer les quantités de matière de diazote N<sub>2</sub>(g) et d'oxyde de mercure HgO(s).

#### 5. À l'état initial

a. En admettant que la quantité de matière de diazote N<sub>2</sub> ne change pas au cours de la transformation, déterminer la quantité de matière de dioxygène O<sub>2</sub> à l'état initial.

b. Déterminer la quantité de matière de mercure Hg.

- Justifier et compléter à l'aide des valeurs trouvées aux questions 4 et 5 les descriptions quantitatives initiale et finale du système chimique indiquées dans le schéma ci-dessous.



- Recopier et compléter le tableau descriptif de l'évolution du système chimique au cours de la transformation dans laquelle le diazote n'intervient pas.

2 Hg(ℓ) + O <sub>2</sub> (g) → 2 HgO(s)			
quantités de matière (en mmol)	Hg	O <sub>2</sub>	HgO
à l'état initial	.....	6,5	0
à l'état final théorique	.....	0	13
à l'état final d'après les mesures de Lavoisier	.....	.....	...11,1...

La ligne 3 fait apparaître, d'après l'écriture de l'équation, que la disparition de chaque mole de dioxygène O<sub>2</sub> donne théoriquement naissance à 2 moles d'oxyde de mercure HgO.

b. Les lignes 3 et 4 ne sont pas identiques.

Expliquer en quoi chacune des quatre propositions suivantes pourrait justifier cette différence.

- L'état final n'était pas atteint en 12 jours.
- Le récipient n'était pas étanche.
- La totalité de l'oxyde de mercure n'a pas été séparée et pesée.
- Des erreurs ont été faites dans la mesure des volumes de gaz.

## Activité introductive : Tableau d'évolution d'une transformation (2p27)

Activité  
expérimentale

2

### Tableau d'évolution d'une transformation

Déterminons les quantités de matière des réactifs et des produits à l'état initial et à l'état final d'une transformation chimique. Construisons ainsi un tableau décrivant l'évolution du système chimique au cours de cette transformation.

#### Matériel et réactifs :

- poudre de carbone, oxyde de cuivre (II) ;
- balance au centigramme, bécher en pyrex ;
- tube à essais, tube à dégagement, pince en bois ;
- dispositif de chauffage (bec bunsen ou électrique) ;
- eau de chaux dans une éprouvette.

#### Manipulation

- ▶ Peser  $m_1 = 0,60$  g de carbone et  $m_2 = 1,60$  g d'oxyde de cuivre.
- ▶ Mélanger les poudres et les introduire dans le tube à essais.
- ▶ Poser le bécher sur la balance ; tarer la balance.
- ▶ Peser (dans le bécher) le tube et son contenu ; noter la valeur de cette masse notée  $m_i$  (**document 2a**).
- ▶ Adapter le tube à dégagement et chauffer fortement le tube.
- ▶ Faire barboter le gaz formé quelques instants dans l'eau de chaux ; observer. Sortir le tube à dégagement de l'eau de chaux.
- ▶ • Observer l'évolution de l'aspect et de la couleur du solide dans le tube.  
• Peser (dans le bécher) régulièrement le tube refroidi et son contenu ; cesser de chauffer lorsque la valeur de la masse ne varie plus. Cette masse finale est notée  $m_f$  (**document 2b**).

#### Exploitation

1. Définir le système chimique.
2. Déterminer les quantités de matière  $n_1$  de carbone C et  $n_2$  d'oxyde de cuivre CuO introduites dans le tube et décrire l'état initial du système.
3. Identifier les espèces chimiques formées à partir de la coloration observée dans le tube et de l'observation de l'eau de chaux.

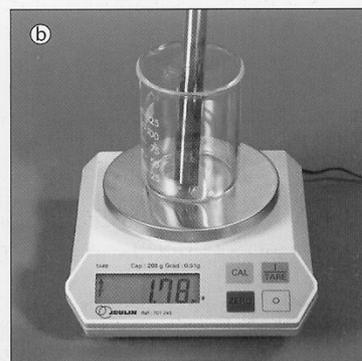
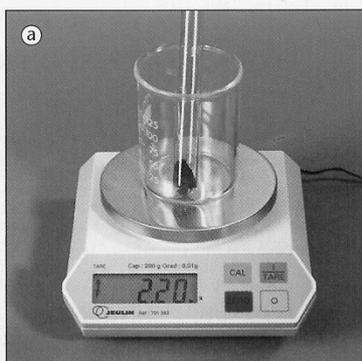
4. a. À partir des valeurs notées pour  $m_i$  et  $m_f$ , déterminer la masse de dioxyde de carbone formé à l'état final (libéré dans l'atmosphère).  
b. Calculer la quantité de matière correspondante.
5. On admet qu'à l'état final, l'oxyde de cuivre a disparu. Recopier et compléter le schéma ci-dessous.

état initial	état final
.... mol C(s)	.... mol CO <sub>2</sub> (g)
.... mol CuO(s)	.... mol Cu(s)
	.... mol C(s)
	.... mol CuO(s)

6. Ajuster les nombres stœchiométriques et compléter le tableau d'évolution ci-dessous.

	CuO(s) + C(s) → CO <sub>2</sub> (g) + Cu(s)			
quantités de matière (en mmol)	CuO	C	CO <sub>2</sub>	Cu
état initial			0	0
état en cours de transformation			x	2x
état final	0			

Données : masses molaires atomiques (en g · mol<sup>-1</sup>)  
M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(Hg) = 201.



- 2 a. Pesée du tube à l'état initial.  
b. Pesée du tube refroidi (état final).

## I. LA TRANSFORMATION CHIMIQUE

**Transformation chimique** =

Passage d'un système chimique d'un état initial à un état final

**Système chimique** =

Ensemble des espèces chimiques présentes

dont on précise:

- ✓ **La nature** (Formule chimique)
- ✓ **L'état physique**  
(Solide (s), liquide(l), gazeux(g), en solution aqueuse (aq))
- ✓ **La quantité de matière (n)**
- ✓ **Pression et température** (P et T du système)

**La transformation chimique** est modélisée à l'échelle ..... ;

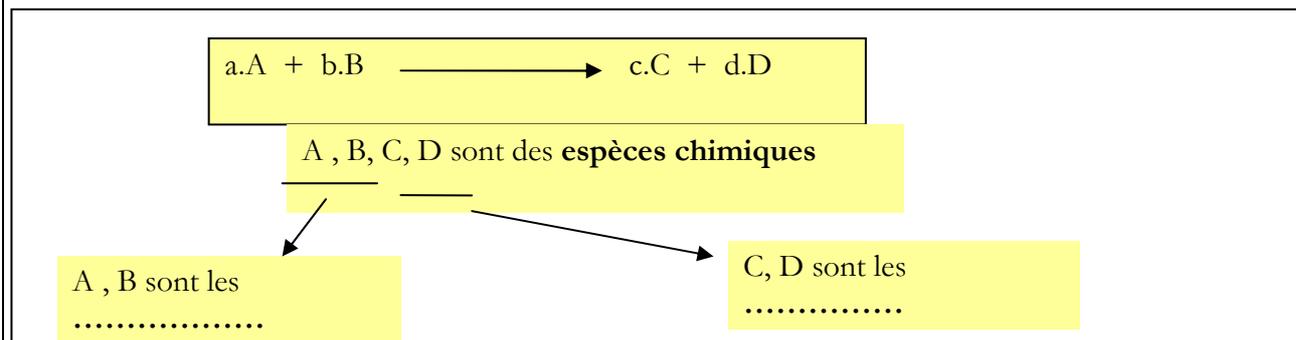
par la .....

**L'équation chimique**

\* est la **représentation symbolique** de la réaction chimique

\* permet de faire un **bilan de matière**

\* ne dit rien en général de ce qui s'est produit à l'échelle .....



## II. SUIVI DE L'AVANCEMENT DE LA REACTION

**Avancement de la réaction**

Pour suivre l'évolution de la réaction, on crée grandeur physique qui augmente lorsque la réaction se déroule, **l'avancement de la réaction (mol), x**.

L'avancement atteindra une valeur maximale, **avancement** .....,  $x_{\max}$  lorsque la transformation n'évoluera plus.

Dans le cadre des réactions au programme cette année, cela correspondra au cas où un des réactifs est entièrement consommé. (**réactif** .....

### Tableau d'avancement de la réaction

Pour suivre quantitativement les quantités de matière des réactifs et des produits, on synthétise les résultats dans un tableau appelé **tableau d'avancement de la réaction**.

C'est donc un outil descriptif de l'évolution du système chimique au cours du temps qui permet d'effectuer un ..... de matière au cours de la transformation.

Y figurent :

\*L'**équation de la réaction** ainsi que les **quantités de matières des réactifs et des produits** à trois étapes de la réaction :

\***Etat initial** ( $x = 0$ )

\***Etat intermédiaire** ( $x = x$  quelconque)

\***Etat final** ( $x = x_{\max}$ ).

Pour établir le tableau d'avancement de la réaction, on considère que le réactif B est en défaut :

Equation	a.A	+	b.B	→	c.C	+	d.D
Etat initial ( <b>E.I</b> ) en mol ( $x = 0$ mol)	$n_A$		$n_B$		$n_C$		$n_D$
Etat en cours de transformation ( <b>E.X</b> ) en mol ( $x = x$ mol)							
Etat en final ( <b>E.F</b> ) en mol ( $x = x_{\max}$ mol)							



\*\*\* FIN \*\*\*