



PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

De Lavoisier à nos labos

Cette séquence a pour objectif d'utiliser une expérience historique afin de mieux comprendre une expérience réalisée en classe. Dans un premier temps, nous découvrirons « l'analyse de l'air » de Lavoisier dans une vidéo, puis réaliserons une expérience de corrosion du fer et enfin analyserons les deux en parallèle.

RÉFÉRENCE(S) AU PROGRAMME

Thème « Organisation et transformation de la matière »

Décrire la constitution et les états de la matière

Connaissances et compétences associées

- Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges.
- Composition de l'air.

Décrire et expliquer des transformations chimiques

Connaissances et compétences associées

- Identifier expérimentalement une transformation chimique.
- Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique.
- Réactions de corrosion d'un métal.

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES DANS LE CADRE DE LA DÉMARCHÉ SCIENTIFIQUE

S'approprier

Identifier des questions de nature scientifique.

Analyser

Formuler une hypothèse et proposer une méthode pour la valider.

Réaliser

Réaliser et mettre en œuvre le protocole expérimental.

Valider

Extraire des informations des expériences et les exploiter.

Communiquer

Rendre compte à l'oral.

COMPÉTENCES DU SOCLE COMMUN

Pratiquer des langages

Lire et comprendre des documents scientifiques.

OBJECTIF EN TERMES D'HISTOIRE DES SCIENCES

Exploiter les expériences historiques, les étudier, les reproduire, les améliorer.
Questionner la démarche scientifique.

Éléments pour construire l'activité des élèves

Analyse de l'air par Lavoisier

RESSOURCE NUMÉRIQUE

Ressource éduthèque proposée par Réseau CANOPÉ :

[Mélanges : Lavoisier et la composition de l'air](#)

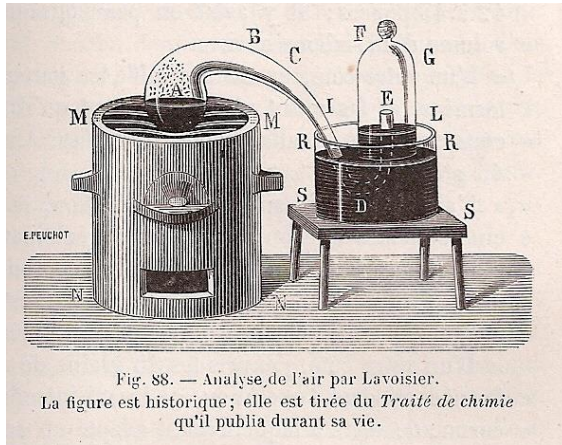
Un personnage : Antoine-Laurent de Lavoisier

Rédige quelques lignes de présentation du scientifique.

Connaissances avant Lavoisier

Quelles sont les connaissances sur la matière avant le XVIII^e siècle ?

L'expérience de Lavoisier en 1776



MERCURE

1. Lavoisier fait bouillir 122 g de mercure dans une cornue qui communique avec une cloche dans laquelle se trouve 0,8 L d'air.
2. Six jours plus tard, le mercure se recouvre de parcelles rouges (c'est de l'oxyde de mercure, car le mercure s'est oxydé). Le volume d'air a diminué de 0,14 L sous la cloche.
3. Le gaz qui reste sous la cloche (de volume 0,66 L) empêche la bougie de brûler et tue les petits animaux qui le respirent.
4. Lavoisier chauffe la matière rouge obtenue pour récupérer le gaz qui avait disparu.
5. Celui-ci convient parfaitement aux petites bêtes et ravive la flamme d'une bougie encore mieux que l'air atmosphérique.

Il constate également qu'en recombinaison les deux gaz, il retrouve de l'air parfaitement identique à l'air atmosphérique.

Quelle est la conclusion de cette expérience ?

Une fin brutale

Quand, comment et pourquoi Lavoisier est-il mort ?

Étude de la corrosion du fer

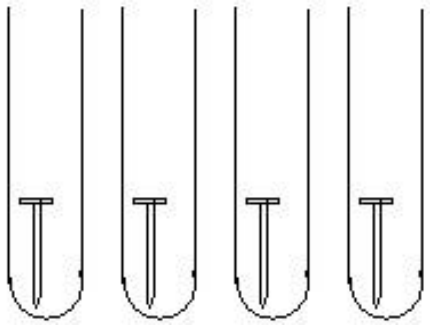
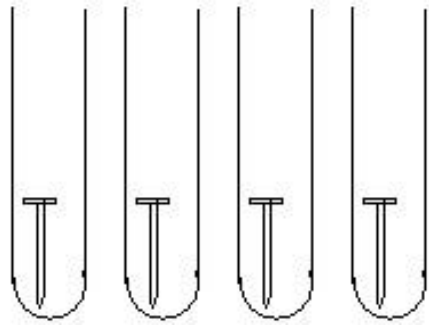
Situation déclenchante

Que se passe-t-il si on laisse un morceau de fer dans la nature ?

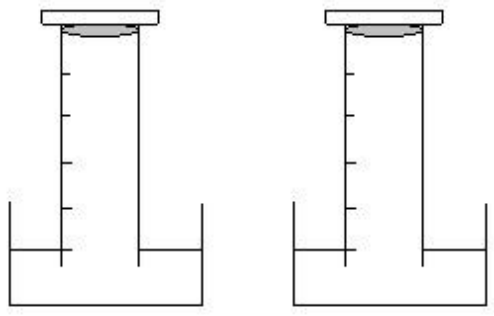
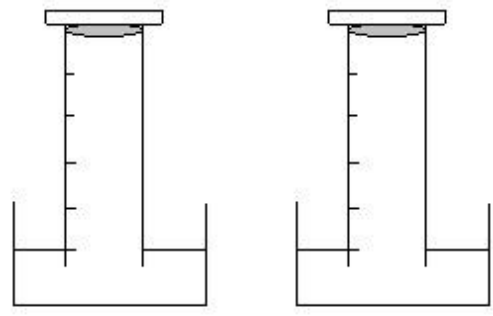
À votre avis, quels sont les facteurs responsables du phénomène observé ?

Vérification de ces hypothèses

Expérience n°1 – Quels sont les facteurs responsables ?

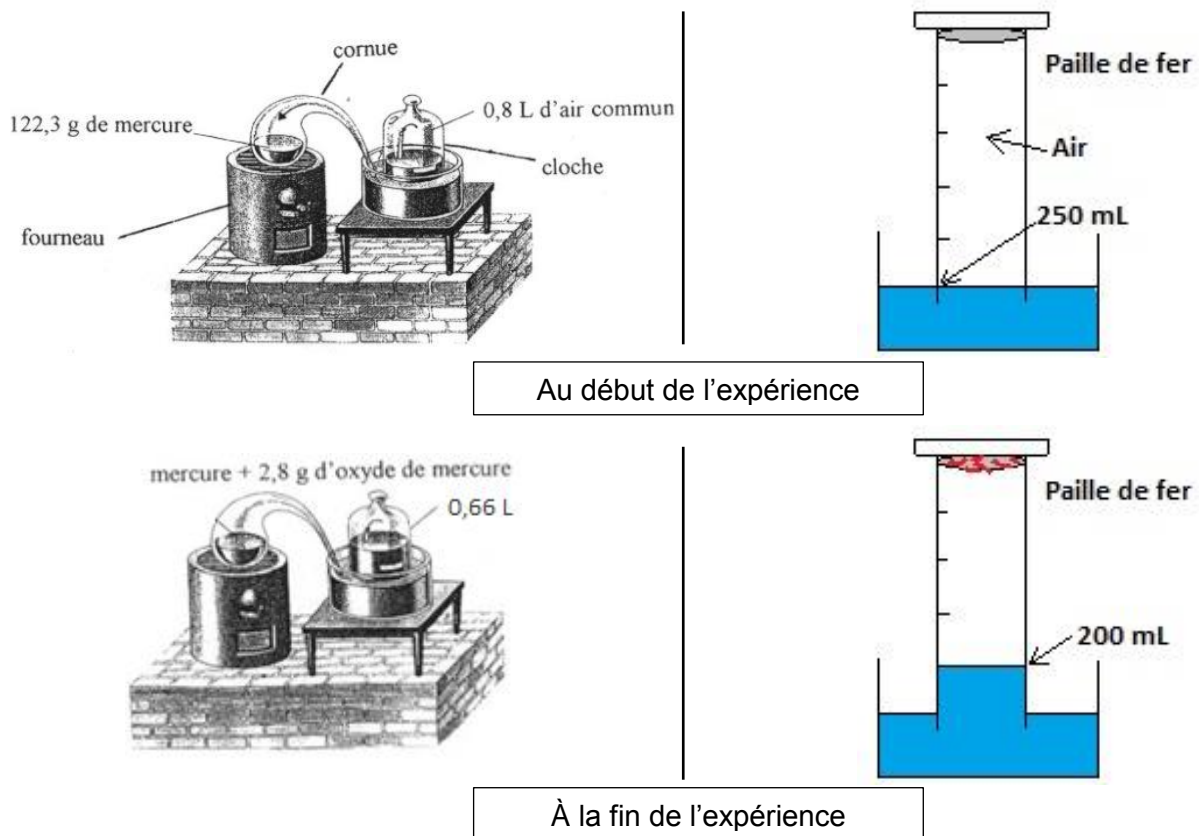
Schémas et descriptions des expériences	Observations une semaine après
 <p>1 2 3 4</p>	 <p>1 2 3 4</p>
Tube 1 : Tube 2 : Tube 3 : Tube 4 :	Tube 1 : Tube 2 : Tube 3 : Tube 4 :

Expérience n°2 - Quel élément de l'air agit sur le fer ?

Schémas et descriptions des expériences	Observations
 <p>Éprouvette A Éprouvette B</p>	 <p>Éprouvette A Éprouvette B</p>
Éprouvette A : Éprouvette B :	Éprouvette A : Éprouvette B :

L'air atmosphérique – Analyse des expériences

1. Quel métal est utilisé ?
2. Quel volume d'air est contenu dans le récipient ?
3. Quel est le nom la couche rouge qui apparaît sur le métal ?
4. Pourquoi le niveau de liquide monte-t-il dans le récipient ?
5. Quel gaz reste dans le récipient à la fin de l'expérience ? Quel est son volume ?



6. Qu'est devenu le gaz qui a « disparu » du récipient à la fin de l'expérience ?
7. Quel gaz a « disparu » à la fin de l'expérience ? Quel est son volume ?
8. Calcule le pourcentage de chaque gaz présent dans l'air atmosphérique.
9. Rédige alors la conclusion de ces expériences.

Éléments pour le professeur

Séance 1 – Vidéo d'histoire des sciences (disponible sur le site lumni.fr avec un livret pédagogique)

L'étude de la vidéo d'histoire des sciences pourra être proposée dans le cadre de :

1. une classe inversée, en proposant la vidéo via un environnement numérique de travail ;
2. une séance en classe entière en projetant la vidéo ;

3. une séance en autonomie en salle informatique (lien sur le titre) ;
4. une séance en autonomie avec tablette.

Il est également possible de différencier cette première séance en proposant des aides comme :

- une vidéo avec des questions intégrées ;
- une liste de mots à utiliser ou des indices ou des questions dans chaque paragraphe.

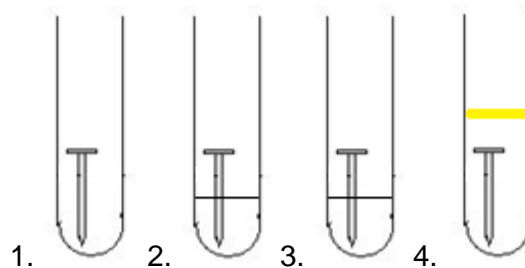
Séance 2 et 3 – Étude de la corrosion du fer

Par groupe, les élèves proposent des hypothèses sur les conditions de formation de la rouille.

Les hypothèses proposées sont la présence d'eau, la présence d'eau salée et la présence d'air.

Si un groupe propose comme facteur la lumière, il suffira de mettre en place les mêmes expériences enfermées dans une boîte en carton à l'abri de la lumière pour pouvoir comparer.

Ils doivent ensuite proposer la mise en place de 4 tubes à essai pour vérifier leurs hypothèses :



1. Le premier tube est un tube témoin (clou laissé à l'air libre).
2. Le deuxième tube est un clou plongé à moitié dans l'eau.
3. Le troisième tube est un clou plongé à moitié dans l'eau salée.
4. Le quatrième tube est un clou complètement immergé dans de l'eau déminéralisée (préalablement bouillie), puis une couche d'huile est ajoutée pour éviter toute dissolution de dioxygène de l'air.

Une manipulation professeur est mise en place afin de vérifier quel constituant de l'air intervient lors de la formation de la rouille. C'est cette expérience-là qui sera comparée à l'expérience de Lavoisier lors de la séance 4.

Lors de la séance 3 (une semaine plus tard), les élèves reprennent leur expérience, observent et complètent leur document avec leurs observations. Ils répartissent au sein du groupe les 4 tubes et se préparent à présenter leur tube à l'oral à l'ensemble de la classe. Leur présentation orale (une minute maximum) comprend :

1. une présentation de l'hypothèse ;
2. une présentation des observations après une semaine ;

3. l'interprétation des résultats.

Une trace écrite de conclusion est alors construite collectivement.

Séance 4 – L'air atmosphérique – Analyse des expériences

Au cours de la séance 4, il s'agit de mettre en parallèle l'expérience de Lavoisier et celle réalisée en classe. Il s'agit dans les deux cas de l'oxydation d'un métal réalisée en milieu hermétique, durant laquelle le dioxygène de l'air réagit avec le métal, ce qui engendre une montée du liquide dans le récipient (la cloche ou l'éprouvette).

Cette séance se tient en classe, éventuellement en îlot, pour permettre les échanges entre élèves et l'entraide. C'est l'occasion de faire un rappel sur les notions de masse, de volume et les unités correspondantes. Une des difficultés pour les élèves est de comprendre que du gaz disparaît dans le récipient (cloche ou éprouvette), ce qui laisse de la place et donc fait monter le niveau de liquide (mercure ou eau) (et non le contraire !). Un accompagnement personnalisé sur la notion de cause/conséquence est envisageable.

On peut proposer une aide pour le calcul des pourcentages (question 7). Voir le corrigé.

Pour finaliser cette séquence, on peut proposer une dernière activité sur l'écriture d'un bilan d'une transformation chimique. Cette occasion permet de travailler la compétence « Passer d'une forme de langage scientifique à une autre. »

Selon le niveau des élèves et pour aller plus loin, il est envisageable d'écrire ces bilans avec des formules et de travailler la notion d'ajustement de bilan chimique (en utilisant par exemple un simulateur en ligne d'équilibre de bilan chimique).

Éléments de correction : [Analyse de l'air par Lavoisier](#)

Un personnage : Antoine-Laurent de Lavoisier

Rédige quelques lignes de présentation du scientifique

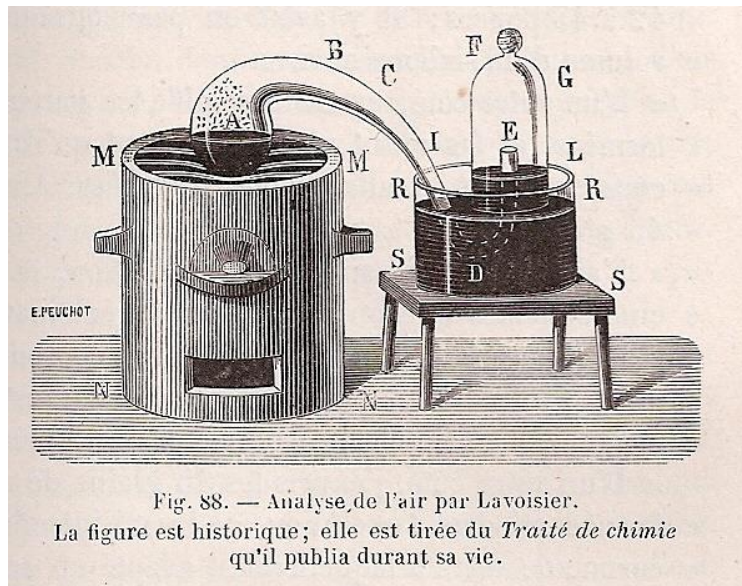
Lavoisier est né en 1743 à Paris, en plein siècle des Lumières. C'est un scientifique que l'on considère comme le père de la chimie moderne. Il mène de front ses travaux scientifiques et une carrière administrative exemplaire. Il sera d'ailleurs nommé fermier général au service du roi Louis XVI.

Connaissances avant Lavoisier

Quelles sont les connaissances sur la matière avant le XVIII^e siècle ?

Selon Aristote, les 4 éléments qui composent la matière sont l'air, la terre, l'eau et le feu. La théorie du phlogistique est admise à cette époque-là : dans ce modèle, le phlogiston est l'élément qui permet d'expliquer les combustions.

L'expérience de Lavoisier en 1776



1. Lavoisier fait bouillir 122 g de mercure dans une cornue qui communique avec une cloche dans laquelle se trouve 0,8 L d'air.
2. Six jours plus tard, le mercure se recouvre de parcelles rouges (c'est de l'oxyde de mercure car le mercure s'est oxydé). Le volume d'air a diminué de 0,14 L sous la cloche.
3. Le gaz qui reste sous la cloche (de volume 0,66 L) empêche la bougie de brûler et tue les petits animaux qui le respirent.
4. Lavoisier chauffe la matière rouge obtenue pour récupérer le gaz qui avait disparu.
5. Celui-ci convient parfaitement aux petites bêtes et ravive la flamme d'une bougie encore mieux que l'air atmosphérique.

Il constate également qu'en recombinaison les deux gaz, il retrouve de l'air parfaitement identique à l'air atmosphérique.

Quelle est la conclusion de cette expérience ?

L'air est constitué des deux gaz :

Un mortel : l'azote (qui signifie « sans vie »).

Un respirable : l'oxygène (du grec oxys qui signifie « acide »).

Une fin brutale

Quand, comment et pourquoi Lavoisier est-il mort ?

En 1789, la Révolution française débute. Pour avoir travaillé au service du roi, il est arrêté sur ordre de la Convention et meurt guillotiné le 8 mai 1794.

Éléments de correction : étude de la corrosion du fer

Situation déclenchante

- Que se passe-t-il si on laisse un morceau de fer dans la nature ?

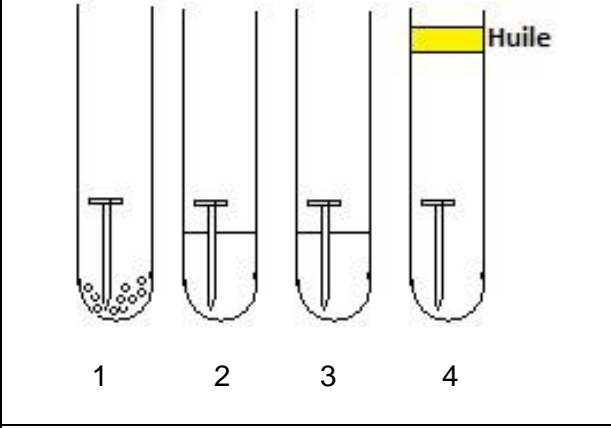
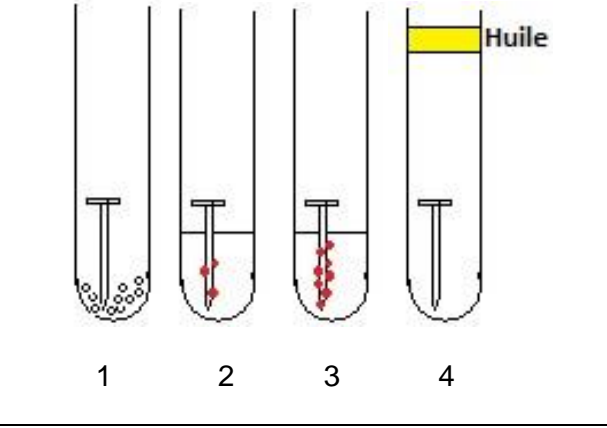
Le morceau de fer rouille, se détériore, s'oxyde.

- À votre avis, quels sont les responsables du phénomène observé ?

Les responsables sont l'eau, l'air, le sel (éventuellement la lumière).

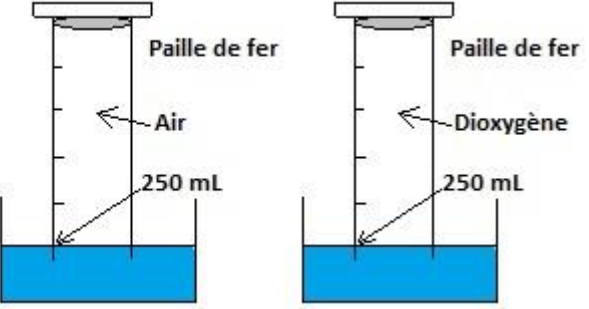
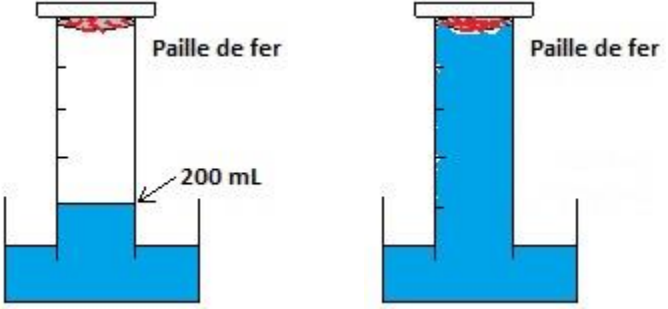
Vérification de ces hypothèses

Expérience n°1 – Quels sont les responsables ?

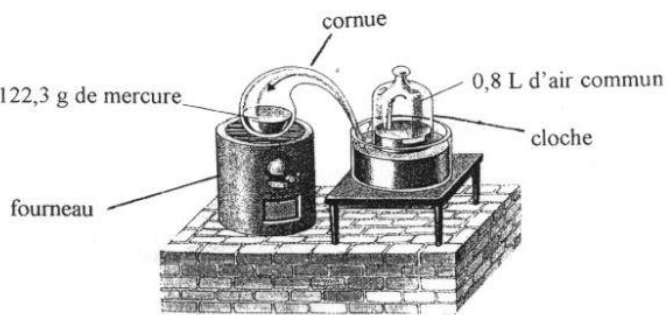
Schémas et description des expériences	Observations une semaine après
 <p>1 2 3 4</p>	 <p>1 2 3 4</p>
<p>Tube 1 - Clou dans l'air sans eau.</p> <p>Tube 2 - Clou dans l'eau du robinet.</p> <p>Tube 3 - Clou dans l'eau salée.</p> <p>Tube 4 - Clou dans l'eau sans air.</p>	<p>Tube 1 - Le clou ne rouille pas.</p> <p>Tube 2 - Le clou rouille un peu.</p> <p>Tube 3 - Le clou rouille beaucoup.</p> <p>Tube 4 - Le clou rouille très peu.</p>

La corrosion du fer se produit en présence d'air et d'eau. Le sel accélère la formation de la rouille.

Expérience n°2 - Quel élément de l'air agit sur le fer ?

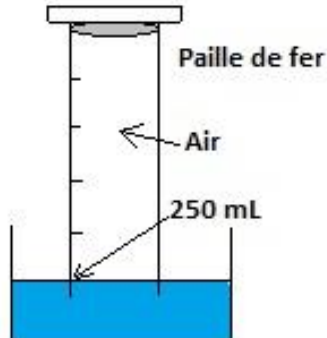
Schémas et descriptions des expériences	Observations
 <p>Éprouvette A Éprouvette B</p>	 <p>Éprouvette A Éprouvette B</p>
<p>Éprouvette A - Paille de fer en présence d'air humide. Éprouvette B - Paille de fer en présence de dioxygène humide.</p>	<p>Éprouvette A - L'eau monte jusqu'à la graduation 200mL. Éprouvette B - L'eau monte jusqu'en haut de l'éprouvette.</p>

L'air atmosphérique – Analyse des expériences

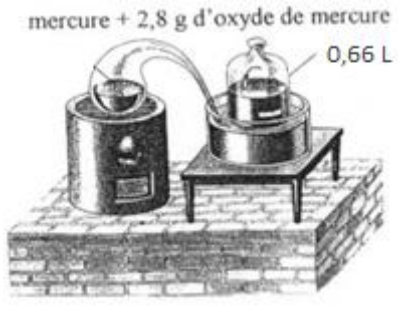


122,3 g de mercure cornue 0,8 L d'air commun cloche
fourneau

Au début de l'expérience

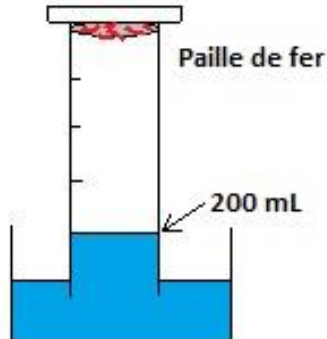


Paille de fer
Air
250 mL



mercure + 2,8 g d'oxyde de mercure 0,66 L

À la fin de l'expérience



Paille de fer
200 mL

1. Quel métal est utilisé ?

Lavoisier utilise du mercure.

Nous utilisons du fer.

2. Quel volume d'air est contenu dans le récipient ?

Il y a 0,8 L d'air dans la cloche.

Il y a 250 mL d'air dans l'éprouvette.

3. Quel est le nom la couche rouge qui apparaît sur le métal ?

La couche rouge est de l'oxyde de mercure.

La couche rouge est de l'oxyde de fer.

4. Pourquoi le niveau de liquide monte-t-il dans le récipient ?

Un gaz disparaît sous la cloche, ce qui libère de la place, donc le niveau de mercure monte.

Un gaz disparaît dans l'éprouvette, cela libère de la place, donc le niveau d'eau monte.

5. Quel gaz reste dans le récipient à la fin de l'expérience ? Quel est son volume ?

Il reste un volume de 0,66 L de diazote sous la cloche.

Il reste un volume de 200 mL de diazote dans l'éprouvette.

6. Qu'est devenu le gaz qui a « disparu » du récipient à la fin de l'expérience ?

Le gaz qui a « disparu » s'est combiné avec le mercure pour former de l'oxyde de mercure.

Le gaz qui a « disparu » s'est combiné avec le fer pour former de l'oxyde de fer.

7. Quel gaz a « disparu » à la fin de l'expérience ? Quel est son volume ?

Le gaz qui a « disparu » est du dioxygène. Le volume est de 0,14 L.

Le gaz qui a « disparu » est du dioxygène. Le volume est de 50 mL.

8. Calcule le pourcentage de chaque gaz présent dans l'air atmosphérique.

Diazote		$X = 0,66 \times 100 / 0,8$ $X = 82,5 \%$
0,66 L	0,8 L	
$X = 82,5 \text{ L}$	100 L	

Et donc 17,5 % pour le dioxygène.

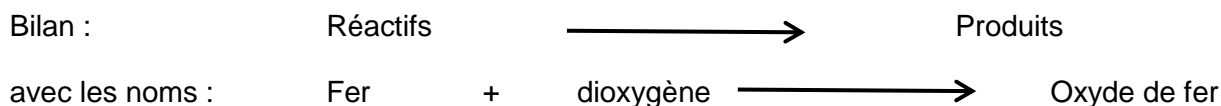
Diazote		$X = 200 \times 100 / 250$ $X = 80 \%$
200 mL	250 mL	
$X = 80 \text{ mL}$	100 mL	

Et donc 20 % pour le dioxygène.

Conclusion : L'air est un mélange de deux gaz : environ 1/5 de dioxygène et 4/5 de diazote.

Le bilan pourra être écrit sous forme d'un texte, d'un dessin ou d'un bilan.

La corrosion du fer est une transformation chimique au cours de laquelle le fer, en présence d'eau, réagit avec le dioxygène pour former de la rouille.



Selon le niveau des élèves, il est envisageable d'écrire ces bilans avec des formules et de travailler la notion d'ajustement de bilan chimique (en utilisant par exemple un simulateur en ligne d'équilibre de bilan chimique).

