

3e

Physique Chimie

ÉCOLE, NATION et DÉVELOPPEMENT



SPÉCIMEN
NE PEUT ÊTRE VENDU





3^e Physique Chimie

N'DRI Kouassi,
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale

ZOHORE Dadi Christophe,
Inspecteur de l'Enseignement Secondaire

DJEDJE Nomel Jacques,
Inspecteur de l'Enseignement Secondaire

AMANI Kouakou,
Coordonnateur National Disciplinaire de Physique-Chimie

GNALLA Honoré Pascal Athanase,
Coordonnateur Régional Disciplinaire de Physique-Chimie



remerciements

- À Madame le Ministre de l'Éducation Nationale ;
- À Mesdames et Messieurs les Inspecteurs Généraux ;
- À Mesdames et Messieurs les Inspecteurs de l'Enseignement Secondaire ;
- À Mesdames et Messieurs les Directeurs Régionaux de l'Éducation Nationale ;
- À Mesdames et Messieurs les Encadreurs Pédagogiques ;
- À Mesdames et Messieurs les Chefs d'Établissement ;
- À Mesdames et Messieurs les Enseignants des Lycées et Collèges ;
- À tous ceux qui ont contribué à l'amélioration de ce manuel par leurs observations et suggestions.

Crédits photographiques

Couverture Wi6995/Adobe Stock. **Ouverture Optique** Lunette astro: ClaudioVentrella/Istock. Lunette: georgetsaritsianidis/Istock. Copernic: ewg3D/Istock. **Chapitre 1 Doc 1**: M. Tortay. **Doc 2**: Titouan B. **Doc 3**: CatLane/Istock. **Doc 8**: Timoté B. **Doc 11**: M. Tortay. **Doc 13**: alvarez/Istock. **Doc 14**: Wavebreakmedia/Istock. **Chapitre 2 Doc 1**: twinster photo/Istock. **Doc 2**: Ranta images/Istock. **Doc 8**: ruffraido/Istock. **Doc 9**: fizkes/Istock. **Doc 10**: karelnoppe/Istock. **Doc 11**: mheim3011/Istock. **Ouverture Mécanique** Fusée : 3D Sculptor/Istock. Saut en hauteur : Marko Rupena/Istock. Étoile filante : Cylonphoto. **Chapitre 3 Doc 1**: afhunta/Istock. **Doc 2**: Davor Lovincic/Istock. **Doc 3**: a. MShep2/Istock. b. rweisswald/Istock. c. Mario Guti/Istock. **Doc 4**: republica/Istock. **Doc 5**: mgkaya/Istock. **Doc 6**: Alffoto/Istock. **Doc 7**: Wittybear/Istock. **Doc 8**: V. Remède. **Doc 11**: Vladimir F Loyd/Istock. **Doc 12**: Thomas-Soellner/Istock. **Doc 17**: pkanchana/Istock. **Ex 8**: bezov/Istock. **Doc 18**: mtcurado/Istock. **Doc 19**: ESA. **Doc 20**: © CNES/illustration David Ducros. **Chapitre 4 Doc 1**: Jordi Ramisa/Istock. **Doc 6**: kisgorcs/Istock. **Doc 10**: M. Tortay. **Doc 13**: duncan 1890/Istock. **Doc 15**: vjanez/Istock. **Chapitre 5 Doc 1**: viti/Istock. **Doc 2**: M. Tortay. **Doc 11**: pum_eva/Istock. **Doc 12**: pedro j perez/Istock. **Doc 13**: kevinjeon00. **Chapitre 6 Doc 1**: DME Photography/Istock. **Doc 2**: John Sommer/Istock. **Doc 3**: People Images/Istock. **Doc 4**: MangoStar_Studio/Istock. **Doc 7**: Sunshine Seeds/Istock. **Doc 8**: stanfair/Istock. **Doc 9**: kali9/Istock. **Ex 7**: Wavebreakmedia/Istock. **Doc 10**: Lina Moiseienko/Istock. **Doc 11**: sturti/Istock. **Doc 12**: Imago/StudioX. **Chapitre 7 Doc 1**: last19/Istock. **Doc 2**: lucato/Istock. **Doc 3**: France 68/Istock. **Doc 4**: Nf Photos/Istock. **Doc 5**: princigalli/Istock. **Doc 6**: microgen/Istock. **Doc 7**: wellphoto/Istock. **Doc 8**: chameleonseye/Istock. **Doc 9**: lzf/Istock. **Ex 3**: petesaloutos/Istock. **Doc 10**: Mark CoffeyPhoto/Istock. **Doc 11**: Marc Dufresne/Istock. **Doc 12**: Kadmy/Istock. **Doc 13**: VNF. **Ouverture Électricité** Moteur électrique : Bosca78/Istock. Résistance : rsmseymour/Istock. Poteaux électriques : trotsche/Istock. Grille-pain : pixhook/Istock. Roulette : Milan Markovic/Istock. **Chapitre 8 Doc 4, 5, 6**: M. Tortay. **Doc 7**: Roijoy/Istock. **Doc 8**: adventtr/Istock. **Doc 9**: baranozdemir/Istock. **Ex 7**: onlyyouqj/Istock. **Doc 14**: Nerthuz/Istock. **Doc 15**: Toyota. **Doc 16**: (c) By photo de: Benutzer: Munsche [Domaine public], via Wikimedia Commons. **Chapitre 9 Doc 1**: Yavor Kalev/Istock. **Doc 2**: jurc/Istock. **Doc 14**: MegaVolt/Istock. **Doc 15**: DR. **Doc 16**: M. Tortay. **Doc 17**: Demansky/Istock. **Ouverture Réactions chimiques** Chalumeau : gilaxia/Istock. Lac : CE photo, Uwe Aranas/Istock. Fumées : thaloengsak/Istock. Pétrole : francisblack/Istock. Hydrogen : Tramino/Istock. **Chapitre 10 Doc 1**: seyitali/Istock. **Doc 2**: J. Riby. **Doc 3**: DR. **Doc 12**: vlastas/Istock. **Doc 13**: bentrussell/Istock. **Doc 14**: cornishman/Istock. **Chapitre 11 Doc 1**: Ulga/Istock. **Doc 2**: fotostorm/Istock. **Doc 3**: Yuriy Vlasenko/Istock. **Doc 6**: asikkk/Istock. **Doc 7**: Cronislaw/Istock. **Doc 8**: mozcann/Istock. **Doc 9**: Stefan90/Istock. **Doc 10**: trevorhirst/Istock. **Ex 6**: Alex LMX/Istock. **Ex 7**: Alex LMX/Istock. **Ex 8**: rzelich/Istock. **Doc 11**: David Szabol/Istock. **Doc 12**: Ekton/Istock. **Doc 13**: Pratchaya/Istock. **Chapitre 12 Doc 1**: Светлана_Зайцева/Istock. **Doc 2, 3**: J. Riby. **Doc 4**: DR. **Doc 5**: M. Tortay. **Doc 6**: DR. **Doc 7, 8**: M. Tortay. **Doc 9**: Dhoxax/Istock. **Doc 11**: jasoncheever/Istock. **Doc 12**: France68/Istock. **Doc 13**: jackritw/Istock. **Doc 14, 15**: chef2323@hotmail.co.uk.kevin/Istock. **Doc 16**: AnkNet/Istock. **Ex 8**: vvivita/Istock. **Doc 17**: rweisswald/Istock. **Doc 18**: M. Tortay. **Doc 19**: Fabian Plock/Istock. **Doc 20**: phokin/Istock. **Doc 21**: dibrova/Istock. **Chapitre 13 Doc 1**: istock80/Istock. **Doc 2**: Safak Oguz/Istock. **Doc 5**: maki_shmaki/Istock. **Doc 6**: Valery Kudryavtsev/Istock. **Doc 7**: tunart/Istock. **Chapitre 14 Doc 1**: kazoka30/Istock. **Doc 3**: alina_hart/Istock. **Doc 6**: tonaquatic/Istock. **Doc 7**: nemoris/Istock. **Doc 9, 10**: M. Tortay. **Doc 11**: Artboy Animation/Istock. **Doc 12**: brozova/Istock. **Doc 13**: Igor Alecsander/Istock. **Doc 14**: maximkabb/Istock. **Doc 15**: PeopleImages/Istock.

RENFORCEMENT DE LA LUTTE CONTRE LE PIRATAGE DES OUVRAGES ÉDUCATIFS ET DES ŒUVRES INTELLECTUELLES

L'hologramme apposé sur la couverture de cet ouvrage est un certificat d'authenticité. Il garantit :

- la validité des contenus et la qualité de l'impression ;
- le respect du travail et de la rémunération des auteurs.

Seuls les exemplaires portant cet hologramme sont certifiés authentiques et vous garantissent que ce livre n'est pas une contrefaçon.

Création de couverture : Cécil Keriel – **Maquette intérieure** : SG Création.

Mise en pages : Dominique Findakly – **Iconographie** : Brigitte Hammond.

ISBN : 978-2-7531-1258-2 © NEI-CEDA, 2019.

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

avant-propos

Le présent manuel de la classe de troisième de la collection **École, Nation et Développement** est le fruit d'une construction pédagogique entre Inspecteurs Généraux, Inspecteurs de l'Enseignement Secondaire, Encadreurs Pédagogiques et Enseignants de terrain.

Conforme aux programmes recadrés et axés sur une approche pédagogique nouvelle, l'approche par les compétences, ce manuel place l'élève au centre de son apprentissage et fait de l'enseignant un facilitateur actif. Par compétence, il faut entendre un pouvoir d'agir, de réussir et de progresser, fondé sur la mobilisation efficace et l'utilisation d'un ensemble intégré de ressources pour faire face à une situation de vie et la traiter.

Ainsi, pour favoriser le développement des compétences, les activités proposées dans les séquences du présent manuel sont issues de l'environnement immédiat de l'apprenant afin de l'aider à traiter des situations ayant du sens pour lui.

Le manuel de la classe de troisième est constitué de quatorze chapitres ou séquences d'apprentissage structurées elles-mêmes autour des six rubriques ci-dessous :

- **Habilités et contenus** : Il s'agit des savoirs, savoir-être et savoir-faire dont l'installation est attendue à l'issue de chaque séquence.
- **Découvre le sujet** : Il s'agit d'une situation d'apprentissage qui permettra à l'élève de se poser des questions et d'émettre des hypothèses.
- **Développe le sujet** : Ce sont les différentes étapes de l'apprentissage. Ces activités ciblées font l'objet de bilans permettant à l'apprenant de construire les acquis de façon progressive.
- **Retiens l'essentiel** : C'est un résumé réduit à son strict minimum qui vient compléter les explications déjà fournies dans l'ensemble des bilans de la partie précédente.
- **Exerce-toi** : Ce sont des exercices dont l'objet est de fixer et de consolider les acquis. L'on passe progressivement des questions à réponse rapide à celles pouvant servir de renforcement ou d'approfondissement des compétences installées ou en voie de l'être.
- **Informe-toi davantage** : Il s'agit d'une rubrique documentaire en rapport avec la thématique de la séquence et qui situe les apprentissages dans l'histoire des sciences et de la technologie, de la littérature, des langues, des arts...

Les illustrations et les textes ont été choisis pour aider l'apprenant à construire ses acquis à partir de son propre milieu, tout en restant ouvert aux apports du monde extérieur selon les thématiques d'étude.

Les auteurs de la collection **École, Nation et Développement** accueilleront avec respect et reconnaissance les remarques et suggestions que chacun voudra bien leur faire l'amitié de formuler en vue d'améliorer le présent ouvrage.

Les auteurs

sommaire



Optique

- | | |
|---|----|
| 1 Les lentilles | 6 |
| 2 Les défauts de l'œil et leurs corrections | 14 |

Mécanique

- | | |
|--|----|
| 3 Masse et poids d'un corps | 22 |
| 4 Les forces | 31 |
| 5 Équilibre d'un solide soumis à deux forces | 39 |
| 6 Travail et puissance mécaniques | 45 |
| 7 Énergie mécanique | 52 |

Électricité

- | | |
|--|----|
| 8 Puissance et énergie électriques | 62 |
| 9 Le conducteur ohmique | 74 |

Les réactions chimiques

- | | |
|--|-----|
| 10 Électrolyse et synthèse de l'eau | 86 |
| 11 Les alcanes | 94 |
| 12 Oxydation des corps purs simples | 103 |
| 13 Réduction des oxydes | 113 |
| 14 Solutions acides, basiques et neutres | 119 |

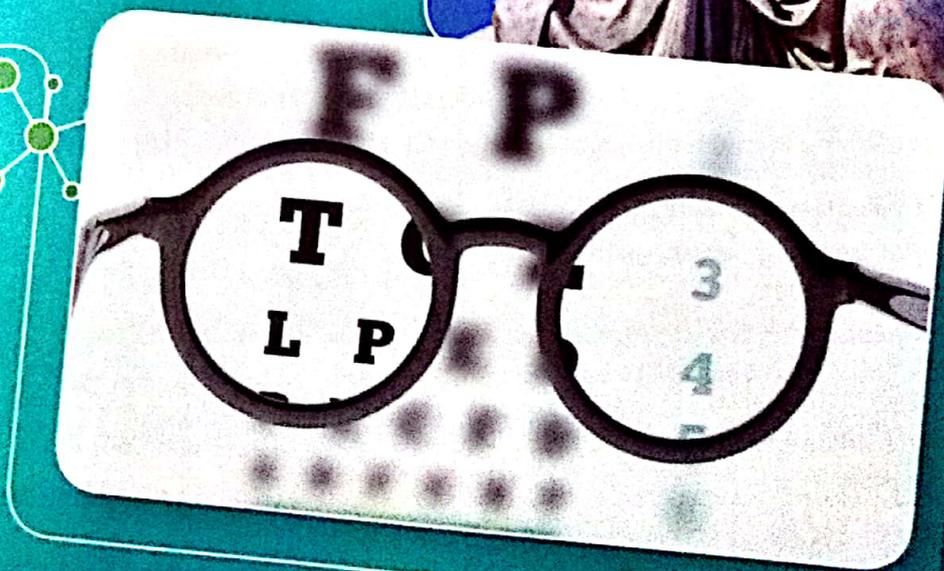
Optique

Les lentilles, dont nous commençons l'étude cette année, sont à l'origine de l'une des plus grandes révolutions scientifiques de l'histoire de l'humanité.

Avec deux simples lentilles, Galilée construisit la première lunette astronomique. La pointant vers le ciel, il observa les satellites de Jupiter, la preuve expérimentale que la Terre tournait autour du Soleil était là !

Cette preuve de la réalité du système héliocentrique qui avait fait défaut à Copernic et ses prédécesseurs était enfin fournie.

La Terre n'était plus le centre du monde. Ce ne fut pas facile à admettre...



1

Les lentilles

Habilités et contenus

- ✓ Distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente (forme et symbole).
- ✓ Connaître les propriétés d'une lentille convergente et d'une lentille divergente.
- ✓ Schématiser une lentille convergente et une lentille divergente.
- ✓ Déterminer les foyers d'une lentille convergente et la distance focale d'une lentille convergente.
- ✓ Connaître les caractéristiques d'une lentille :
 - distance focale f ;
 - vergence C ;
 - l'unité légale de la vergence.
- ✓ Reconnaître une lentille divergente par sa vergence négative.
- ✓ Utiliser les relations $C = \frac{1}{f}$ et $C = C_1 + C_2$ (vergence de deux lentilles accolées).
- ✓ Connaître les caractéristiques de l'image d'un objet donnée par une lentille convergente.
- ✓ Construire l'image d'un objet donnée par une lentille convergente.
- ✓ Déterminer le grandissement de l'image.
- ✓ Expliquer le principe de fonctionnement de l'appareil photographique.

Découvre le sujet

1. Nomme l'objet usuel utilisé sur le **document 1**.
2. Décris la constitution de cet objet.
3. Décris ce que tu observes dans le cas du **document 1**.
4. Donne le nom de l'effet observé.
5. Indique quelles sont les personnes qui utilisent ce type d'objets.



Doc. 1 Un effet d'optique.

Développe le sujet

Activité 1 Distingue une lentille mince convergente d'une lentille mince divergente

Tu disposes de différentes paires de lunettes.

1. Place-les face au Soleil devant un écran, un mur blanc ou une simple feuille de papier.

Attention : ne jamais regarder le Soleil, ni directement ni au travers d'une lentille. L'intensité lumineuse étant très importante, il est prudent de faire ces expériences au soleil levant ou au soleil couchant.

2. Décris tes observations.
3. Propose un classement des différents types de verres de lunettes.



Doc. 2 Le Soleil à travers les lunettes.

Bilan de l'activité

- On observe deux possibilités. Avec certains verres de lunettes, on obtient une petite tache très lumineuse sur l'écran, avec d'autres, on ne peut obtenir cette tache, l'image reste floue et s'élargit si on éloigne l'écran.
- On peut donc classer les **verres de lunettes** en deux catégories :
 - Celles qui concentrent la lumière du Soleil en une petite zone, ce sont les **lentilles convergentes**.
 - Celles qui ne concentrent pas la lumière du Soleil, ce sont les **lentilles divergentes**.

Activité 2 Observe la forme géométrique des lentilles minces

1. Observe la forme géométrique des différents verres de lunettes.
2. Propose un classement en fonction des propriétés géométriques.
3. Compare au classement proposé au point 3 de l'activité 1.



Doc. 3 Une diversité de lunettes.

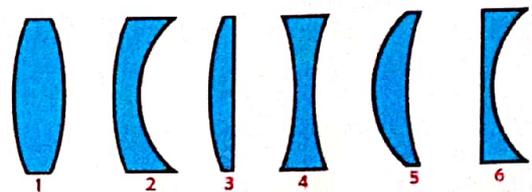
Bilan de l'activité

- On observe deux possibilités. Certains verres de lunettes sont plus épais au centre qu'à leur périphérie, d'autres sont plus minces au centre qu'à leur périphérie.
- On peut donc classer les **verres de lunettes** en deux catégories :
 - ceux à **centre épais** ;
 - ceux à **centre mince**.
- Si l'on compare avec le classement obtenu à l'activité 1, on constate que les **verres convergents** sont à **centre épais** et les **verres divergents** à **centre mince**.

Activité 3 Observe les représentations des lentilles minces

Les schémas ci-contre sont des représentations de lentilles minces.

1. Propose une définition d'une lentille mince.
2. Classe les schémas en deux groupes.
3. Compare aux classements obtenus aux activités 1 et 2.
4. Propose un schéma symbolique simple pour représenter chacun de ces groupes.



Doc. 4 Différentes lentilles minces.

Bilan de l'activité

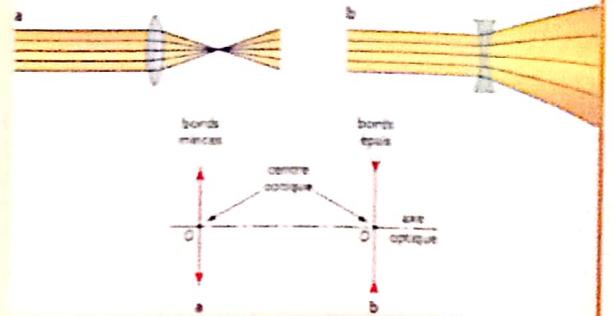
- Les lentilles sont des **milieux transparents** qui modifient la marche des faisceaux lumineux.
- Les lentilles minces 1, 3 et 5 ont des bords minces et des centres épais. Les lentilles minces 2, 4 et 6 ont des bords épais et des centres minces.

- On retrouve les classements obtenus précédemment.

Il existe deux types de lentilles minces :

- Les lentilles à bords minces et à centre épais : ces lentilles sont **convergentes**.
- Les lentilles à bords épais et à centre mince : ces lentilles sont **divergentes**.

- Cette distinction des formes géométriques sert de base à la symbolisation des lentilles minces :

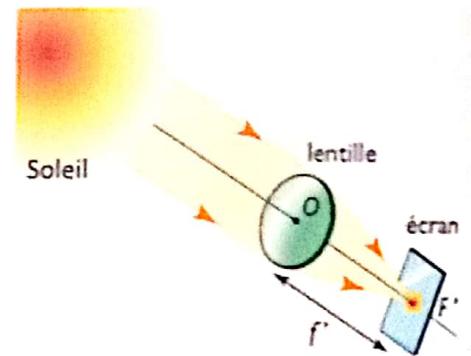


Doc. 5 a. Lentille convergente. b. Lentille divergente.

Activité 4 Détermine les caractéristiques d'une lentille convergente

Tu disposes d'une source de lumière très éloignée. Ce peut être le Soleil, la Lune, une lampe électrique, etc. Tu disposes également d'une lentille convergente et d'un écran.

1. Place la lentille et l'écran de façon à obtenir une image nette sur l'écran.
2. Observe la position de la lentille par rapport au faisceau lumineux quand l'image est nette.
3. Mesure la distance entre l'écran et la lentille.
4. Calcule la valeur de l'inverse de cette distance.



Doc. 6 Image du Soleil.

Bilan de l'activité

- La source de lumière étant très éloignée, les rayons lumineux qui arrivent sur la lentille (**rayons incidents**) peuvent être considérés comme parallèles.
- On constate qu'il n'existe qu'une position de la lentille permettant d'obtenir une image nette sur l'écran. Dans cette position, l'**axe optique** de la lentille est parallèle aux rayons lumineux provenant de la source de lumière.

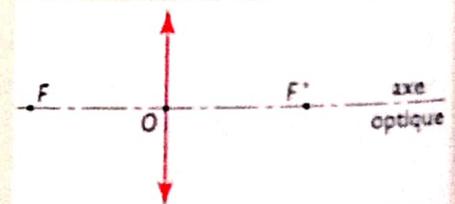
- La distance particulière à laquelle se forme l'image est appelée **distance focale de la lentille**. Elle est égale à la distance entre le « **centre optique** » de la lentille et son « **foyer** ».

La distance focale est notée f (ou f'), elle s'exprime en mètres.

- La valeur de l'inverse de la distance focale est appelée **vergence de la lentille**. Elle est notée C et s'exprime en **dioptries** : $C = \frac{1}{f}$. Le symbole de la dioptrie est δ .

- La vergence d'une association de lentilles est égale à la somme des vergences des lentilles : $C = C_1 + C_2$.

Remarque : les vergences des lentilles convergentes sont notées positivement, celles des lentilles divergentes sont notées négativement.



Doc. 7 Caractéristiques d'une lentille convergente.

Activité 5 Réalise la formation d'une image à travers une lentille convergente

Tu disposes d'une lentille convergente, d'une bougie allumée et d'un écran.

1. Place la bougie allumée, la lentille et l'écran sur le même alignement, la flamme de la bougie proche de l'axe optique. La distance bougie-lentille doit être supérieure à la distance focale mesurée précédemment.
2. Déplace l'écran pour obtenir une image nette.
3. Compare l'image de la bougie à la bougie.
4. Rapproche la bougie de la lentille. Dans quel sens dois-tu déplacer l'écran pour obtenir une image nette ?
5. Éloigne la bougie de la lentille. Dans quel sens dois-tu déplacer l'écran pour obtenir une image nette ?



Doc. 8 L'image d'une bougie.

Bilan de l'activité

- Dans les conditions de l'expérience où la distance objet-lentille est supérieure à la distance focale, on recueille une image nette sur un écran pour une position précise et unique de celui-ci.
- Cette image est inversée et renversée par rapport à l'objet.
- Lorsqu'on approche l'objet de la lentille, on doit éloigner l'écran pour conserver une image nette.
- Lorsqu'on éloigne l'objet de la lentille, on doit approcher l'écran pour conserver une image nette.

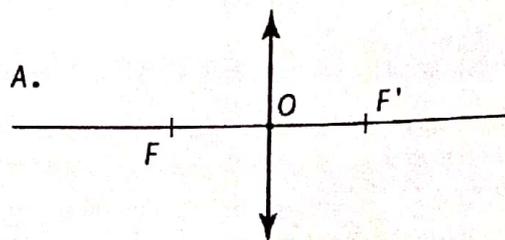
Conclusion : objet et image se déplacent dans le même sens.

Activité 6 Construis l'image d'un objet ponctuel donnée par une lentille convergente

Tu utilises les conventions suivantes :

- A est l'objet lumineux ponctuel, A' est son image.
- La lentille est schématisée en précisant son centre optique et ses foyers objet et image F et F'.
- Un rayon lumineux qui arrive sur la lentille est dit « incident ».
- Un rayon lumineux qui sort de la lentille est dit « émergent ».

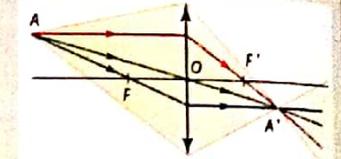
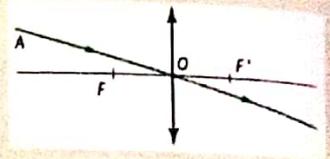
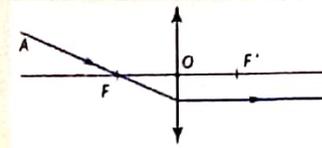
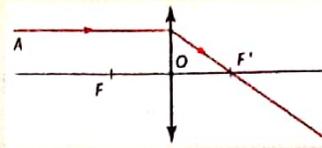
1. Trace un rayon lumineux issu de A et passant par le centre optique O, sachant que ce rayon n'est pas dévié lors de la traversée de la lentille.
2. Trace un rayon lumineux issu de A et parallèle à l'axe optique, sachant que ce rayon émerge en passant par le foyer image F'.
3. Trace un rayon lumineux issu de A et passant par le foyer objet F, sachant que ce rayon émerge parallèlement à l'axe optique.
4. Vérifie que les trois rayons incidents issus de A donnent trois rayons émergents concourants.



Doc. 9 Tracé de rayon.

Bilan de l'activité

- Un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.
- Un rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' .
- Un rayon incident passant par le foyer objet F émerge parallèlement à l'axe optique.
- Ces trois rayons, comme tous les rayons lumineux incidents issus de A , émergent en convergeant au point A' .
 A' est l'image de A donnée par la lentille convergente.



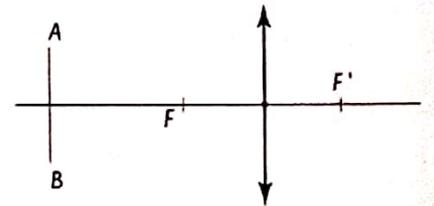
Activité 7 Construis l'image d'un objet étendu donnée par une lentille convergente

Tu utilises les conventions suivantes :

- A et B sont les extrémités de l'objet lumineux.
- La lentille est schématisée en précisant son centre optique et ses foyers objet et image F et F' .

Tu cherches à construire l'image $A'B'$ de l'objet AB .

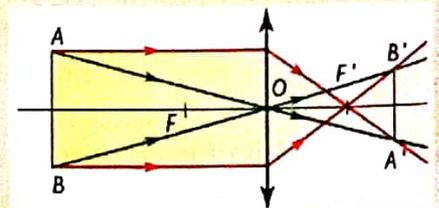
1. Construis l'image A' de A en traçant deux rayons particuliers.
2. Construis l'image B' de B en traçant deux rayons particuliers.
3. Trace le segment $A'B'$, image de AB donnée par la lentille convergente.
4. Observe l'image $A'B'$ et l'objet AB , et donne tes conclusions.
5. Mesure les longueurs des segments $A'B'$ et AB et calcule leur rapport.



Doc. 10 Tracé d'un objet étendu.

Bilan de l'activité

- On constate que l'image $A'B'$ de l'objet AB est renversée, ce qui est conforme à l'observation.
- Le rapport de la dimension de l'image $A'B'$ à la dimension de l'objet AB est appelé **grandissement**.
$$G = \frac{A'B'}{AB}$$
- Le **grandissement** s'exprime par un nombre sans unité.



Activité 8 Explique le principe de fonctionnement d'un appareil photographique

Les boîtiers des appareils numériques contemporains ne peuvent pas être ouverts. Procure-toi un appareil ancien dans lequel on plaçait une pellicule.

1. Décris ce que tu observes à l'intérieur de l'appareil.
2. Indique par où pénètre la lumière dans le boîtier.
3. Indique où se place la pellicule.

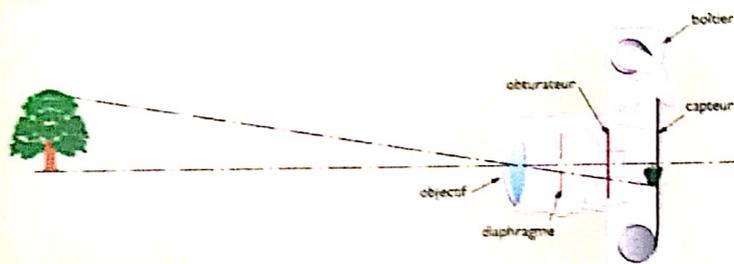
4. Place un papier calque à l'emplacement de la pellicule et observe à travers l'appareil un objet lumineux. Indique tes observations.
5. Indique la différence avec les boîtiers numériques contemporains.

Doc. 11 Formation de l'image dans un appareil photographique.



Bilan de l'activité

- L'intérieur de l'appareil photographique est vide. Il s'agit d'une **chambre noire**.
- La lumière pénètre en traversant une **lentille à centre épais, donc convergente**.
- La pellicule se place à la partie postérieure de la chambre noire.
- Si l'on place un papier calque à l'emplacement de la pellicule, on recueille une image renversée de l'objet lumineux observé.
- Dans les boîtiers numériques, la pellicule argentique est remplacée par un capteur tel que celui décrit à la page 33 du manuel de 4^e. Le reste de l'appareil est identique.



Doc. 12 Principe de l'appareil photographique.

- À cette partie optique, s'ajoutent différents accessoires :
 - le **diaphragme** qui permet d'ajuster la quantité de lumière incidente ;
 - l'**obturateur** qui permet de ne laisser pénétrer la lumière que durant des durées précises ;
 - un **dispositif de mise au point** qui permet de faire varier la distance lentille-capteur, etc.

Retiens l'essentiel

- ▶ Une lentille est un milieu transparent qui modifie la marche des faisceaux lumineux.
- ▶ Une lentille convergente donne d'un objet lumineux, situé à une distance supérieure à la distance focale, une image observable sur un écran. Cette image est renversée par rapport à l'objet.
- ▶ Une lentille est caractérisée par sa distance focale $OF = OF'$ notée f .
- ▶ La vergence est l'inverse de la distance focale, elle est notée C .
- ▶ L'unité de la vergence est la dioptrie et son symbole est δ .
- ▶ La vergence de deux lentilles accolées vaut $C = C_1 + C_2$.
- ▶ Un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.
- ▶ Un rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' .
- ▶ Un rayon incident passant par le foyer objet F émerge parallèlement à l'axe optique.
- ▶ Le grandissement est le rapport de la dimension de l'image à la dimension de l'objet.
- ▶ L'appareil photographique est une chambre noire munie d'un système de lentilles convergentes à son entrée. Les images se forment sur un capteur de lumière.

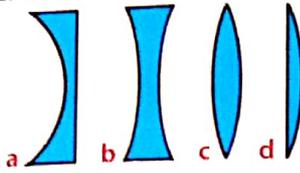
Mots-clés

Lentille convergente
 Lentille divergente
 Objet lumineux
 Image
 Axe optique
 Centre optique
 Foyer objet
 Foyer image
 Distance focale
 Vergence
 Dioptrie
 Rayon incident
 Rayon émergent

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Les figures ci-dessous représentent des lentilles.



- Indique les lettres correspondant aux lentilles convergentes.
- Indique les lettres correspondant aux lentilles divergentes.
- Attribue à chaque qualificatif une lettre correspondant à une lentille : *biconvexe, biconcave, plan convexe, plan concave.*

Exercice 2

Coche les cases correspondant aux affirmations exactes dans le tableau suivant :

| Propriété | Lentilles convergentes | Lentilles divergentes |
|-------------------|------------------------|-----------------------|
| Centre épais | | |
| Centre mince | | |
| Vergence positive | | |
| Vergence négative | | |

Exercice 3

Recopie les phrases ci-dessous en les complétant avec le mot ou le groupe de mots qui convient.

- L'intersection de l'axe optique avec le plan de la lentille s'appelle le
- Les lentilles à bords minces sont dites
- La distance focale est la distance qui sépare le centre optique du
- La vergence d'une lentille convergente est et s'exprime en

Exercice 4

Recopie les phrases ci-dessous en les complétant avec le mot ou le groupe de mots qui convient.

- L'image d'un objet lumineux très éloigné d'une lentille convergente se forme au
- L'image d'un objet lumineux placé au foyer d'une lentille convergente se forme à
- Un rayon lumineux passant par d'une lentille convergente n'est pas dévié.
- Un rayon incident parallèle à l'axe optique d'une lentille convergente émerge en passant par
- Un rayon incident passant par le foyer objet d'une lentille convergente émerge

Exercice 5

Indique si chacune des propositions suivantes est vraie ou fausse.

| | Vrai | Faux |
|---|------|------|
| Les lentilles sont des milieux opaques. | | |
| Une lentille divergente possède un centre plus épais que ses bords. | | |
| La distance focale d'une lentille se mesure en dioptrie. | | |
| La vergence s'exprime en mètre. | | |
| Pour une lentille convergente, plus la distance focale est grande, plus elle est convergente. | | |
| Plus la vergence d'une lentille convergente est grande, plus elle est convergente. | | |

Réinvestis tes acquis

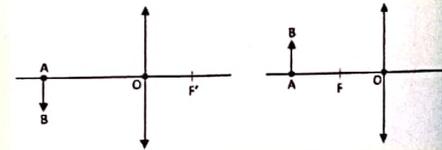
Exercice 6

Deux lentilles L_1 et L_2 ont respectivement pour distance focale $OF_1 = 0,5 \text{ m}$ et $OF_2 = 0,2 \text{ m}$. Détermine :

- la vergence C_1 de la lentille L_1 .
- la vergence C_2 de la lentille L_2 .
- la vergence de l'association des deux lentilles.

Exercice 7

Reproduis les schémas ci-dessous et construis l'image de l'objet AB dans chaque cas, en utilisant les rayons particuliers.

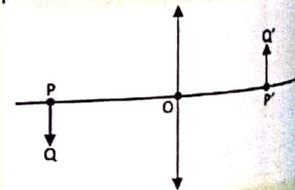


Exercice 8

Un de tes oncles porte des lunettes. Il souhaite connaître la distance focale et la vergence de ses verres correcteurs. Décris la ou les expériences que tu te proposes de réaliser pour répondre à son attente.

Exercice 9

Au cours d'une séance de travaux pratiques, votre professeur demande à un groupe d'élèves de déterminer les caractéristiques d'une lentille convergente. Pour ce faire, le groupe réalise expérimentalement la formation de l'image P'Q' d'un objet PQ à travers la lentille. Il représente l'objet, la lentille et l'image comme l'indique la figure ci-contre à l'échelle 1/10.



- Reproduis le schéma ci-contre et construis les trois rayons particuliers issus de Q et donnant l'image Q'.
- Place sur le schéma le foyer image F' .
- Place sur le schéma le foyer objet F.
- Détermine la distance focale de la lentille.
- Calcule la vergence de la lentille.
- Calcule le grandissement de la lentille dans cette expérience.

La loupe

La loupe est le plus simple des instruments d'optique.

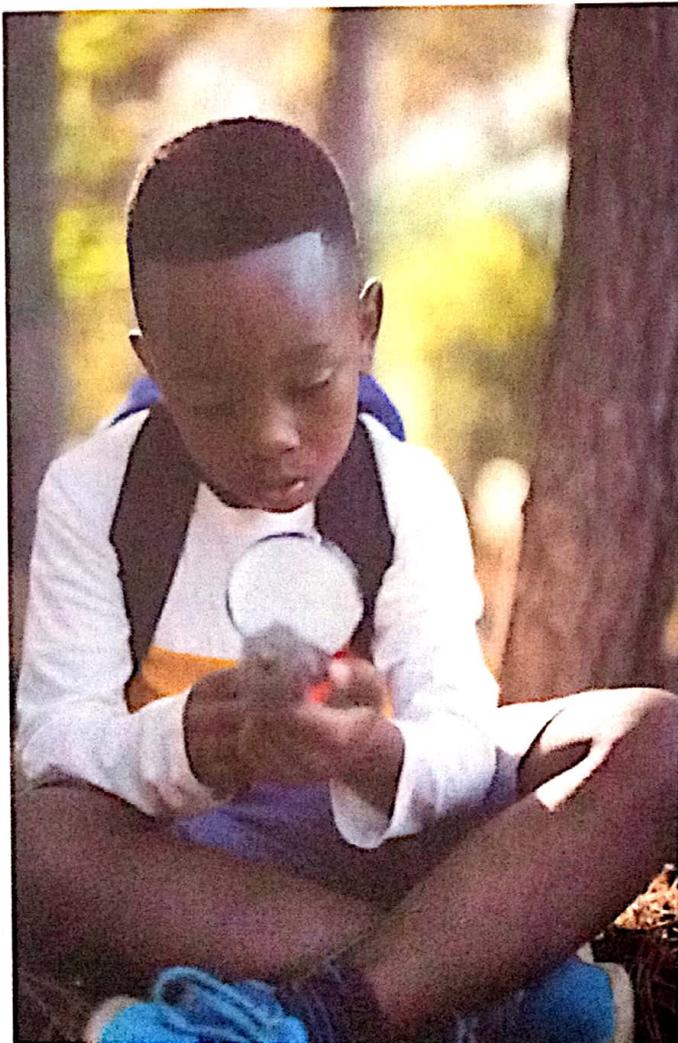
Elle est constituée d'une lentille convergente utilisée de façon à obtenir une image agrandie d'un objet.

Cette utilisation particulière consiste à placer l'objet entre le foyer objet et le centre optique de la lentille.

La distance entre la lentille et l'objet est plus courte que la distance



Doc. 13 Effet de loupe.



focale et cela ne permet plus d'obtenir une image réelle sur un écran.

L'œil de l'observateur voit alors une image virtuelle agrandie de l'objet en regardant à travers la lentille.

L'image observée n'est pas renversée, elle est « droite », c'est-à-dire de même sens que l'objet observé.

Pour un œil normal, l'idéal est de placer l'objet dans le plan focal objet pour former l'image à l'infini.

C'est dans cette position que l'image observée est la plus grande et que l'œil est le moins sollicité pour accommoder.

Pour obtenir un fort grossissement, on utilise des lentilles de courtes distances focales.

On trouve des loupes spécialisées utilisées par les géologues, les botanistes, les bijoutiers, etc.

Doc. 14 Observation à la loupe.

Les défauts de l'œil et leurs corrections

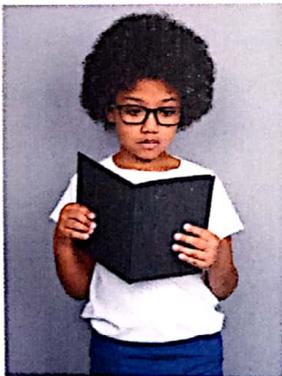
Habilités et contenus

- ✓ Connaître le principe de fonctionnement de l'œil.
- ✓ Expliquer quelques défauts de l'œil (myopie et hypermétropie).
- ✓ Construire le schéma optique de l'œil :
 - normal ;
 - myope ;
 - hypermétrope.
- ✓ Expliquer les méthodes de corrections des défauts de l'œil myope et de l'œil hypermétrope.

Découvre le sujet

Renseigne-toi !

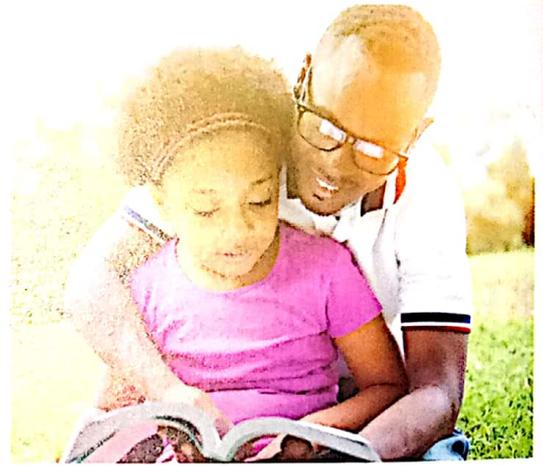
De nombreux adultes en vieillissant portent des lunettes. Portaient-ils des lunettes quand ils étaient jeunes ?



Pourquoi ce changement ?

Enquête !

Quelques camarades de classe portent des lunettes. Savent-ils expliquer pourquoi ?



Doc. 1 Des lunettes selon les âges.

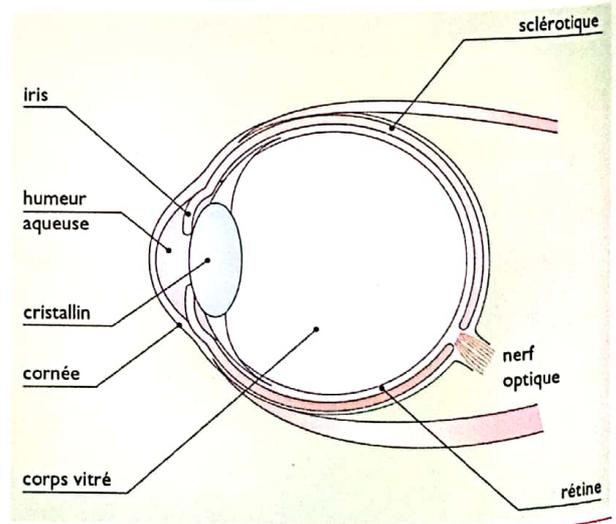
Doc. 2 Des problèmes de vue à tout âge.

Développe le sujet

Activité 1 Décris le schéma de constitution de l'œil

Sur ce schéma en coupe d'un œil, apparaissent des analogies avec la constitution d'un appareil photographique.

1. Indique par où la lumière pénètre dans l'œil.
2. Indique la forme de la cornée et du cristallin.
3. Indique si le milieu intérieur de l'œil est opaque ou transparent.
4. Observe ton œil dans un miroir et indique le rôle de l'iris.
5. Indique la fonction de la rétine.



Doc. 3 La constitution de l'œil.

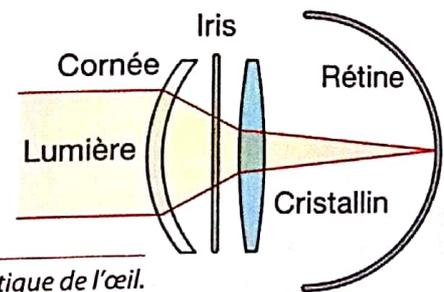
Bilan de l'activité

- La lumière pénètre dans l'œil au niveau de la **cornée**.
- La **cornée** et le **crystallin** ont la forme de lentilles à centre épais, donc convergentes.
- Le milieu intérieur de l'œil est transparent pour permettre à la lumière d'atteindre la **rétine**.
- Au centre de l'**iris** apparaît un espace de diamètre variable en fonction de la luminosité ambiante : la **pupille**.
- La **rétine** est « l'écran » sur lequel se projette l'image formée par le **crystallin**.

Activité 2 Décris le principe de fonctionnement de l'œil

Sur ce schéma du principe optique de l'œil, identifie les propriétés optiques des constituants fondamentaux.

1. Indique le rôle de la cornée.
2. Indique le rôle du cristallin.
3. Indique le rôle de l'iris.
4. Indique le rôle de la rétine.



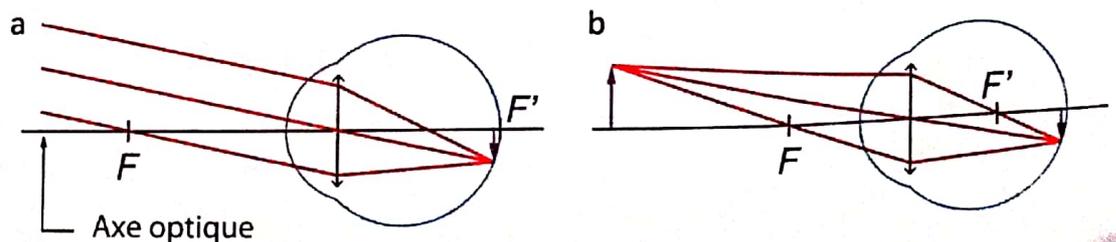
Doc. 4 Schéma du principe optique de l'œil.

Bilan de l'activité

- La **cornée** forme une première lentille convergente de distance focale constante. Elle opère une première convergence du faisceau lumineux entrant dans l'œil.
- Le **crystallin** constitue une deuxième lentille convergente. Les muscles qui le soutiennent permettent de modifier légèrement sa forme, ce qui en fait une lentille convergente de distance focale variable.
- L'**iris** joue le rôle de diaphragme : il adapte la quantité de lumière pénétrant dans l'œil en fonction de la luminosité.
- La **rétine** analyse l'image formée par le système optique « cornée/iris/cristallin » et transmet l'information au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique.

Activité 3 Explique le rôle du cristallin

1. Indique lequel de ces deux schémas représente un cas de vision à l'infini.
2. Indique lequel de ces deux schémas représente un cas de vision de près.
3. Dans les deux cas, l'image nette se forme sur la rétine. Indique dans quel cas la lentille schématisant le cristallin possède la plus courte distance focale.
4. Un œil normal voit aussi bien de loin que de près. Déduis de cette observation une propriété importante du cristallin.



Doc. 5 Vision de loin, vision de près.

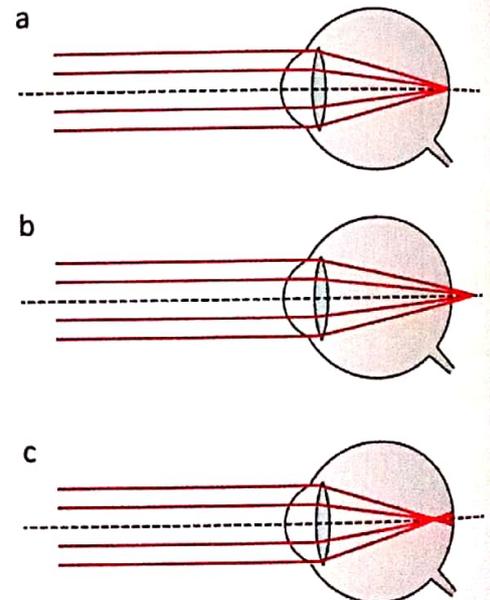
Bilan de l'activité

- Le cas de la **vision à l'infini** est représenté sur le schéma a.
- Le cas de la **vision de près** est représenté sur le schéma b.
- Objet et image se déplacent dans le même sens. Si la **distance focale du cristallin** était constante, l'image lors de la vision de près se formerait au-delà de la rétine. Lors de la vision de près, la lentille schématisant le cristallin est donc plus convergente, sa distance focale est la plus courte.
- Un œil normal, dit « **emmétrope** », voit aussi bien de loin que de près, cela prouve que la **distance focale du cristallin** s'adapte automatiquement de façon à conserver une image nette sur la rétine. Pour cela, les muscles qui soutiennent le cristallin modifient sa courbure. Le cristallin est une **lentille souple**.

Remarque : si l'objet s'approche trop de l'œil, l'image devient floue. Le pouvoir de convergence du cristallin a atteint sa limite.

Activité 4 Explique quelques défauts de l'œil

1. Indique où se forme l'image d'un objet à l'infini dans chacun des cas :
 - a. œil emmétrope ;
 - b. œil hypermétrope ;
 - c. œil myope.
2. Indique si le cristallin est trop ou pas assez convergent dans les cas b et c.
3. Indique si la distance focale du cristallin est trop grande ou trop petite dans les cas b et c.
4. Classe les vergences des cristallins des cas a, b, c, dans l'ordre décroissant.



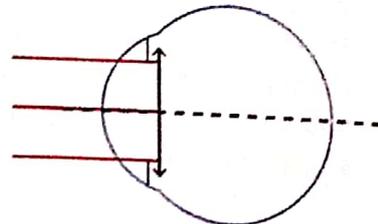
Doc. 6 Quelques défauts de l'œil.

Bilan de l'activité

- a. **Œil emmétrope** : l'image se forme sur la rétine.
 - b. **Œil hypermétrope** : l'image se forme en arrière de la rétine.
 - c. **Œil myope** : l'image se forme en avant de la rétine.
 - b. **Œil hypermétrope** : le cristallin n'est pas assez convergent.
 - c. **Œil myope** : le cristallin est trop convergent.
 - b. **Œil hypermétrope** : la distance focale du cristallin est trop grande.
 - c. **Œil myope** : la distance focale du cristallin est trop faible.
 - Plus la distance focale est faible, plus la vergence est grande.
- Le classement est donc : $C_c ; C_a ; C_b$.

Activité 5 Construis le schéma optique d'un œil normal, d'un œil myope et d'un œil hypermétrope

1. Reproduis le schéma simplifié de l'œil ci-contre et représente la marche du faisceau lumineux à l'intérieur de l'œil dans les trois cas suivants :
 - a. œil normal ;
 - b. œil myope ;
 - c. œil hypermétrope.
2. Précise sur chaque schéma la position du foyer image de la lentille « cristallin ».
3. Précise dans chaque cas où converge le faisceau lumineux.



Doc. 7 Schéma optique d'un œil.

Bilan de l'activité

| | | |
|--|---|---|
| | | |
| <p>Œil normal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le faisceau lumineux converge sur la rétine. | <p>Œil myope</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le faisceau lumineux converge en avant de la rétine. | <p>Œil hypermétrope</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le faisceau lumineux converge au-delà de la rétine. |

Activité 6 Explique les méthodes de correction des défauts de l'œil

1. La vergence du cristallin d'un œil myope est trop importante. Propose une solution pour corriger ce fait.
2. La vergence du cristallin d'un œil hypermétrope est trop faible. Propose une solution pour corriger ce fait.

Bilan de l'activité

| | |
|---|---|
| | |
| <p>Œil myope</p> | <p>Œil myope corrigé par une lentille divergente</p> |
| | |
| <p>Œil hypermétrope</p> | <p>Œil hypermétrope corrigé par une lentille convergente</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ces défauts de vision se corrigent par le port de verres correcteurs, soit sous forme de lunettes, soit sous forme de lentilles de contact posées directement sur la cornée. | |

Activité 7 Explique ce que voit un œil non emmétrope

Utilise les schémas de l'activité 5 pour comprendre ce que voit un œil myope ou hypermétrope non corrigé.

1. Indique ce qu'est l'image sur la rétine d'un point lumineux pour un œil emmétrope.
2. Indique ce qu'est l'image sur la rétine d'un point lumineux pour un œil myope.
3. Indique ce qu'est l'image sur la rétine d'un point lumineux pour un œil hypermétrope.
4. Indique ce qu'est l'image sur la rétine d'un objet lumineux étendu dans les trois cas.



Bilan de l'activité

- Un **œil emmétrope** accommode parfaitement. Un objet lumineux ponctuel donnera sur la rétine une image ponctuelle.
- Pour un **œil myope**, l'image ponctuelle se forme en avant de la rétine. Après ce point image, le faisceau lumineux diverge de nouveau et donnera sur la rétine une petite tache de lumière. Le point ne sera plus vu comme ponctuel mais comme étendu, il sera flou.
- Pour un **œil hypermétrope**, l'image ponctuelle se formerait en arrière de la rétine. Au niveau de la rétine, le faisceau lumineux est encore convergent et donnera sur celle-ci une petite tache de lumière. Le point ne sera plus vu comme ponctuel mais comme étendu, il sera flou.
- Lorsque l'**œil normal** observe un paysage, chaque point du paysage donne un point sur la rétine. Le paysage est vu « net ». Dans les cas de **myopie** ou d'**hypermétropie**, chaque point du paysage est vu par la rétine comme une petite tache. Ces taches se superposent et donnent une image floue du paysage.

Retiens l'essentiel

- ▶ L'œil est un système optique.
- ▶ L'iris joue le rôle de diaphragme.
- ▶ Le cristallin joue le rôle de lentille convergente.
- ▶ La rétine est l'écran sur lequel se forme l'image.
- ▶ L'œil normal est appelé œil emmétrope.
- ▶ Pour un œil normal, l'image se forme sur la rétine.
- ▶ L'œil myope est trop convergent. Il voit bien de près mais mal de loin.
- ▶ L'œil hypermétrope n'est pas assez convergent. Il voit bien de loin mais mal de près.
- ▶ L'œil myope se corrige par le port d'une lentille divergente.
- ▶ L'œil hypermétrope se corrige par le port d'une lentille convergente.

Mots-clés

Cornée
Iris
Cristallin
Rétine
Emmétrope
Myope
Hypermétrope
Verres correcteurs

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?
Pour chacune d'elles, place une croix dans la colonne appropriée.

| | Vrai | Faux |
|---|------|------|
| La myopie est un défaut de l'œil. | | |
| La myopie est corrigée avec une lentille convergente. | | |
| Le cristallin se comporte comme un écran. | | |
| L'iris est un diaphragme. | | |
| La rétine se comporte comme une lentille. | | |
| La cornée est opaque. | | |
| Un œil normal est dit emmétrope. | | |
| Si l'image ne se forme pas exactement sur la rétine, la vision est floue. | | |

Exercice 2

Nomme le défaut de l'œil :

- qui fait que l'image d'un objet lumineux éloigné se forme en avant de la rétine.
- qui fait que l'image d'un objet lumineux proche se forme au-delà de la rétine.

Exercice 3

Construis une phrase qui a du sens en utilisant les mots ou expressions :
hypermétrope/se forme/de la rétine/l'image/au-delà/œil/d'un objet proche/Pour un

Exercice 4

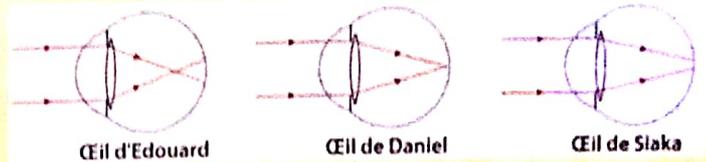
Relie par une flèche chaque lentille de la colonne A à l'œil de la colonne B dont elle corrige le défaut de vision.

| A | B |
|------------------------|--------------------|
| Lentille divergente • | • Œil hypermétrope |
| Lentille convergente • | • Œil emmétrope |
| | • Œil myope |

Réinvestis tes acquis

Exercice 5

Les schémas représentent symboliquement la marche de faisceaux lumineux reçus par les yeux de trois de tes camarades.



- Deux d'entre eux portent des lunettes. Indique leurs prénoms.
- Attribue les prénoms à chacun des cas : œil emmétrope ; œil myope ; œil hypermétrope.
- Indique le prénom de celui qui porte des verres correcteurs convergents et de celui qui porte des verres correcteurs divergents.

Exercice 6

Les élèves de ta classe de troisième sont examinés par un ophtalmologue lors d'une visite médicale. L'ophtalmologue délivre une ordonnance à deux élèves du groupe dont l'une, Caroline, ne voit pas nettement les objets éloignés et l'autre, Marcel, ne voit pas nettement les objets rapprochés.

- Nomme les défauts des yeux de Caroline et de Marcel révélés par l'examen.
- Explique à Caroline la cause de sa mauvaise vision de loin.
- Explique à Marcel la cause de sa mauvaise vision de près.
- Indique le type de verres correcteurs prescrits à Caroline.
- Indique le type de verres correcteurs prescrits à Marcel.

Exercice 7

Ton ami se plaint de maux de tête. Il se rend chez l'ophtalmologue. De retour, il te présente une ordonnance pour l'achat de verres correcteurs sur laquelle il est inscrit entre autres :

OG -1,5 δ et OD -2 δ.

Ton ami te sollicite pour lui expliquer cette ordonnance.

- Indique ce que signifient OG et OD.
- Indique ce que signifient - 1,5 δ et - 2 δ.
- Donne le nom du défaut des yeux de ton ami.
- Explique à ton ami les propriétés de l'organe à l'origine de sa gêne.
- Justifie le choix des verres correcteurs prescrits par l'ophtalmologue.

L'œil, un organe si fragile

Comme tout organe, l'œil humain peut présenter bien d'autres défauts que ceux que nous venons d'étudier. Voici les principaux :

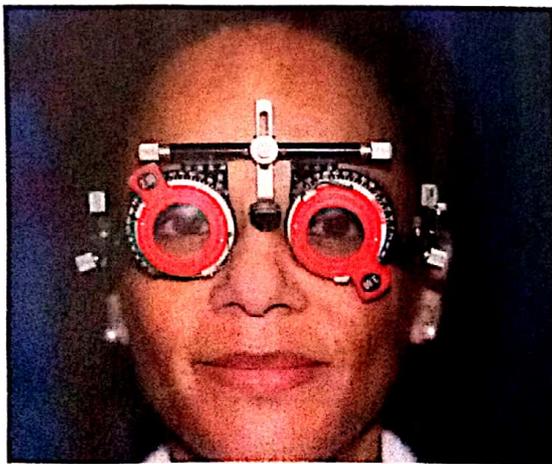
- La cornée n'est pas toujours parfaitement sphérique. Dans ce cas, les images reçues sur la rétine peuvent être déformées. C'est l'œil **astigmat**.
- Dans un œil normal, la cornée, l'humeur aqueuse et le cristallin sont parfaitement transparents. Une opacification d'une de ces parties peut se produire et entraîner des troubles plus ou moins importants de la vision. La plus courante est l'opacification du cristallin. C'est la **cataracte**. Elle survient le plus souvent chez les personnes âgées. Elle est facilement opérable. Le cristallin opacifié est enlevé et remplacé par un cristallin artificiel.
- Lorsque l'œil vieillit, on observe une perte progressive du pouvoir d'accommodation de l'œil. La personne doit de plus en plus éloigner les textes qu'elle lit. C'est la **presbytie**. Elle se corrige par le port de verres convergents.
- La rétine est un tissu complexe de cellules nerveuses, elle peut aussi présenter des altérations.

Le **daltonisme** est une altération de la vision des couleurs.

La **dégénérescence maculaire** est une affection correspondant à la destruction progressive des cellules dans la zone centrale de la rétine, la macula. Elle peut être liée au vieillissement mais aussi au diabète ou à des agressions par le soleil.

- Il peut y avoir également lésion du nerf optique qui entraîne une perte partielle ou totale de la vision, car l'information lumineuse perçue par l'œil ne peut plus être transmise au cerveau.

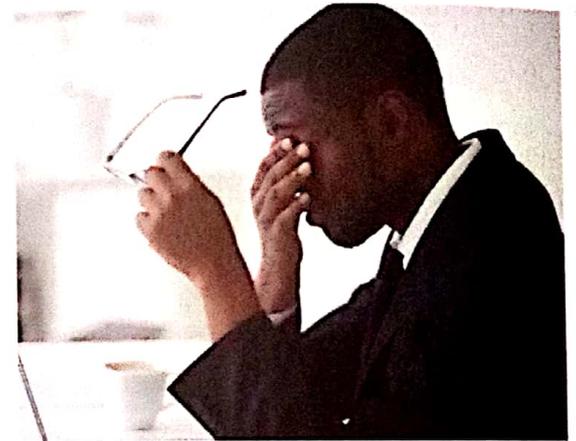
La dégradation du nerf optique peut entraî-



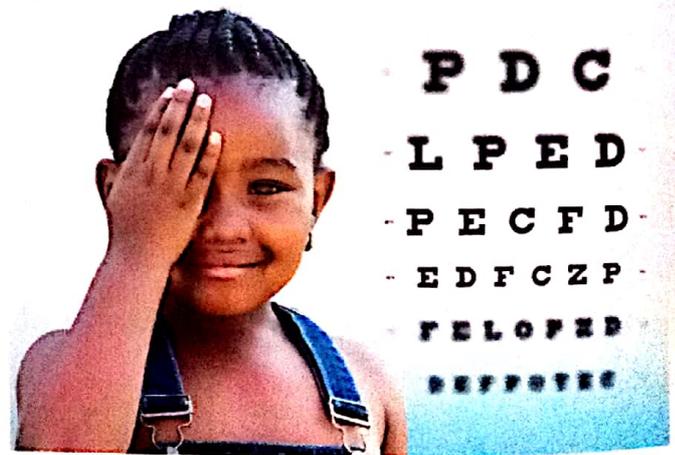
Doc. 11 Chez l'ophtalmologue.



Doc. 8 L'œil est un organe vivant...



Doc. 9 Avec ou sans lunettes, l'œil subit la fatigue.



Doc. 10 Un test de vision simple.

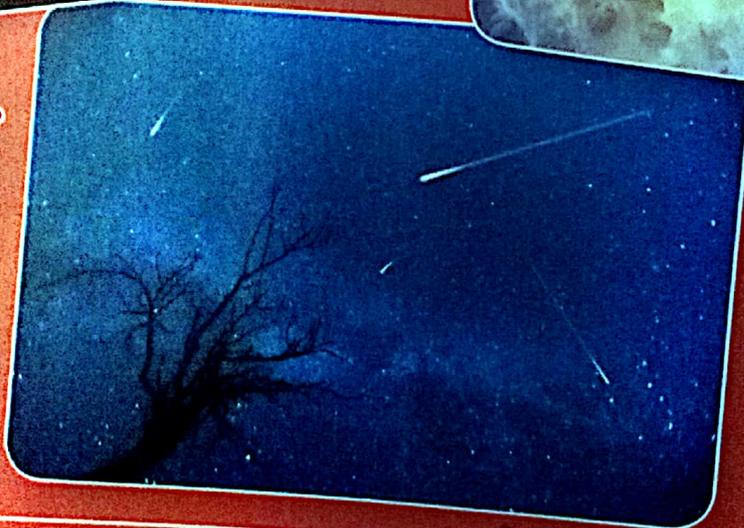
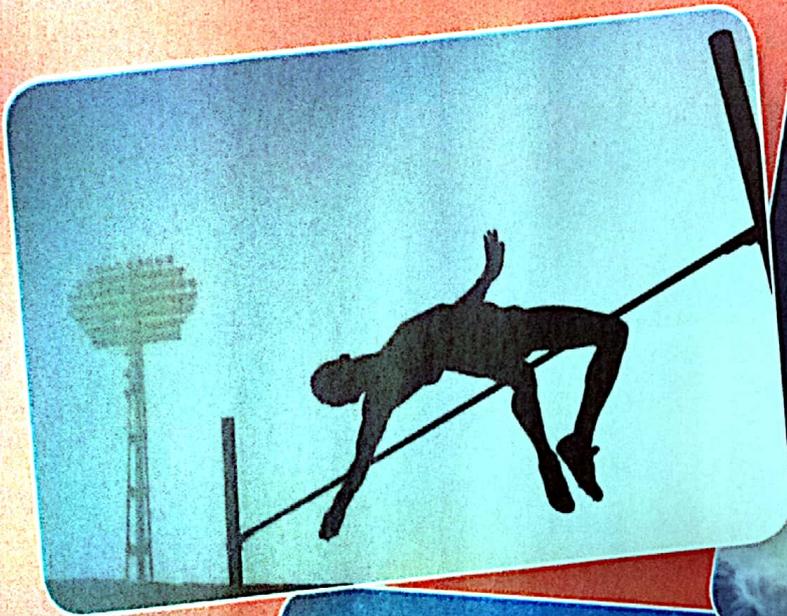
ner une augmentation de la pression à l'intérieur de l'œil. Celle-ci cause des troubles de la vue et peut conduire à la cécité. C'est le **glaucome**.

Conseils : protège tes yeux de toutes les agressions : poussières, produits chimiques, fumées mais aussi lumière solaire !

Les ultraviolets détruisent la rétine et il faut autant que possible porter de **vraies** lunettes de soleil qui arrêtent ces rayonnements dangereux.

Mécanique

- L'homme peut s'entraîner autant qu'il le veut : seul, il n'échappera pas à l'attraction terrestre. Beaucoup de sports ne sont d'ailleurs que des luttes contre la pesanteur.
- Si les avions volent, malgré leur poids, c'est qu'ils prennent appui sur l'air. Mais si cela est possible, c'est parce que l'air est pesant, l'air de l'atmosphère appuie sur la Terre. L'air est pris au piège de l'attraction terrestre. Heureusement pour nous !
- Seules les fusées sont assez puissantes pour se libérer de l'attraction terrestre. La vitesse de libération terrestre a pour valeur 11 km/s soit $40\,000 \text{ km/h}$.
- L'attraction terrestre est également responsable de la chute de météorites sur notre planète. Ce qui apporte plusieurs milliers de tonnes de matériaux par an à notre Terre.



Masse et poids d'un corps

Habilités et contenus

- ✓ Connaître la notion de masse d'un corps et l'unité légale de masse.
- ✓ Définir :
 - le poids d'un corps ;
 - la masse volumique d'une substance ;
 - la densité d'une substance.
- ✓ Connaître l'unité légale de poids et l'unité légale de masse volumique.
- ✓ Connaître la relation entre la masse et le poids d'un corps.
- ✓ Distinguer la masse et le volume d'un corps.
- ✓ Utiliser les relations $P = m.g$ et $a = \frac{m}{V}$.

Découvre le sujet

Au moment de la récolte, les fruits de l'anacardier ainsi que le coton sont vendus « au poids ».

1. Indique la signification que tu donnes à cette expression.
2. Indique le nom de l'appareil présent à côté des sacs de coton.
3. Indique ce que cet appareil mesure.
4. Indique l'unité couramment utilisée lors de la vente.



Doc. 1 Fruits d'anacardier.



Doc. 2 Pesée du coton.

Développe le sujet

Activité 1 Retrouve la notion de masse et son unité légale

1. Nomme chacun des appareils du **document 3**.
2. Nomme la grandeur physique mesurée par ces appareils.
3. Nomme l'unité de cette grandeur dont le symbole apparaît sur la balance numérique.

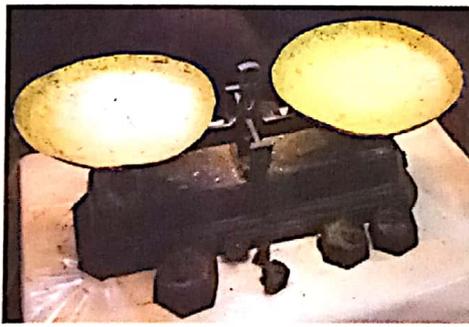
4. On lit sur la balance numérique 0,000 kg. Indique l'unité qui correspond :
- au premier des zéros ;
 - au dernier des zéros.



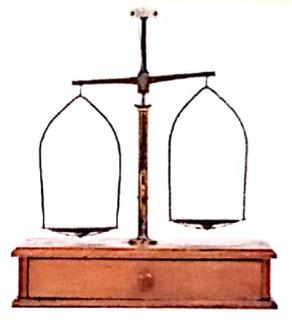
Doc. 3 a. Pèse-bébé. b. Bascule. c. Balance numérique.

Bilan de l'activité

- Ces appareils sont des **balances**. Elles ont parfois des noms particuliers :



Doc. 4 Balance Roberval.



Doc. 5 Balance Trébuchet.

- On appelle souvent **bascule** celle du **document 3b**.
- Ces appareils mesurent la **masse des objets ou des corps**. Le langage courant utilise le mot « poids » mais il s'agit d'une confusion.
- Sur la balance apparaît le symbole **kg** qui est l'abréviation de **kilogramme**. Le **kilogramme** est l'unité légale de la grandeur « **masse** ».
- L'affichage de la balance est 0,000 kg. Le premier zéro signifie que la masse est de 0 kilogramme, les zéros suivants précisent la mesure. Ainsi, le deuxième zéro garantit qu'il n'y a aucune centaine de gramme, le troisième qu'il n'y a aucune dizaine de gramme et le dernier zéro précise qu'il y a zéro gramme. La masse est garantie nulle avec une précision allant jusqu'au gramme.

Remarques :

- La masse d'un corps caractérise la **quantité de matière contenue dans ce corps**, elle ne dépend pas du lieu de la mesure.
- Son unité légale est le **kilogramme** dont le symbole est **kg**. Le kilogramme est un multiple du **gramme** : $1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$ ou $1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ kg}$.
- Dans la vie courante, on utilise parfois la « **tonne** », d'abréviation **t**, dont la valeur est : $1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg}$.

Activité 2 Définis le poids d'un corps

Observe ce manguier. Les mangues pendent au bout de pédoncules.

1. Nomme la direction prise par les pédoncules.
2. Décris ce qui se passe à maturité du fruit.
3. Propose une explication à tes observations.



Doc. 6 Manguier.

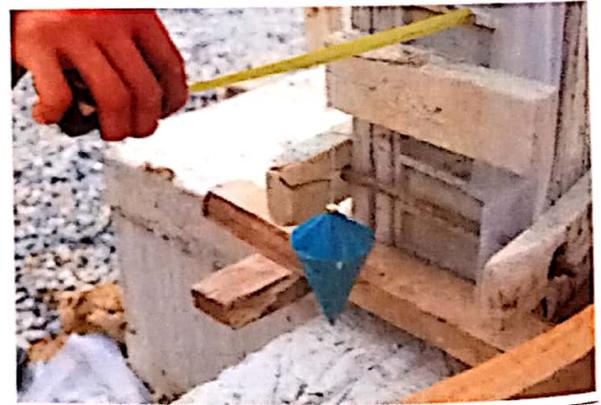


Bilan de l'activité

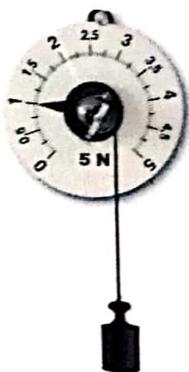
- Le poids des mangues oriente les pédoncules, ils prennent une direction verticale.
- À maturité, les fruits tombent au sol. On n'observe jamais le départ d'un fruit vers le ciel ou vers le côté. Ils tombent tous vers la Terre.
- Si les fruits tombent vers la Terre, c'est qu'une **force** les attire vers elle. Cette **force** est appelée « **poids** ».

Activité 3 Précise les propriétés du poids

1. Nomme les deux outils utilisés par ce maçon.
2. Indique celui qui utilise le poids.
3. Indique la propriété du poids utilisée ici.
4. Nomme l'appareil utilisé sur le **document 8**.
5. Écris le résultat de la mesure.



Doc. 7 Fil à plomb.



Doc. 8 Dynamomètre.



Bilan de l'activité

- Ce maçon utilise un **mètre ruban** et un **fil à plomb**.
- Le **fil à plomb** utilise le **poids**.
- La masse métallique accrochée à l'extrémité du fil est attirée par la Terre et le fil prend la direction verticale. Ce qui permet de vérifier l'aplomb du mur.
- L'appareil du **document 8** est un **dynamomètre**, il mesure l'**intensité du poids**.
- La masse de 0,100 kg accrochée au bout du fil possède un poids de 1 N.

N est le symbole de l'unité du poids : le **newton**.

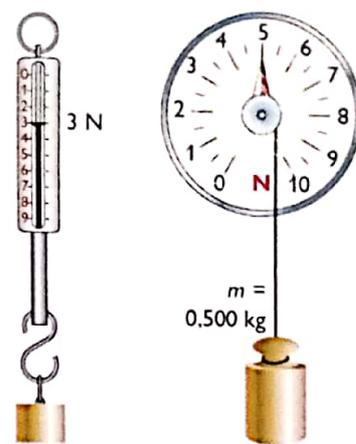
Conclusion : le poids est une force d'attraction de la Terre sur un objet. Le poids s'exerce suivant la verticale du lieu, vers la Terre, et se mesure en newton.

Activité 4 Recherche la relation entre masse et poids d'un corps

1. Suspends successivement au crochet d'un dynamomètre les masses marquées à ta disposition puis lis la valeur du poids correspondant.
2. Complète un tableau (**document 10**) avec tes mesures.
3. Calcule pour chaque cas le quotient du poids par la masse $\frac{P}{m}$ et indique sa valeur dans le tableau.
4. Note tes conclusions.
5. Propose une relation entre la masse et le poids.

| | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|
| P (N) | | | | |
| m (kg) | | | | |
| $\frac{P}{m}$ (N/kg) | | | | |

Doc. 10 Tableau de mesures.



Doc. 9 Poids d'une masse m.

Bilan de l'activité

- Le poids d'un corps est **proportionnel à sa masse**.
- Les résultats des mesures :

| | | | | |
|----------------------|-----|-----|-----|----|
| P (N) | 1 | 2 | 5 | 10 |
| m (kg) | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 |
| $\frac{P}{m}$ (N/kg) | 10 | 10 | 10 | 10 |

- **Le coefficient de proportionnalité, noté g, est l'intensité de la pesanteur.**
- L'**intensité de la pesanteur** varie en fonction du lieu : elle augmente modérément avec la latitude ; elle diminue avec l'altitude.
- À la surface de la Terre, sa valeur est toujours de l'ordre de 10 N/kg. Dans la zone équatoriale, sa valeur est voisine de : $g = 9,78 \text{ N/kg}$. La relation entre masse et poids s'écrit :

$$P = m \cdot g$$

P : poids en **newton (N)**

m : masse en **kilogramme (kg)**

g : intensité de la pesanteur en **newton par kilogramme (N/kg)**

- On peut définir de la même façon un « poids » sur la Lune ou sur tout autre corps céleste. La masse reste constante mais l'intensité de la « pesanteur » dépend du corps céleste.

Exemples :

Sur la Lune : $g = 1,6 \text{ N/kg}$

Sur Mars : $g = 3,7 \text{ N/kg}$

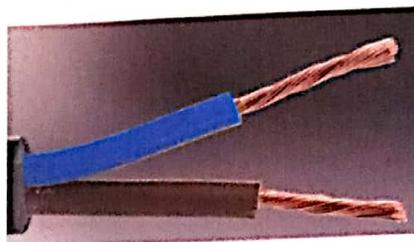
Sur Jupiter : $g = 24,8 \text{ N/kg}$

Activité 5 Définis la masse volumique d'une substance

1. Procure-toi du métal cuivre. Il peut provenir de câble électrique dénudé, de tubes ou d'accessoires de plomberie, etc.
2. Constitue différents lots de cuivre de masse croissante.
3. Pour chaque lot, mesure la masse à l'aide d'une balance.
4. Pour chaque lot, mesure le volume.

Attention, si tu effectues la mesure du volume par déplacement d'eau, il faut réaliser la pesée avant, afin de ne pas risquer de peser du cuivre mouillé !

5. Complète les deux premières colonnes du tableau ci-dessous.
6. Calcule dans chaque cas le quotient $\frac{m}{V}$ et complète la dernière colonne.
7. Propose une définition et une unité pour la masse volumique.



Doc. 11 Fil de cuivre.



Doc. 12 Tuyaux et accessoires en cuivre.

| | m (g) | V (cm ³) | m/V (g/cm ³) |
|-------|-------|----------------------|--------------------------|
| Lot 1 | | | |
| Lot 2 | | | |
| Lot 3 | | | |
| Lot 4 | | | |

Doc. 13 Tableau de mesures.

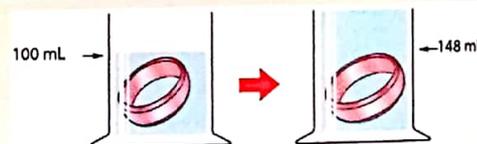


Bilan de l'activité

- Pour chaque lot, on mesure la **masse** à l'aide d'une balance et le **volume** par déplacement d'eau.



Doc. 14 Pesée d'un lot.



Doc. 15 Mesure du volume.

- On constate que pour un même matériau, **masse et volume sont des grandeurs proportionnelles.**

Le quotient $\frac{m}{V}$ est appelé « **masse volumique** » du matériau.

La **masse volumique** est généralement notée par les lettres **a** ou **p** : $a = \frac{m}{V}$

a : masse volumique en **kg/m³** (ou en **g/cm³**)

m : masse de l'objet

V : volume de l'objet

| | m (g) | V (cm ³) | m/V (g/cm ³) |
|-------|-------|----------------------|--------------------------|
| Lot 1 | 90 | 10 | 9 |
| Lot 2 | 197 | 22 | 8,95 |
| Lot 3 | 305 | 34 | 8,97 |
| Lot 4 | 428 | 48 | 8,92 |

Doc. 16 Résultats des mesures.

- L'unité légale de masse volumique est le **kilogramme par mètre cube (kg/m³)**. On utilise souvent le gramme par centimètre cube (g/cm³), et le kilogramme par décimètre-cube (kg/dm³).

Équivalence : 1 kg/dm³ = 1 000 g / 1 000 cm³ = 1 g/cm³

La masse volumique d'une substance est une grandeur caractéristique de la substance considérée. Sa valeur est égale à la **masse de l'unité de volume**.

- Masses volumiques de quelques substances :

| Matériaux | a en kg/m ³ | a en kg/dm ³ (kg/L) | a en g/cm ³ |
|------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Or | 19 300 | 19,3 | 19,3 |
| Fer | 7 800 | 7,8 | 7,8 |
| Aluminium | 2 700 | 2,7 | 2,7 |
| Plomb | 11 400 | 11,4 | 11,4 |
| Bois de teck | 670 | 0,67 | 0,67 |
| Eau | 1 000 | 1 | 1 |
| Huile d'arachide | 900 | 0,9 | 0,9 |
| Essence | 690 | 0,69 | 0,69 |

Activité 6 Définis la densité d'une substance

Compare la masse volumique des matériaux à celle de l'eau.

1. Pour cela, complète le tableau de l'activité 5, en remplissant une colonne supplémentaire.

| Matériaux | a en kg/m ³ | a en kg/dm ³ (kg/L) | a en g/cm ³ | Valeur du rapport a/a _{eau} |
|------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Or | 19 300 | 19,3 | 19,3 | |
| Fer | 7 800 | 7,8 | 7,8 | |
| Aluminium | 2 700 | 2,7 | 2,7 | |
| Plomb | 11 400 | 11,4 | 11,4 | |
| Bois de teck | 670 | 0,67 | 0,67 | |
| Eau | 1 000 | 1 | 1 | |
| Huile d'arachide | 900 | 0,9 | 0,9 | |
| Essence | 690 | 0,69 | 0,69 | |

2. Cette dernière colonne donne la valeur de la densité du matériau.

Indique son unité.

Classe les matériaux en deux groupes.



Bilan de l'activité

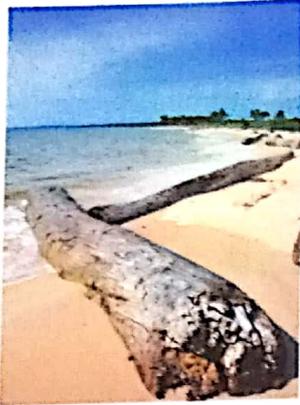
- Le calcul est simple, il suffit de diviser la masse volumique en kg/m³ par 1 000, ou bien de diviser par 1 la masse volumique en kg/dm³ ou en g/cm³.

| Matériaux | a en kg/m ³ | a en kg/dm ³ (kg/L) | a en g/cm ³ | Valeur du rapport a/a _{eau} |
|------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Or | 19 300 | 19,3 | 19,3 | 19,3 |
| Fer | 7 800 | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| Aluminium | 2 700 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Plomb | 11 400 | 11,4 | 11,4 | 11,4 |
| Bois de teck | 670 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| Eau | 1 000 | 1 | 1 | 1 |
| Huile d'arachide | 900 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Essence | 690 | 0,69 | 0,69 | 0,69 |

- Cette valeur de la **densité** est issue du rapport de deux grandeurs de même nature ayant la même unité.
- La densité d'un matériau est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un matériau pris comme référence.** Le corps de référence est pour nous : l'eau.
- La densité est un nombre sans unité.
- La densité de l'eau vaut 1.
- Les corps plus denses que l'eau ont une densité supérieure à 1.**
- Les corps moins denses que l'eau ont une densité inférieure à 1.**

Activité 7 Utilise la notion de densité

Place différents matériaux dans un récipient plein d'eau.



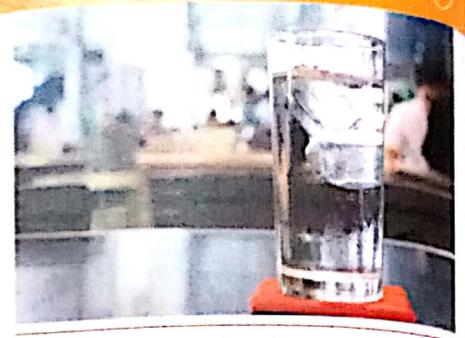
1. Classe-les en deux groupes, ceux qui flottent et ceux qui coulent.

2. Indique ta conclusion en comparant ce classement aux valeurs des densités.

3. Indique dans quel groupe tu classes la glace. Écris ce que tu peux dire de la densité de la glace.

4. Observe le **document 18**. Indique d'où provient ce bois. Indique ce que sa présence sur les plages t'apprend sur la valeur de la densité du bois.

Doc. 18 Grumes sur la plage.



Doc. 17 Glaçons dans l'eau.



Bilan de l'activité

- Le fer, l'aluminium, les pierres, etc. coulent.
- Le bois, l'huile, l'essence... flottent.
- **Les matériaux dont la densité est supérieure à 1 coulent.**
- **Les matériaux dont la densité est inférieure à 1 flottent.**
- La glace flotte, sa densité est donc inférieure à 1.
- Les grumes sur les plages ont été perdues lors du transport sur les fleuves ou lors du chargement sur les bateaux. Elles partent alors à la dérive et finissent sur les plages.
- Le fait qu'elles flottent prouve que la densité du bois est inférieure à 1.

Retiens l'essentiel

- ▶ La masse (m) est la grandeur qui se mesure avec une balance. Son unité légale est le kilogramme (kg).
- ▶ Le poids (P) d'un corps est l'attraction exercée par la Terre sur ce corps. Son unité légale est le newton (N).
- ▶ Masse et poids sont reliés par la relation : $P = m \cdot g$
 g est l'intensité de la pesanteur. Son unité légale est le N/kg. Sa valeur à la surface de la Terre est partout de l'ordre de 10 N/kg.
- ▶ La masse volumique (a ou ρ) d'une substance correspond à la masse de l'unité de volume de cette substance. Son unité légale est le kg/m^3 .
$$a = \frac{m}{V}$$

 m : masse en kg ; V : volume en m^3 .
- ▶ La densité (d) d'une substance solide ou liquide donnée est le rapport de la masse volumique de la substance (ρ_s) à la masse volumique de l'eau (ρ_e).
- ▶ La densité est un nombre sans unité.

Mots-clés

Masse

Poids

Pesanteur

Intensité de la pesanteur

Masse volumique

Densité

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?
Pour chacune d'elles, place une croix dans la colonne appropriée.

| | Vrai | Faux |
|--|------|------|
| a. La masse d'un corps est constante. | | |
| b. Le poids d'un corps est constant. | | |
| c. Masse et poids sont synonymes. | | |
| d. L'intensité de la pesanteur augmente avec l'altitude. | | |
| e. La masse volumique est égale au quotient de la masse par le volume. | | |
| f. La densité est le rapport entre deux masses volumiques. | | |
| g. Les corps de densité inférieure à 1 flottent sur l'eau. | | |
| h. La densité s'exprime en newton. | | |

Exercice 2

Convertis les masses suivantes en complétant le tableau :

| | | | | |
|--|-------|-----|--|-------|
| 2,586 kg ; 645 g ; 3,5 t ; 789 mg ; 8 524 g ; 0,681 kg ; 0,5 t | | | | |
| gramme (g) | | 645 | | 8 524 |
| kilogramme (kg) | 2,586 | | | 0,681 |

Exercice 3

Réarrange les mots et groupes de mots ci-dessous de façon à obtenir des phrases ayant un sens.

- la/est une caractéristique/masse volumique/ elle s'exprime/d'un matériau/en kilogramme par mètre-cube/de ce matériau
- dont la densité/à un/les matériaux/quand ils sont plongés/est supérieure/coulent/dans l'eau

Exercice 4

Relie si possible chaque grandeur physique de la colonne de gauche à son unité dans la colonne de droite.

| | | | |
|-----------------|---|---|----------|
| Masse | • | • | m^3 |
| Poids | • | • | kg/m^3 |
| Masse volumique | • | • | kg |
| Densité | • | • | N |

Exercice 5

La masse volumique de l'aluminium est de $2,7 g/cm^3$.
Détermine la masse de $50 cm^3$ d'aluminium.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

- Détermine la masse volumique d'une substance dont un échantillon de 156 g occupe un volume de $20 cm^3$.
- Recherche quelle peut être cette substance.

Exercice 7

Détermine le volume de métal dans un tube de cuivre de masse $m = 1\ 210 g$, sachant que le métal cuivre a une masse volumique de $8,96 g/cm^3$.

Exercice 8

Cet astronaute porte une combinaison spatiale de masse 120 kg. Il semble la porter sans effort. Ton frère te sollicite pour lui donner une explication à cette curieuse impression.
Tu sais que les intensités de la pesanteur sur la Terre et sur la Lune sont : $g_T = 9,8 N/kg$ et $g_L = 1,6 N/kg$.

- Compare la masse du scaphandre sur la Terre à sa masse sur la Lune.
- Détermine le poids du scaphandre :
 - sur la Terre ;
 - sur la Lune.
- Explique à ton frère ce qui justifie son impression.



Exercice 9

En voiture avec ton ami et son papa, vous tombez en panne de carburant. Vous partez chercher un bidon d'essence. Le bidon vide de capacité 20 litres a une masse de 1,8 kg.

À la station, le pompiste le remplit avec une essence de densité $d = 0,72$.

Calcule :

- La masse volumique de l'essence.
- La masse de 20 litres d'essence.
- La masse du bidon plein d'essence.

L'attraction terrestre

« Tous les corps possédant une masse s'attirent. » (Newton, 1687) Cette force d'attraction est importante quand l'un des deux corps est très massif.

C'est le cas de la Terre dont la masse vaut environ 6.10^{24} kg.

Ainsi, la Terre attire tous les corps qui sont dans son voisinage.

Cela explique la chute des fruits mûrs mais aussi le fait que lorsque nous sautons, nous retombons toujours au sol.

Cela explique également la rotation de la Lune (de masse $7,3.10^{22}$ kg) et des satellites autour de la Terre.



Doc. 19 Astronautes en apesanteur dans la station spatiale internationale.

L'impesanteur



Doc. 20 Avion en chute libre pour simuler l'apesanteur.

Dans les cabines spatiales, les astronautes semblent « voler » dans l'espace. Ils ne retombent pas sur le plancher de la cabine. Cela ne signifie pas que la pesanteur ait disparu. La Terre les attire toujours ! Un peu moins qu'au niveau du sol mais la valeur de g est encore de $9,5 \text{ N/kg}$ à 100 km d'altitude.

Simplement, ils « tombent » vers la Terre à la même vitesse que leur cabine ! Ils sont en état d'impesanteur. C'est ce qui arrive lorsque les astronautes s'entraînent dans un avion tombant en chute libre. Ils ont toujours un poids mais leur environnement (l'avion) tombe en même temps qu'eux.

Les forces

Habilités et contenus

- ✓ Définir une force.
- ✓ Connaître :
 - l'unité de la valeur d'une force ;
 - les caractéristiques d'une force à partir de l'exemple du poids (direction, sens, point d'application ou origine et valeur).
- ✓ Représenter une force : le poids d'un corps.
- ✓ Définir la poussée d'Archimède : cas du liquide.
- ✓ Connaître les caractéristiques de la poussée d'Archimède.
- ✓ Déterminer la valeur P_A de la poussée d'Archimède.
- ✓ Représenter la poussée d'Archimède.
- ✓ Connaître d'autres exemples de forces (forces magnétiques, tension d'un fil, réaction d'un support).
- ✓ Distinguer :
 - les forces à distance et les forces de contact ;
 - les forces à action répartie et les forces à action localisée.
- ✓ Utiliser les relations $P_A = P - P'$ et $P_A = a_L \cdot V_L \cdot g$

Découvre le sujet

Lors de la remontée du seau, tu as pu constater, comme cette jeune fille, qu'il y avait deux périodes :

- celle durant laquelle le seau est dans l'eau ;
- celle durant laquelle le seau est dans l'air.

Dis durant quelle période l'effort sur la corde est le plus important.

Propose une explication.

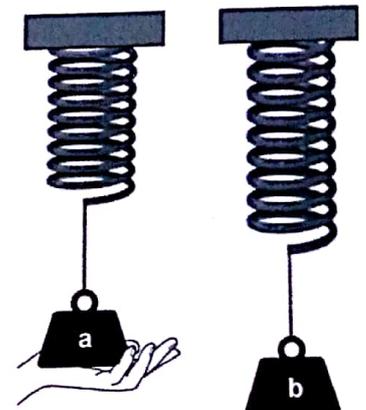


Doc. 1 Au puits.

Développe le sujet

Activité 1 Définis une force

1. Suspends une masse marquée à l'extrémité d'un ressort en la maintenant, comme l'indique la figure a ci-contre.
2. Lâche la masse marquée.
3. Note tes observations.
4. Recherche à quelles actions, attraction ou répulsion, la masse est soumise.
5. Ces actions sont des forces. Liste les conséquences qu'elles ont dans cette expérience.
6. Propose une définition de la notion de « force ».



Doc. 2 Ensemble masse ressort.



Bilan de l'activité

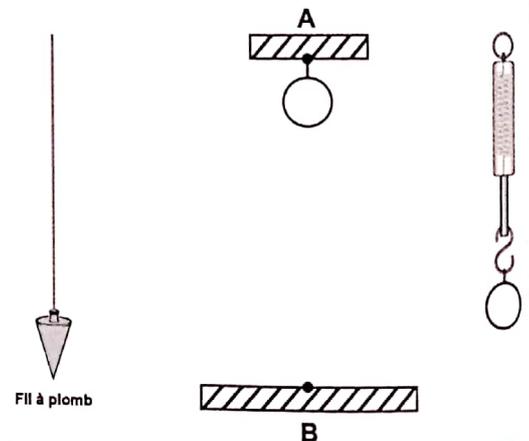
- Lorsqu'on lâche la masse, celle-ci se met en mouvement vers le bas, puis elle remonte et oscille verticalement avant de s'immobiliser.
- La masse est soumise à l'**attraction de la Terre**, son **poids**, qui l'attire vers le bas. Elle est également soumise à l'action du ressort qui l'attire vers le haut.
- Au début, le poids met la masse en mouvement vers le bas, mais le ressort se déforme, il s'allonge de façon excessive et entraîne à son tour la masse vers le haut. Puis, après quelques allers-retours, la masse s'immobilise.
- Au cours de cette expérience, le poids et la force exercée par le ressort sont capables de mettre la masse en mouvement, puis de la maintenir en équilibre. Le poids est capable de déformer le ressort.

Définition : une force est une action capable de mettre en mouvement un corps, de modifier son mouvement, de déformer un corps ou de participer à son équilibre.

Activité 2 Découvre les caractéristiques du poids

Tu disposes de fil, d'un morceau de pâte à modeler de masse m , d'une boîte d'allumettes, d'un fil à plomb et d'un dynamomètre.

1. Fixe le morceau de pâte à modeler à l'extrémité d'un fil accroché à un support au point A.
2. Brûle le fil et observe la chute de la boule de pâte. Laisse la pâte à son point de chute.
3. Remplace en A le fil par un fil à plomb.
Laisse descendre le fil à plomb jusqu'à la pâte à modeler.
4. Écris tes observations et tes déductions :
 - indique la trajectoire suivie par la pâte à modeler lors de sa chute ;
 - indique le sens de la chute ;
 - déduis-en la direction et le sens du poids.
5. Mesure la valeur du poids de la pâte à modeler à l'aide d'un dynamomètre.
6. Représente le poids du morceau de pâte à modeler par une flèche correctement orientée et d'une longueur correspondant à l'échelle : 1 cm représente 1 N.



Doc. 3 Chute d'un corps.



Bilan de l'activité

- Le fil à plomb se place au-dessus du **centre de symétrie** de la pâte à modeler. La pâte à modeler est donc tombée verticalement. La trajectoire est un **segment de droite verticale**.
- Le sens de la chute est **vers le centre de la Terre**.
- Le poids étant la cause de cette chute, le poids est de **direction verticale et orienté vers le bas**.
- Le poids de la pâte à modeler peut-être représenté par une **flèche verticale, dirigée vers le bas**. En prenant par exemple une valeur de 2 newtons, la longueur de la flèche sera de 2 cm.

- Le poids s'applique à la pâte à modeler, c'est elle qui le subit. Le poids s'applique à chaque petite partie de la pâte. Par convention, on dessinera la flèche avec comme origine le centre de symétrie de la pâte.
- Le poids est une force verticale, de sens de haut en bas, de valeur $P = m.g$.

Cette valeur se mesure en **newton**.

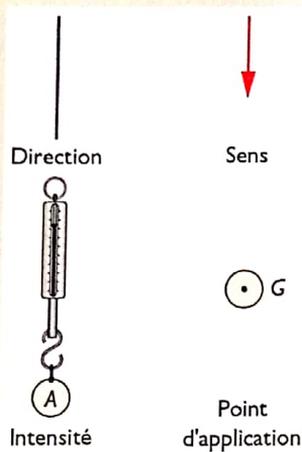
Par convention, on le représente par une flèche verticale, orientée de haut en bas, d'origine le **centre de gravité du corps**, et de **longueur proportionnelle à la valeur du poids**, après avoir choisi une **échelle de représentation**.

Remarques :

– Le **centre de gravité** est souvent confondu avec le **centre de symétrie** du corps.

– Le **poids** est l'expression d'un phénomène physique, l'**attraction entre masses**.

On le représente par un modèle mathématique : un **vecteur**, et on le symbolise schématiquement par une **flèche**.



Doc. 4 Caractéristiques du poids de l'objet A.



Doc. 5 Représentation du poids.

Activité 3 Découvre la poussée d'Archimède

Tu as déjà essayé d'enfoncer un ballon dans l'eau.

1. Décris tes observations.
2. Propose une explication à ces observations.



Doc. 6 Ballon dans l'eau.

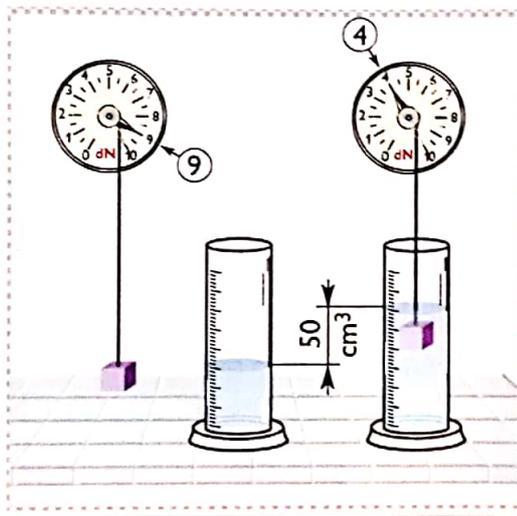
Bilan de l'activité

- Un ballon comme celui du **document 6** flotte à la surface de l'eau. Si on essaie de l'enfoncer sous l'eau, une force importante s'oppose à cette immersion. Si on relâche le ballon sous l'eau, il remonte vivement à la surface et peut même jaillir hors de l'eau.
- Le poids du ballon entraîne celui-ci vers le fond de l'eau. Si le ballon ne coule pas, c'est qu'une seconde force intervient, et qu'elle est dirigée vers le haut. Cette force ne peut être exercée que par l'eau.
- La force exercée par l'eau sur le ballon porte le nom de « **poussée d'Archimède** ».

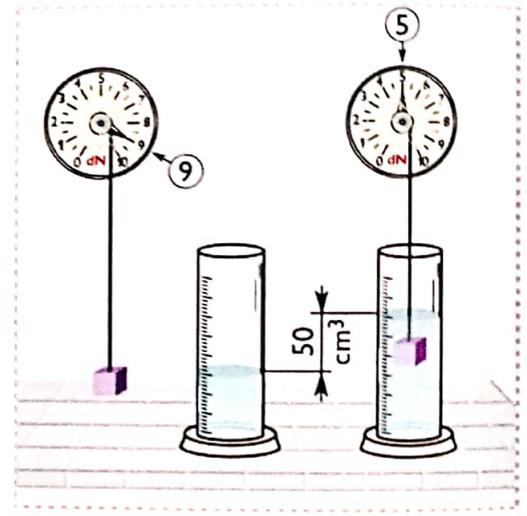
Activité 4 Étudie la poussée d'Archimède

Tu disposes d'un corps plus dense que l'eau, d'un dynamomètre et d'une éprouvette graduée. Tu réalises les expériences décrites sur les **documents 7 et 8**.

- L'éprouvette contient de l'eau.
 - Mesure le poids du corps.
 - Note l'indication du dynamomètre quand le corps est immergé.
 - Détermine la valeur de la poussée d'Archimède.
 - Détermine le poids de l'eau de même volume que l'objet.
- L'éprouvette contient de l'alcool de densité $d = 0,8$.
 - Note l'indication du dynamomètre quand le corps est immergé.
 - Détermine la valeur de la poussée d'Archimède.
 - Détermine le poids de l'alcool de même volume que l'objet.
- Propose une conclusion à partir de ces deux expériences.



Doc. 7 Poussée d'Archimède dans l'eau.



Doc. 8 Poussée d'Archimède dans l'alcool.



Bilan de l'activité

- Le poids du corps vaut $P = 9 \text{ dN}$, soit $P = 0,9 \text{ N}$.
Quand le corps est immergé, le dynamomètre indique $F = 0,4 \text{ N}$.
La poussée d'Archimède vaut donc $P_A = P - F$; $P_A = 0,9 - 0,4$; $P_A = 0,5 \text{ N}$.
Le corps possède un volume de 50 cm^3 . L'immersion du corps a « déplacé » un volume de 50 cm^3 d'eau.
Ce volume d'eau possède une masse $m = 50 \text{ g}$ et un poids $P = 0,5 \text{ N}$.
- Quand le corps est immergé dans l'alcool, le dynamomètre indique $F = 0,5 \text{ N}$.
La poussée d'Archimède vaut donc $P_A = P - F$; $P_A = 0,9 - 0,5$; $P_A = 0,4 \text{ N}$.
Le corps possède un volume de 50 cm^3 . L'immersion du corps a « déplacé » un volume de 50 cm^3 d'alcool.
Ce volume d'alcool possède une masse $m = 40 \text{ g}$ et un poids $P = 0,4 \text{ N}$.
- Dans ces deux cas, on constate que la poussée d'Archimède a la même intensité que le poids du liquide déplacé.

C'est une loi générale :

La valeur de la poussée d'Archimède est égale à la valeur du poids du liquide déplacé.

Activité 5 Détermine les caractéristiques de la poussée d'Archimède

La poussée d'Archimède est une force. Elle peut être modélisée par un vecteur. Donne les caractéristiques de ce vecteur.



Bilan de l'activité

- Les observations précédentes montrent que **la poussée d'Archimède s'oppose au poids**.

Elle est donc de direction verticale, son sens est de bas en haut.

- **Son intensité est égale au poids du volume de liquide déplacé :**

$$P_A = P_{\text{liquide déplacé}}$$

$$P_A = m_{\text{liquide}} \cdot g$$

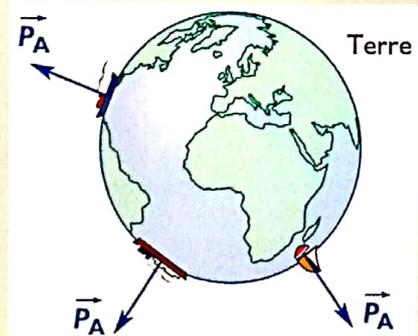
$$P_A = \rho_{\text{liquide}} \cdot V_{\text{immergé}} \cdot g$$

$$P_A = \rho_{\text{liq}} \cdot V_{\text{im}} \cdot g$$

- **La poussée d'Archimède est une force de contact répartie sur toute la surface de contact entre le liquide et le corps.**

On la modélise par une force unique appliquée au centre de gravité du liquide déplacé.

- Ce point est appelé **centre de carène**, on le note **C**.



Doc. 9 La poussée d'Archimède est verticale.

Activité 6 Recherche d'autres types de force

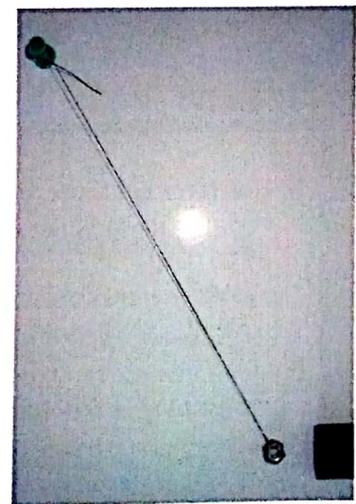
Tu disposes de fil, d'un objet en fer et d'un aimant. Après avoir accroché l'objet au fil et l'avoir suspendu à un support, tu approches un aimant.

1. Établis la liste des forces qui s'exercent sur l'objet.
2. Indique pour chaque force : sa direction, son sens et son point d'application.
3. Propose une schématisation de cette situation.
4. Propose une classification des forces.



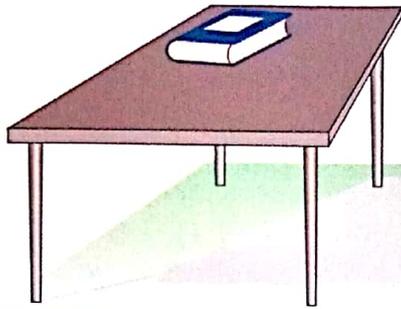
Bilan de l'activité

- L'objet est soumis à son poids. Le fil se tend et l'empêche de tomber, il exerce donc une force vers le haut. L'aimant attire l'objet vers lui.
- Le poids est vertical, vers le bas, et s'applique au centre de gravité. Le fil exerce une force que nous appellerons « **tension du fil** » ou simplement **tension**. Elle possède la direction du fil et son sens est de l'objet vers le fil. Son point d'application est le point d'attache.



Doc. 10 Équilibre d'un objet suspendu.

- L'aimant exerce une force horizontale dans le cas du **document 10**. Cette force s'exerce de l'objet vers l'aimant, elle s'applique à toute la masse métallique de l'objet. On peut la modéliser en l'appliquant au centre de gravité.
- Il existe un autre type de force très fréquent, la **réaction des supports** : ce livre sur la table ne tombe pas car la table « réagit », le livre subit de la part de la table une force vers le haut dénommée « **réaction de la table** ».



Doc. 12 La table soutient le livre.
Le sol soutient la table.

des supports : ce livre sur la table ne tombe pas car la table « réagit », le livre subit de la part de la table une force vers le haut dénommée « **réaction de la table** ».

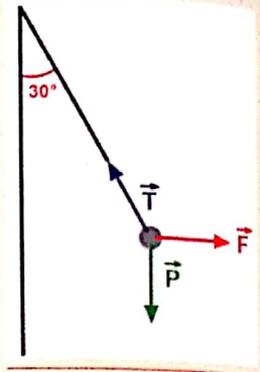
- Il est possible de classer les forces en différents groupes :

- Les **forces à distance** : elles ne nécessitent aucun contact pour s'exercer. Par exemple, le poids, les forces magnétiques ou électriques.

- Les **forces de contact** : la tension d'un fil attaché à un objet, la réaction de la table, etc.

- Les **forces réparties** : comme le poids, réparti dans toute la matière, ou la réaction de la table, répartie sur toute la surface de contact.

- Les **forces localisées** : le point d'attache d'un fil, la force de réaction d'un support quand la zone de contact est de dimension très réduite (pivot, contact ponctuel d'une boule sur un plan, etc.).



Doc. 11 Inventaire des forces.

Retiens l'essentiel

- ▶ Une force est toute action mécanique capable de :
 - mettre en mouvement un corps ou modifier le mouvement de ce corps ;
 - déformer un corps ;
 - participer à l'équilibre d'un corps.
- ▶ Une force est caractérisée par sa direction, son sens, son intensité et son point d'application.

| Force | Direction | Sens | Intensité | Point d'application |
|---------------------|-----------|--------------|--------------------------------------|---------------------|
| Poids | Verticale | Vers le bas | $P = m \cdot g$ | Centre de gravité |
| Poussée d'Archimède | Verticale | Vers le haut | $P_A = a_{liq} \cdot V_{im} \cdot g$ | Centre de poussée |

- ▶ Les forces peuvent être classées en :
 - forces localisées ou réparties ;
 - forces à distance ou de contact.

Mots-clés

Force
Direction
Sens
Intensité (ou valeur)
Point d'application
Force localisée
Force répartie
Force à distance
Force de contact

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Recopie et complète le tableau suivant en plaçant des croix dans les cases appropriées.

| Force | Localisée | Répartie | À distance | De contact |
|-----------------------|-----------|----------|------------|------------|
| Poids | | | | |
| Force magnétique | | | | |
| Tension d'un fil | | | | |
| Réaction d'un support | | | | |
| Poussée d'Archimède | | | | |

Exercice 2

Réarrange les mots et groupes de mots ci-dessous de façon à obtenir des phrases ayant un sens.

- la poussée/du liquide/d'Archimède/est/Dans un liquide/égale au poids/déplacé.
- sur un bateau/La poussée d'Archimède/est une force de contact/de la coque./de la partie immergée/répartie sur la surface

Exercice 3

Nomme les quatre caractéristiques d'une force.

Exercice 4

Détermine les caractéristiques de la poussée d'Archimède qui s'exerce sur un solide de volume $V = 250 \text{ cm}^3$ totalement immergé dans l'eau.

Exercice 5

Un solide de masse 200 g est totalement immergé dans l'eau. Le dynamomètre qui le soutient indique 1,5 newton.

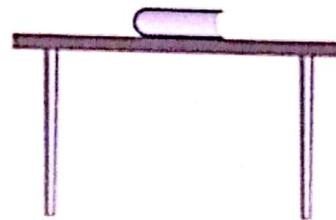
- Détermine la valeur de la poussée d'Archimède qui s'exerce sur ce solide.
- Détermine le volume du solide.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

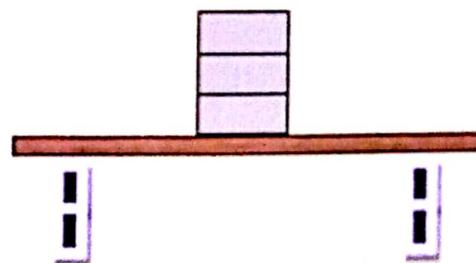
Un livre de masse 600 g est posé sur une table.

- Détermine les caractéristiques des forces qui interviennent sur le livre.
- Modélise-les par des vecteurs et représente-les sur un schéma en utilisant comme échelle : 1 cm représente 2 N.



Exercice 7

Sur un chantier de construction, tu observes un ouvrier empiler des sacs de ciment sur une planche. Cette planche repose sur deux briques comme l'indique la figure ci-dessous. Après le dépôt du troisième paquet de ciment, la planche se casse par le milieu. Sachant qu'un paquet de ciment pèse 25 kg et que la planche a une masse de 25 kg, il t'est demandé de traiter la scène observée pour justifier la cassure de la planche par le milieu.



Exercice 8

Tu assistes avec ton ami à une séance de formation de maîtres-nageurs en piscine. Au cours de la formation, vous observez un exercice consistant à remonter à la surface de l'eau un mannequin de forme humaine, de masse 70 kg, reposant au fond de la piscine. Ton ami qui a suivi avec attention le déroulement de l'exercice t'interroge pour savoir comment il est possible de remonter à la surface de l'eau un objet aussi lourd. Explique-lui pourquoi cet exercice est réalisable.

Équilibre d'un solide soumis à deux forces

Habilités et contenus

- ✓ Connaître les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.
- ✓ Utiliser les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.
- ✓ Représenter les forces agissant sur un solide en équilibre.
- ✓ Connaître la condition de flottaison d'un corps.
- ✓ Utiliser la condition de flottaison d'un corps.

Découvre le sujet

Indique le matériau de construction de ce cargo.
Indique si ce matériau habituellement coule ou flotte sur l'eau.
Propose une explication à cette apparente contradiction : le métal coule mais le bateau métallique flotte.



Doc. 1 Dans le port d'Abidjan.

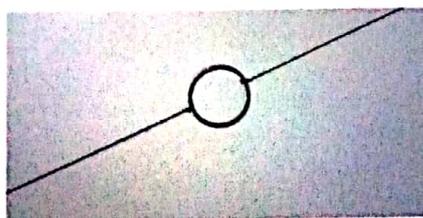
Développe le sujet

Activité 1 Découvre l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

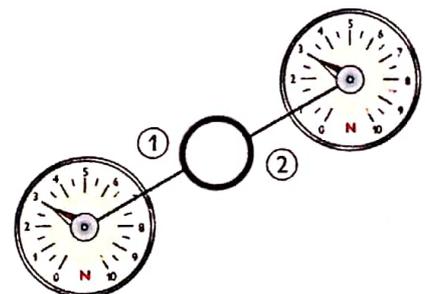
Tu disposes de fil, d'un objet très léger (petit anneau, trombone, ou morceau de polystyrène expansé) et de deux dynamomètres.

Tu réalises l'expérience du **document 2**, en tendant bien les fils accrochés à l'anneau.

1. Indique quelles sont les forces qui s'appliquent à l'anneau.
2. Note tes observations par rapport :
 - à la direction des fils ;
 - aux valeurs indiquées par les dynamomètres.
3. Schématise les forces intervenant sur l'anneau.
4. Donne les conditions d'équilibre de cet anneau.



Doc. 2 Anneau soumis à deux forces.

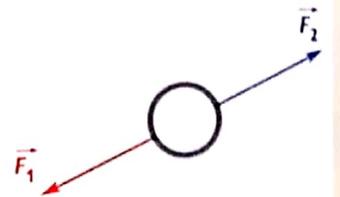


Doc. 3 Indication des dynamomètres.

Bilan de l'activité

- Les **forces** qui s'appliquent à l'anneau sont :
 - le **poids** \vec{P} ;
 - la **tension du fil 1**, \vec{F}_1 ;
 - la **tension du fil 2**, \vec{F}_2 .
- Lorsque les fils sont tendus, on constate qu'ils sont alignés. Ils ont même direction, ils sont **colinéaires**.
Les valeurs indiquées par les dynamomètres dépendent de la tension exercée mais elles sont toujours égales.
- En prenant comme échelle 1 cm représente 1 N, les forces de tension sont représentées par un vecteur de longueur 3 cm.
La masse de l'anneau est d'environ 2 grammes, son poids est alors $P = 0,02$ N.
La longueur de la flèche représentant le poids serait de 0,02 cm. Soit 0,2 mm.
Le poids est négligeable devant les forces de tension et l'on peut considérer que ce solide n'est soumis qu'à deux forces.
- **Un solide soumis à deux forces est en équilibre lorsque les deux forces sont :**
 - **colinéaires** ;
 - **de sens opposés** ;
 - **de même intensité**.
 Ces conditions se traduisent dans la relation vectorielle :

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ qui peut s'écrire : } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

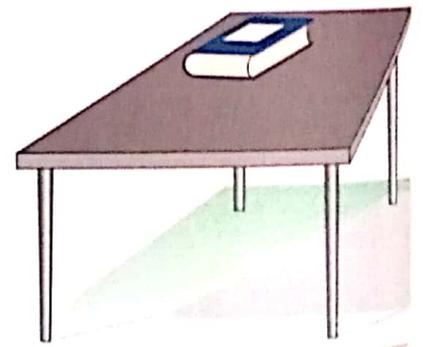


Doc. 4 Schématisation des forces.

Activité 2 Étudie les réactions des supports

Tu poses un livre sur une table.

1. Indique quelles sont les forces qui s'appliquent au livre.
2. Écris la relation vectorielle entre les forces qui traduisent l'équilibre de ce livre.
3. Écris les caractéristiques de ces forces.
4. Schématise les forces intervenant sur le livre.

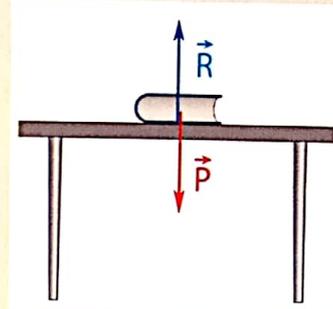


Doc. 5 Un livre sur une table.

Bilan de l'activité

- Les **forces** qui s'appliquent sur le livre sont le **poids** \vec{P} et la **réaction de la table** \vec{R} .
- Le livre est en équilibre : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$
- Caractéristiques du **poids** :
 - C'est une **force à distance** que la Terre exerce de façon répartie sur le livre.
 - Sa direction est verticale.
 - Son sens est du haut vers le bas.
 - Son point d'application est le **centre de gravité** du livre : G.
 - Sa valeur est P.

- Caractéristiques de la réaction de la table : la condition d'équilibre nous apprend qu'elle est opposée au poids.
 $\vec{R} = -\vec{P}$
 - C'est une force de contact, répartie sur la surface de contact entre le livre et la table.
 - Sa direction est verticale.
 - Son sens est vers le haut.
 - Sa valeur est $R = P$.
 - Son point d'application : on doit le schématiser à l'aplomb du centre de gravité.

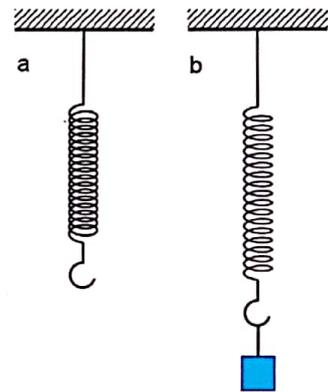


Doc. 6 Représentation des forces s'exerçant sur le livre.

Activité 3 Étudie l'équilibre solide-ressort

Tu accroches un solide à un ressort (**document 7.a**), et tu attends que l'ensemble soit immobile. Alors l'équilibre est atteint (**document 7.b**).

1. Indique quelles sont les forces qui s'appliquent au solide à l'équilibre.
2. Écris la relation vectorielle entre les forces qui traduit l'équilibre de ce solide.
3. Écris les caractéristiques de ces forces.
4. Schématise les forces intervenant sur le solide.

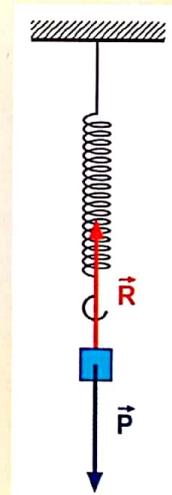


Doc. 7 Équilibre solide-ressort.



Bilan de l'activité

- Les **forces** qui s'appliquent au solide sont le **poids** \vec{P} et la **tension du ressort** \vec{R} .
- Le solide est en équilibre : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$
- Caractéristiques du **poids** :
 - Sa direction est verticale.
 - Son sens est du haut vers le bas.
 - Son point d'application est le **centre de gravité** du solide : **G**.
 - Sa valeur est P .
- Caractéristiques de la **tension du ressort** : la condition d'équilibre nous apprend qu'elle est opposée au poids. $\vec{R} = -\vec{P}$
 - Sa direction est verticale.
 - Son sens est vers le haut.
 - Sa valeur est $R = P$.
 - Son point d'application : le point d'accrochage entre le fil de suspension et le solide. Ce point est à l'aplomb du **centre de gravité G**.

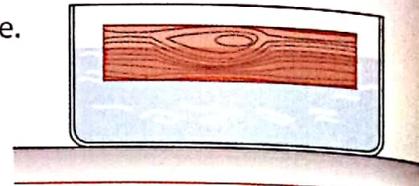


Doc. 8 Schématisation des forces.

Activité 4 Détermine la poussée d'Archimède pour un corps flottant

Tu disposes d'une plaque de bois flottant sur l'eau.

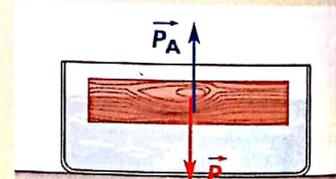
1. Indique les forces qui s'exercent sur la plaque.
2. Indique sur quelle partie de la plaque s'exerce la poussée d'Archimède.
3. Écris la relation vectorielle entre les forces qui traduit l'équilibre de ce solide.
4. Écris les caractéristiques de ces forces.
5. Schématise les forces intervenant sur le solide.



Doc. 9 Bois flottant.

Bilan de l'activité

- La plaque est soumise à l'**attraction de la Terre** : son **poids** \vec{P} .
La plaque est soumise à la **poussée d'Archimède** \vec{P}_A .
- La plaque n'est pas complètement immergée, la poussée d'Archimède ne s'exerce que sur la partie immergée.
- La plaque est en équilibre : $\vec{P} + \vec{P}_A = \vec{0}$
- Caractéristiques du **poids** :
 - Sa direction est verticale.
 - Son sens est du haut vers le bas.
 - Son point d'application est le **centre de gravité** du solide : **G**.
 - Sa valeur est **P**.
- Caractéristiques de la **poussée d'Archimède** : la condition d'équilibre nous apprend qu'elle est opposée au poids. $\vec{P}_A = -\vec{P}$
 - Sa direction est verticale.
 - Son sens est vers le haut.
 - Sa valeur est $P_A = P$.
 - Son point d'application : le centre de carène, **centre de gravité** du liquide déplacé. Ce point est à l'aplomb du **centre de gravité** du solide.



Doc. 10 Représentation des forces.

Retiens l'essentiel

- ▶ Si un solide est en équilibre sous l'action de deux forces, ces forces satisfont la relation :
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$
- ▶ Les deux forces sont colinéaires, elles sont de sens opposés et ont la même intensité.
- ▶ Leurs points d'application ne sont pas nécessairement confondus mais ils sont sur la droite d'action commune des forces.
- ▶ Cette loi est générale et s'applique, que les forces soient des forces à distance ou des forces de contact, qu'elles soient réparties ou localisées.

Mots-clés

Équilibre
Colinéaire
Réaction
Tension
Poussée d'Archimède

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Recopie et complète le texte ci-dessous avec les mots et expressions qui conviennent.

Un livre est posé sur une table horizontale. Pour le maintenir en, deux forces sont nécessaires : le du livre et la de la table. Le livre restera dans cet état si les deux forces ont la même, mais sont de sens

Exercice 2

Recopie chacune des propositions suivantes et dis si elles sont vraies ou fausses.

| | Vrai | Faux |
|---|------|------|
| Une pirogue immobile sur une rivière est soumise à son poids et à la poussée d'Archimède. | | |
| Si deux forces maintiennent un corps en équilibre, ces forces ont nécessairement la même direction. | | |
| Si deux forces de sens opposés s'appliquent à un corps donné, ce corps est nécessairement en équilibre. | | |
| Un corps flotte si son poids est supérieur à la poussée d'Archimède. | | |

Exercice 3

Réarrange les mots et groupes de mots ci-dessous de façon à obtenir une phrase ayant un sens.

- la masse/ d'un corps/ déplacé. /est/ égale/ à la masse/ du liquide/ flottant/ À l'équilibre/
- sur un solide/ Si deux forces/ en équilibre. / agissant/ alors le solide/ et des sens opposés/ ont la même direction, / la même valeur/ est /

Exercice 4

Quelles sont la ou les lettres correspondant aux bonnes réponses ?

- Deux forces peuvent maintenir un corps pesant en équilibre,
 - si l'une des deux l'empêche de tomber.
 - si elles sont de même sens.
 - si elles ont même valeur.
 - si elles ont même direction.
- Si le corps est en équilibre sous l'action de deux forces et que l'une des forces est verticale, l'autre :
 - est verticale.
 - est horizontale.
 - est nulle.
 - est supérieure au poids.

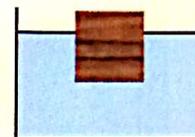
Exercice 5

Représente à l'échelle 1 cm pour 1 N les deux forces s'exerçant sur un livre posé sur une table horizontale. La masse du livre est de 300 g. Tu prendras pour valeur $g = 10 \text{ N/kg}$.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

Un cube de bois de 10 cm d'arête flotte sur l'eau. 70 % du cube est immergé.

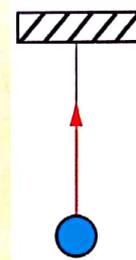


- Détermine le volume de la partie immergée du corps.
- Détermine la valeur de la poussée d'Archimède.
- Détermine le poids du corps.
- Détermine la masse du corps.
- Détermine la masse volumique du bois.

Exercice 7

Sur la figure ci-dessous réalisée à l'échelle 1 cm pour 3 N :

- Nomme la force représentée en rouge.
- Détermine les caractéristiques de la force représentée.
- Détermine les caractéristiques de la deuxième force qui maintient l'équilibre de la boule.
- Représente cette deuxième force sur un schéma.

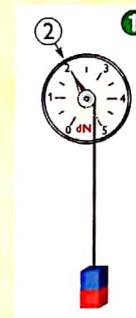


Exercice 8

- Un aimant est suspendu à un dynamomètre. Représente les forces s'exerçant sur l'aimant en équilibre (1 cm représente 1 newton).



- Un cube de fer est posé sur une balance. Elle indique $m = 500 \text{ g}$. Représente les forces s'exerçant sur le cube.
- L'aimant est suspendu au-dessus du cube de fer. Représente les forces qui s'exercent :
 - sur l'aimant ;
 - sur le cube.



La poussée d'Archimède dans les gaz



Doc. 11 Montgolfière au-dessus de la savane.

Modélisation en sciences physiques

Les phénomènes physiques sont souvent complexes. Lorsqu'on les étudie, on essaie de les simplifier pour aboutir à un modèle explicatif raisonnable, efficace et dont les prédictions sont en accord avec l'observation.

Ainsi, dans l'activité 1, nous avons négligé le poids de l'anneau dont la valeur était moins de 1 % de celle des tensions.

Nous avons également négligé la poussée d'Archimède dans l'air, bien que l'anneau y soit soumis. Mais celle-ci est encore mille fois plus faible que le poids.

La poussée d'Archimède se manifeste également dans l'air de l'atmosphère terrestre.

L'air exerce sur les objets une force verticale de bas en haut, égale au poids de l'air déplacé.

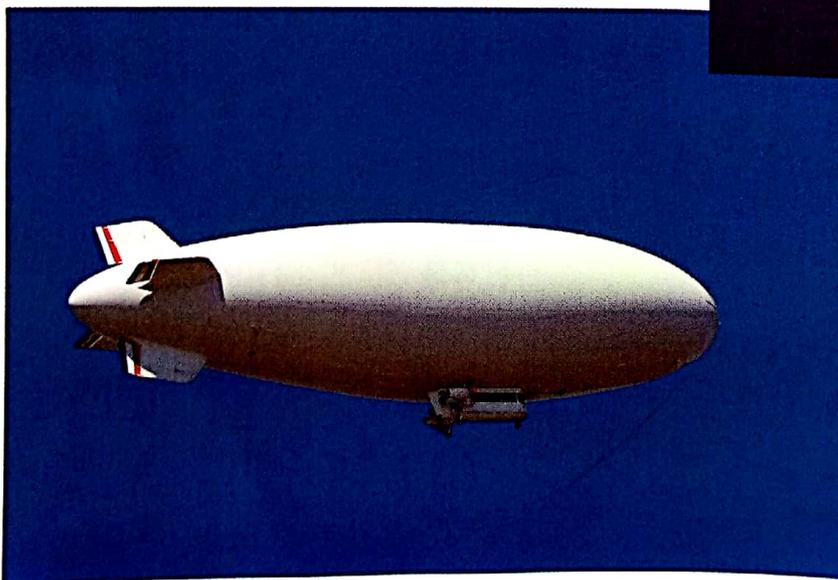
La masse volumique de l'air dépend de la pression et de la température, mais sa valeur reste faible :

$a = 1,2 \text{ kg/m}^3$ au niveau de la mer.

Le poids de l'air déplacé est donc souvent négligeable, mais ce n'est pas toujours le cas. Les montgolfières, dirigeables ou ballons-sondes utilisent la poussée d'Archimède pour s'élever.



Doc. 12 Remplissage d'une montgolfière.



Négliger la poussée d'Archimède dans l'étude de l'équilibre de l'anneau est raisonnable, cela ne le serait pas dans le cas de la montgolfière.

C'est au jeune physicien que tu es d'apprendre à faire le tri !

Doc. 13 Dirigeable de transport.

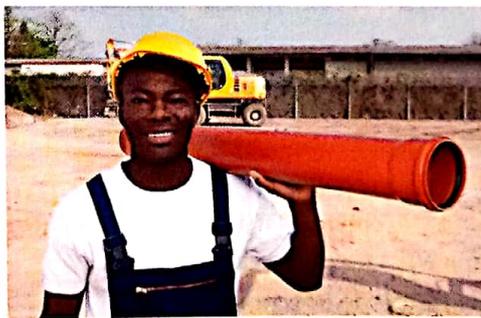
Travail et puissance mécaniques

Habilités et contenus

- ✓ Connaître :
 - la notion de travail mécanique ;
 - l'expression du travail mécanique ;
 - l'unité légale de travail ;
 - la notion de puissance mécanique ;
 - les expressions de la puissance mécanique ;
 - l'unité légale de puissance.
- ✓ Expliquer les notions de travail moteur et de travail résistant.
- ✓ Utiliser les relations $W = F \times L$ et $P = \frac{W}{\Delta t}$ ou $P = F \times v$

Découvre le sujet

Ces deux hommes travaillent.
 Dans le langage courant, la notion de travail est très générale, elle recouvre des situations très variées.
 Essaie d'en donner une définition.



Doc. 1 Ouvrier portant un tube.



Doc. 2 Employé écrivant.

Développe le sujet

Activité 1 Découvre la notion de travail d'une force

Observe et compare ces deux situations.

1. Indique leurs points communs.
2. Indique leurs différences.
3. En considérant que chacun des deux personnages effectue un travail, qualifie chacun d'eux.



Doc. 3 Homme poussant une voiture.



Doc. 4 Homme poussant un mur.

Bilan de l'activité

- Les deux hommes exercent une **force de poussée**, soit sur la voiture, soit sur le mur. Dans les deux cas, il y a **réaction du support** : la voiture ou le mur.
- La voiture se déplace sous la **force de poussée**, le mur demeure immobile. La **force de poussée** est **en mouvement** dans le cas de la voiture, elle est **immobile** dans le cas du mur.
- Le travail de l'homme poussant la voiture est **utile**. La voiture se déplace sous son action. Le travail du personnage poussant le mur est **inutile**. Le mur reste immobile, son action n'entraîne pas de mise en mouvement. En physique, on ne parle de **travail** que dans le cas où **le point d'application d'une force se déplace**. La force de poussée sur l'automobile travaille, celle sur le mur ne travaille pas.
- Dans le cas où la droite d'action de la force et le déplacement sont colinéaires (et dans ce cas seulement), le travail d'une force d'intensité F dont le point d'application se déplace d'une longueur L est égal au produit $F \times L$. Le travail est noté **W**.

$$W = F.L$$

- Unités à utiliser obligatoirement :
L'unité de longueur est le **mètre**, symbole **m**.
L'unité de l'intensité de force est le **newton**, symbole **N**.
L'unité de travail est le **joule**, symbole **J**.

Activité 2 Étudie les différents cas de travail

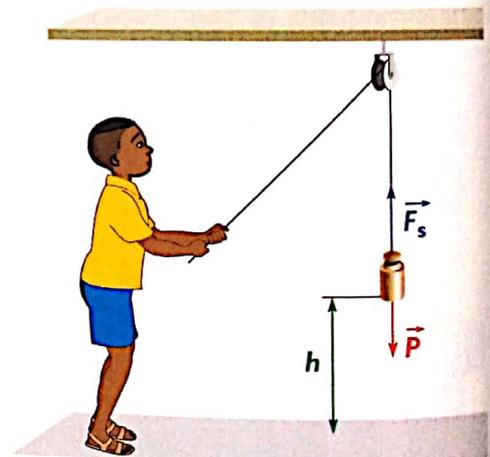
Expérience 1

Reproduis l'expérience de Soro.

Tire sur le fil et élève doucement la charge d'une hauteur h .

1. Indique les forces qui agissent sur la charge.
2. Écris l'expression du travail de chacune d'elles.
3. Indique quelle force favorise le mouvement.
4. Indique quelle force s'oppose au mouvement.

Doc. 5 Soro lève la charge d'une hauteur h .



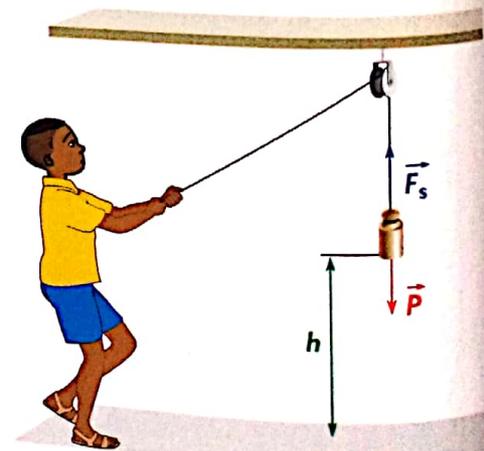
Expérience 2

Reproduis l'expérience de Soro.

Retiens le fil et descends doucement la charge d'une hauteur h .

1. Indique les forces qui agissent sur la charge.
2. Écris l'expression du travail de chacune d'elles.
3. Indique quelle force favorise le mouvement.
4. Indique quelle force s'oppose au mouvement.

Doc. 6 Soro descend la charge d'une hauteur h .



Bilan de l'activité

Expérience 1

- Les **forces** qui agissent sur la charge sont :
 - le **poids** de la charge, \vec{P} ;
 - la **tension** du fil due à la traction de Soro : \vec{F}_s .
- Les **travaux de ces forces** valent :
 - $W_P = P \cdot h$
 - $W_s = F_s \cdot h$
- La **tension** du fil \vec{F}_s favorise le mouvement.
- Le **poids** \vec{P} s'oppose au mouvement.

Expérience 2

- Les **forces** qui agissent sur la charge sont :
 - le **poids** de la charge, \vec{P} ;
 - la **tension** du fil due à la traction de Soro : \vec{F}_s .
- Les **travaux de ces forces** valent :
 - $W_P = P \cdot h$
 - $W_s = F_s \cdot h$
- Le **poids** \vec{P} favorise le mouvement.
- La **tension** du fil \vec{F}_s s'oppose au mouvement.
- **Convention :**
Lorsqu'une force favorise le mouvement, son travail est dit « moteur ».
Lorsqu'une force s'oppose au mouvement, son travail est dit « résistant ».
- **Remarque :**
Lors d'un mouvement, il peut exister des forces qui ne favorisent ni ne s'opposent au mouvement. Dans ce cas, leur travail est nul.

Activité 3 Découvre la notion de puissance

Observe ces deux situations : pour monter des matériaux sur le toit, on peut le faire manuellement ou utiliser des engins de chantier, chariot élévateur, grues, etc.

En admettant qu'il s'agisse de la même quantité de matériaux, élevés de la même hauteur :

1. Indique s'il s'agit d'effectuer le même travail au sens ordinaire du terme.
2. Compare le travail du poids des matériaux dans les deux situations.
3. Indique dans quel cas le travail sera le plus rapidement effectué.
4. Indique, de l'homme ou de l'élévateur, quelle est « la machine » la plus puissante.
5. Propose une définition de la puissance.



Doc. 7 Montée de matériaux sur le toit.



Doc. 8 Utilisation d'un chariot élévateur.



Bilan de l'activité

- Au sens ordinaire du terme, il s'agit d'effectuer le même travail : monter les matériaux sur le toit.
- Puisqu'il s'agit de la même quantité de matériaux, il y a égalité des masses donc des poids.
De plus, la hauteur est supposée la même dans les deux cas.
Dans les deux cas, le **travail du poids** sera égal à $W = P \cdot h$
- Le travail sera le plus rapidement effectué dans le cas de l'utilisation d'un élévateur.
- La « machine » la plus puissante est le chariot élévateur.
- La notion de **puissance** fait intervenir la durée nécessaire pour effectuer un travail.
Plus la durée est courte, plus la **puissance** est grande.
- **La puissance d'une force est le quotient du travail W qu'elle effectue par la durée Δt mise à l'accomplir.**

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Unités :

W : travail effectué par la force \vec{F} , en joule, symbole **J**.

Δt : durée d'accomplissement de ce travail, en seconde, symbole **s**.

P : puissance développée par la force, en watt, symbole **W**.

Activité 4 Découvre une autre expression de la puissance

Observe la situation du **document 9**.

La femme pousse le fauteuil en exerçant une force \vec{F} constante sur une distance L , parcourue en une durée Δt .

1. Exprime la puissance développée par cette force.
2. Identifie la valeur du quotient $\frac{L}{\Delta t}$.
3. Dédus-en une autre expression de la puissance.
4. Précise les unités utilisées.



Doc. 9 Femme poussant un fauteuil roulant.



Bilan de l'activité

- La puissance s'écrit $P = \frac{W}{\Delta t}$, avec $W = F \times L$
 $P = F \times \frac{L}{\Delta t}$
- Le quotient $\frac{L}{\Delta t}$ est égal à la vitesse de déplacement de la force :
 $V = \frac{L}{\Delta t}$
- Cela permet d'écrire la puissance sous la forme $P = F \times V$.

- Les unités utilisées sont celles du système international :
F en newton
L en mètre
 Δt en seconde
W en joule
P en watt
- La puissance développée par une force colinéaire au déplacement, celui-ci s'effectuant à vitesse constante, peut s'écrire :

$$P = F \cdot \frac{L}{\Delta t} \text{ ou } P = F \cdot V$$

Unités :

- F** : intensité de la force qui travaille, en newton, symbole **N**.
- L** : longueur du déplacement, en mètre, symbole **m**.
- Δt** : durée du déplacement, en seconde, symbole **s**.
- V** : vitesse du déplacement en mètre par seconde, symbole **m/s**.
- P** : puissance de la force, en watt, symbole **W**.

Retiens l'essentiel

- ▶ Une force ne peut fournir un travail que si son point d'application se déplace.
- ▶ Dans le cas où force et déplacement sont colinéaires :
 $W = F \cdot L$
W : travail en joule (J) ;
F : intensité de la force en newton (N) ;
L : longueur du déplacement en mètre (m).
- ▶ Le travail d'une force qui favorise le mouvement est moteur.
- ▶ Le travail d'une force qui s'oppose au mouvement est résistant.
- ▶ La puissance d'une force est définie par $P = \frac{W}{\Delta t}$
P : puissance en watt (W)
W : travail en joule (J)
 Δt : durée en seconde (s)

Mots-clés

Travail mécanique
 Travail résistant
 Travail moteur
 Puissance mécanique
 Joule (J)
 Watt (W)

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Recopie et complète le texte ci-dessous avec les mots et expressions qui conviennent.

Pour qu'une force puisse effectuer un travail, il faut que son se déplace.

Le travail d'une force est noté par la lettre
Son unité est le de symbole

Lorsqu'une force favorise le déplacement, son travail est

Lorsque le sens d'une force est contraire au sens du déplacement, son travail est

La puissance d'une force est le quotient du par la mise à l'accomplir.

La puissance est notée par la lettre
Son unité est le de symbole

Exercice 2

Remets dans l'ordre les mots et groupes de mots ci-dessous pour obtenir une phrase ayant un sens.

- Une force / d'application / reste / immobile. / si / son point / ne travaille pas
- une machine / d'exécution / est puissante / plus la durée / d'un travail donné / est réduit. / Plus /

Exercice 3

Détermine pour une force de valeur $F = 2 \text{ N}$ dont le point d'application se déplace d'une longueur $L = 20 \text{ cm}$ suivant la direction de la force :

- le travail effectué ;
- la puissance de la force si le déplacement a duré 4 secondes.

Exercice 4

Un ouvrier pousse une brouette et exerce une force de valeur $F = 250 \text{ N}$. Cette force effectue un travail $W = 12\,500 \text{ J}$.

- Détermine la longueur du déplacement L de la brouette en supposant la force et le déplacement colinéaires.
- Ce déplacement de la brouette dure une minute. Détermine la puissance développée par l'ouvrier.

Réinvestis tes acquis

Exercice 5

Une voiture automobile roule sur une route parfaitement horizontale. Le contact des roues sur le sol entraîne l'existence de forces qui propulsent le véhicule vers l'avant.

- Indique si le travail de ces forces est moteur ou résistant.
- Déduis alors le sens de ces forces.
- La pénétration du véhicule dans l'air entraîne l'existence de forces de frottements.

Indique si le travail de ces forces est moteur ou résistant.
Indique le sens de ces forces de frottements contre l'air.

- Indique la direction du poids et compare-la à la direction du déplacement.
Indique si le travail du poids est moteur ou résistant.

Exercice 6

Tes parents font construire une maison. Les ouvriers montent des parpaings de masse 20 kilogrammes au niveau du premier étage à la hauteur de 3 mètres. Ils utilisent une échelle qu'ils gravissent en une durée de 15 secondes. En considérant que la montée s'effectue de façon verticale :

- Calcule le travail du poids lors de la montée d'un parpaing.
- Indique si ce travail est moteur ou résistant.
- Calcule la puissance du poids lors de cette montée.
- Indique si l'ouvrier exerce une force motrice ou résistante lors de la montée d'un parpaing.
- Indique une valeur possible pour le travail de cette force.

Exercice 7

Deux équipes d'enfants font un tir à la corde. Chaque enfant exerce une force d'intensité 80 N. La corde reste immobile.

- Détermine le travail effectué par la force exercée par chaque enfant.
- Dis s'il est moteur ou résistant.
À un instant donné, une équipe l'emporte et recule de 3 m en 8 secondes.
- Calcule le travail moteur de la force exercée par l'équipe gagnante.
- Dis si le travail de la force exercée par l'équipe perdante est moteur ou résistant.
- Calcule la puissance développée par l'équipe gagnante.



Exercice 8

Une chute d'eau a un débit de $1\,200 \text{ m}^3/\text{min}$. La hauteur de chute est de 40 mètres. En supposant que la chute de l'eau s'effectue verticalement :

- Calcule le travail du poids d'un mètre cube d'eau au cours de la chute.
- Détermine la puissance de cette chute d'eau.
- Indique l'utilisation que l'on peut faire des chutes d'eau.

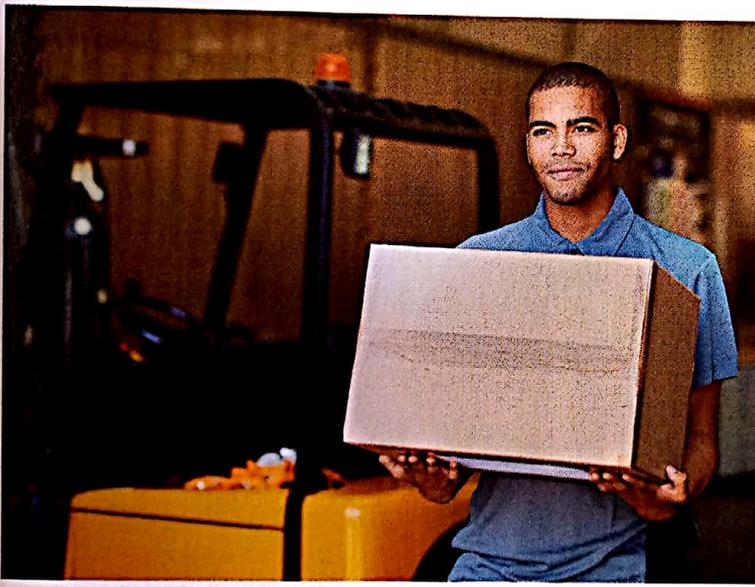
Histoire de poids

Le poids est souvent un handicap dans la vie quotidienne, qu'il s'agisse de porter des cartons ou de monter des charges. Son travail est alors résistant et on peut être amené à utiliser des engins puissants pour effectuer ces tâches.

Mais il arrive que l'on puisse tirer profit du travail du poids quand celui-ci est moteur.

C'est le cas dans les barrages hydroélectriques dans lesquels on exploite le poids de l'eau et sa hauteur de chute. Le produit des deux étant le travail.

L'eau est amenée au pied de la chute dans des conduites aboutissant à des turbines qui produisent de l'électricité.



Doc. 11 Homme portant un colis.

Pourvu d'un bassin versant de 2 000 km² et d'un lac de retenue de 17 km², il dispose d'un réservoir de plus de 80 millions de m³. La hauteur de chute est de 43 m et trois turbines sont alimentées avec un débit pouvant atteindre plus de 700 m³/s.

Le barrage offre alors une puissance installée de 275 MW.

Merci le poids !



Doc. 12 Barrage de Soubré sur le fleuve Sassandra.



Doc. 10 Montée d'escalier.

L'avantage de l'hydroélectricité est que sa production est non polluante, et qu'elle est renouvelable.

La Côte d'Ivoire, qui possédait déjà les barrages d'Ayamé, de Kossou, de Taabo, Buyo et Fayé, s'est dotée en 2017 du grand barrage de Soubré sur le fleuve Sassandra.

Énergie mécanique

Habilités et contenus

- ✓ Définir :
 - l'énergie cinétique ;
 - l'énergie potentielle de pesanteur ;
 - l'énergie mécanique.
- ✓ Connaître les expressions de :
 - l'énergie cinétique ;
 - l'énergie potentielle de pesanteur ;
 - l'énergie mécanique ;
 - l'unité légale d'énergie.
- ✓ Utiliser les relations :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot mV^2$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_m = E_p + E_c$$
- ✓ Expliquer la transformation de l'énergie cinétique en énergie potentielle.
- ✓ Utiliser la conservation de l'énergie mécanique.

Découvre le sujet

Le danger représenté par le risque de chute de noix de coco est bien connu.

Les noix des cocotiers peuvent tomber aussi bien d'un arbre de deux mètres de hauteur que d'un arbre de dix mètres de hauteur.

Indique dans quel cas ces noix sont les plus dangereuses.

Propose une explication à cette variabilité du danger.



Doc. 1 La menace des noix de coco.

Développe le sujet

Activité 1 Découvre l'énergie cinétique

Démolir un mur n'est pas chose facile.

1. Dans la destruction du mur, indique la force mise en jeu.
2. Indique s'il y a déplacement ou non de son point d'application.
3. Indique si un véhicule immobile aurait pu détruire ce mur.
4. Indique pourquoi le même véhicule en mouvement présente un danger pour le mur.



Doc. 2 Mur défoncé par une voiture.

Bilan de l'activité

- La **force** mise en jeu est la **force de contact** que l'avant du véhicule a exercé sur le mur.
- Oui, il y a déplacement du point d'application de cette force. La longueur du déplacement est égale à la distance parcourue entre le début de l'impact contre le mur et l'arrêt complet du véhicule.
- Un véhicule immobile, garé à côté du mur, n'aurait pas pu détruire ce mur.
- Le danger provient de la **vitesse du véhicule**. C'est parce que le véhicule possédait une **vitesse** qu'il a été capable de fournir ce **travail**.
- **Un objet de masse m, animé d'une vitesse v, est capable de fournir un travail.**
- On dit qu'il possède de l'**énergie**.
- **L'énergie correspond à l'aptitude d'un système à fournir un travail.**
- Dans le cas d'un corps de masse m animé de la vitesse v, l'énergie possédée, appelée **énergie cinétique**, est égale à :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot mV^2$$

m : masse du corps en kilogramme, symbole **kg**.

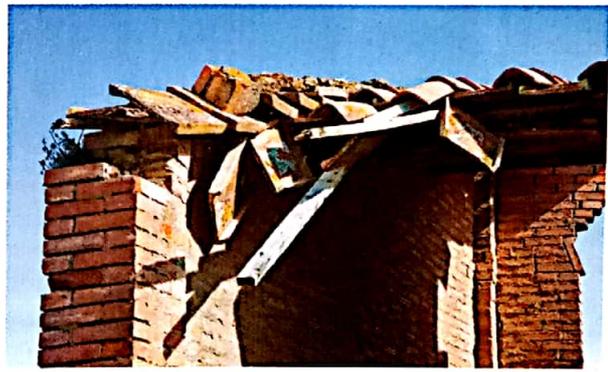
v : vitesse du corps en mètre par seconde, symbole **m/s**.

E_c : énergie cinétique en joule, symbole **J**.

Activité 2 Découvre l'énergie potentielle de pesanteur

Comme les noix de coco du **document 1**, les objets en équilibre précaire présents dans la situation décrite par ce document sont susceptibles de causer des dégâts. En tombant, ils peuvent briser des objets, blesser des humains ou des animaux, bref, effectuer un travail.

1. Dans la chute éventuelle, indique la force motrice.
2. Indique s'il y a déplacement ou non de son point d'application.
3. Indique à quelle condition ces objets représentent un danger.
4. Indique si le même objet tombé au sol représente encore un danger.
5. Indique deux facteurs qui font augmenter le danger.



Doc. 3 Risque de chute d'objet.

Bilan de l'activité

- La **force motrice** lors de la chute est le poids du corps.
- Lors de la chute, il y a **déplacement du centre de gravité**, point d'application du poids du corps.
- Tant que ces objets sont immobiles sur les décombres, le poids ne travaille pas. Il ne travaille que s'il y a chute. Le danger est en quelque sorte « en réserve », « en attente ». On dit qu'il est « **potentiel** ».

- L'objet tombé au sol ne présente plus de danger, sa position d'équilibre est stable.
- Les facteurs qui font varier le danger sont la masse du corps risquant de tomber et l'altitude à laquelle il se trouve.
- La masse est une propriété permanente du corps.
- L'altitude dépend de la référence que l'on a prise comme altitude zéro. Le plus souvent, c'est l'altitude du sol, mais ce n'est pas une obligation.
- **Un objet de masse m , situé à une altitude h , est capable de fournir un travail.**
- On dit qu'il possède de l'**énergie**.
- L'énergie est **potentielle**, cela signifie qu'elle est en réserve, qu'elle ne se manifestera que s'il y a chute.
- Dans le cas d'un corps de masse m situé à l'altitude h , l'énergie possédée, appelée **énergie potentielle de pesanteur**, est égale à :

$$E_{pp} = m.g.h$$

m : masse du corps en kilogramme, symbole **kg**.

g : intensité de la pesanteur, en newton par kilogramme, symbole **N/kg**.

E_{pp} : énergie potentielle de pesanteur en joule, symbole **J**.

Activité 3 Découvrir l'énergie mécanique

Ce goal tente d'intercepter un ballon.

1. Indique si ce ballon possède de l'énergie cinétique.
2. Indique si ce ballon possède de l'énergie potentielle de pesanteur.
3. Indique si dans le monde qui nous entoure ce cas est courant ou non.



Doc. 4 Ballon de football en mouvement.

Bilan de l'activité

- Le joueur qui vient de frapper ce ballon lui a communiqué une **vitesse v** . Le ballon possède donc une **énergie cinétique** : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$
- Le ballon n'est pas à l'altitude du sol, il est situé à une altitude h et possède donc une **énergie potentielle de pesanteur** $E_{pp} = m.g.h$
- Ce cas est courant, les objets possèdent souvent simultanément ces deux formes d'énergie.
- **On appelle énergie mécanique la somme des énergies cinétique et potentielle.**
Ainsi, ce ballon possède une énergie mécanique : $E_m = E_c + E_{pp}$

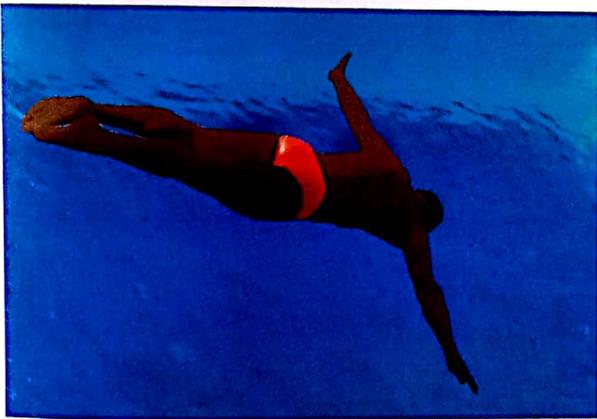
Activité 4 Transforme une forme d'énergie en une autre

Les **documents 5, 6 et 7** décrivent les trois phases d'un plongeur.

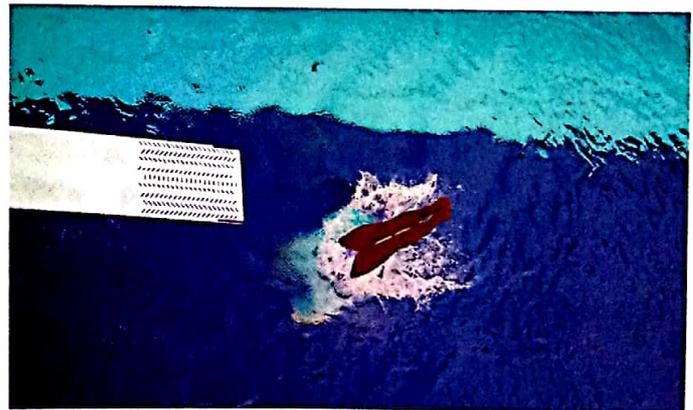
- Indique à quelles forces le plongeur est soumis :
 - quand il est sur le plongeur ;
 - quand il est en chute ;
 - quand il pénètre dans l'eau.
- Indique quelles formes d'énergie il possède :
 - quand il est sur le plongeur ;
 - quand il est en chute ;
 - quand il pénètre dans l'eau.
- Indique comment a varié son énergie potentielle de pesanteur au cours de la chute.
- Indique comment a varié son énergie cinétique au cours de la chute.
- Indique comment a varié son énergie mécanique au cours de la chute.



Doc. 5 Sur le plongeur.



Doc. 6 Chute libre.



Doc. 7 Arrivée dans l'eau.



Bilan de l'activité

- **Étude des forces**
 - Sur le plongeur, le plongeur est soumis à son **poids** et à la **réaction du plongeur**.
 - Lors de la phase de chute, le plongeur n'est plus soumis qu'à son **poids**. (On néglige les forces de frottement sur l'air.)
 - En pénétrant dans l'eau, le plongeur est soumis à son **poids** et à la **poussée d'Archimède**. (On néglige les forces de frottement sur l'eau.)
- **Étude des énergies**
 - Sur le plongeur, la **vitesse** du plongeur est nulle. L'**énergie cinétique** est nulle : $E_c = 0$.
 - Le plongeur est à l'**altitude h** par rapport au niveau de l'eau. Il possède une **énergie potentielle de pesanteur** $E_{pp} = m.g.h$.

– En chutant, le plongeur perd de l'**altitude** et gagne de la **vitesse**. Il possède donc de l'**énergie potentielle de pesanteur** et de l'**énergie cinétique**.

– Arrivé dans l'eau et après stabilisation, le plongeur n'aura plus **ni altitude ni vitesse**. Il ne possèdera plus **ni énergie potentielle de pesanteur ni énergie cinétique**.

- **Au cours de la chute, l'altitude décroît, l'énergie potentielle de pesanteur diminue.**
- **Au cours de la chute, la vitesse augmente, l'énergie cinétique du plongeur augmente.**
- Pendant la période de chute, si les frottements sont négligeables, **la diminution de l'énergie potentielle de pesanteur est égale à l'augmentation de l'énergie cinétique.**

Leur somme, énergie mécanique, est constante.

- Soit un système possédant de l'énergie mécanique sous forme d'énergie cinétique et d'énergie potentielle de pesanteur.

Si la seule force travaillant est le poids, que les frottements sont négligeables, alors l'énergie mécanique est constante.

Toute diminution d'énergie potentielle de pesanteur est compensée par une augmentation de valeur égale de l'énergie cinétique et réciproquement.

$$E_m = E_c + E_{pp} = \text{constante}$$

Activité 5 Utilise sur un exemple la conservation de l'énergie mécanique

Observe les **documents 8** et **9**.

1. Indique les formes d'énergie présentes.
2. Indique les forces qui s'exercent sur le sportif et sa planche.
3. Indique à quelle condition il peut y avoir conservation de l'énergie mécanique.



Doc. 8 Rampe de skateboard.



Doc. 9 La réaction du sol est orthogonale au déplacement.

Bilan de l'activité

- Cette rampe de skateboard a la forme d'un bol.
Lors de la descente, l'**énergie potentielle de pesanteur** du sportif diminue, son **énergie cinétique** augmente. Celle-ci est utilisée pour remonter sur l'autre bord et regagner de l'**énergie potentielle de pesanteur**. On va observer un échange permanent entre les deux formes d'énergie. Si l'une diminue, l'autre augmente.
- Le **poids** n'est pas la seule force agissant sur le sportif et sa planche, il existe la **réaction du sol** mais celle-ci est **orthogonale au déplacement**, elle ne s'oppose pas au déplacement, elle ne le favorise pas non plus, son travail est nul.
- Si le sportif n'agit pas, il remontera de moins en moins haut, au fur et à mesure de ses allers-retours. Les frottements des roues sur la piste ou de ses vêtements contre l'air ne sont pas négligeables et vont dissiper l'énergie mécanique.
- Pour qu'il y ait **conservation de l'énergie mécanique**, il faut donc que les frottements soient nuls. Ce qui est impossible, on ne peut que les diminuer.

Retiens l'essentiel

- ▶ L'énergie cinétique d'un corps de masse m se déplaçant à la vitesse v est :

$$E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$$

- ▶ L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps de masse m situé à l'altitude h est :

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot h$$

- ▶ L'énergie mécanique est égale à la somme des énergies cinétique et potentielle de pesanteur :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

Les unités à utiliser sont :

- m , la masse en kilogramme, kg
- h , l'altitude en mètre, m
- v , la vitesse en mètre par seconde, m/s
- g , l'intensité de la pesanteur en newton par kilogramme, N/kg
- E_m ; E_c ; E_{pp} , énergies en joule, J
- ▶ Pour un système mécanique, dans les cas où la seule force qui travaille est le poids, il y a conservation de l'énergie mécanique. Cela implique que les frottements soient négligeables. Cela signifie que dans un système mécanique, l'énergie peut passer d'une forme cinétique à une forme potentielle et inversement.

Mots-clés

Énergie potentielle de pesanteur

Énergie cinétique

Énergie mécanique

Conservation de l'énergie mécanique

Frottement

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Complète les phrases par les mots ou expressions qui conviennent.

Une automobile arrêtée en haut d'une côte possède de l'énergie

Si la conductrice lâche le frein, la voiture descend, gagne de l'énergie, son énergie diminue.

On appelle énergie mécanique la somme des énergies et

Pour que l'énergie mécanique puisse se conserver, il ne doit pas y avoir de forces de

Exercice 2

Associe chaque forme d'énergie du cadre A à son expression dans le cadre B.

| A | B |
|---|-------------------------|
| Énergie cinétique d'un corps E_c | mgh |
| Énergie potentielle de pesanteur d'un corps E_p | $\frac{1}{2}mv^2$ |
| Énergie mécanique d'un corps E_m | $mgh + \frac{1}{2}mv^2$ |
| | $mgh^2 + \frac{1}{2}mv$ |

Exercice 3

Un sprinteur de masse 80 kg court le 100 m en 10 secondes.

1. Calcule sa vitesse moyenne.
2. Calcule son énergie cinétique moyenne sur cette course.
3. En fait, sa vitesse initiale à l'instant du départ est nulle. Calcule son énergie cinétique initiale.
4. La vitesse du coureur au passage de la ligne d'arrivée vaut 11,6 m/s. Calcule son énergie cinétique finale.



Exercice 4

Un ouvrier monte un sac de ciment de masse 25 kg en haut d'un échafaudage de hauteur 12 m. Détermine le gain d'énergie potentielle de pesanteur du sac de ciment.

Exercice 5

Une noix de coco possède une masse de 1,8 kg. Elle est située à 12 m de hauteur par rapport au sol.

1. Calcule son énergie potentielle de pesanteur dans sa position initiale. On prend $g = 10 \text{ N/kg}$.
2. Elle se détache de l'arbre et tombe au sol. En supposant les frottements négligeables, calcule son énergie cinétique au moment de l'impact avec le sol.
3. Détermine la vitesse de la noix juste avant l'impact.

Réinvestis tes acquis

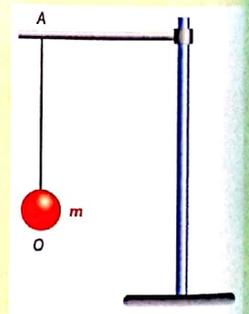
Exercice 6

Un camion de masse 15 tonnes est à une altitude de 20 m par rapport au bas d'une descente, sa vitesse vaut 72 km/h.

1. Calcule son énergie cinétique.
2. Calcule son énergie potentielle de pesanteur.
3. Calcule son énergie mécanique.
4. En supposant la conservation de l'énergie mécanique (le chauffeur ne freine pas, n'accélère pas, il n'y a pas de frottements), détermine la vitesse du camion au bas de la côte.

Exercice 7

Réalise l'expérience du pendule pesant, schématisée ci-contre. À l'instant t_1 , la boule de masse m est lâchée avec une vitesse nulle. À l'instant t_2 , la boule passe par la position d'équilibre. À l'instant t_3 , la boule a une vitesse nulle.



Les frottements sont négligeables.

1. Complète le tableau suivant avec les expressions correctes.

| Instants | t_1 | t_2 | t_3 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|
| | | | |
| Énergie cinétique | | | |
| Énergie potentielle de pesanteur | | | |
| Énergie mécanique | | | |

2. Détermine la relation qui existe entre z_1 et z_3 .
3. Détermine la vitesse à l'instant t_2 en fonction de l'altitude z_1 .

Faire du poids un allié

La conservation de l'énergie mécanique a de nombreuses applications. Là encore, il s'agit de faire du poids un allié.

Le pendule de démolition

On utilise dans les entreprises de démolition une boule de masse importante suspendue au bout d'un câble. Une grue fait osciller la boule en lui communiquant de l'énergie potentielle de pesanteur. En retombant, la boule acquiert de l'énergie cinétique mise à profit pour démolir les bâtiments.



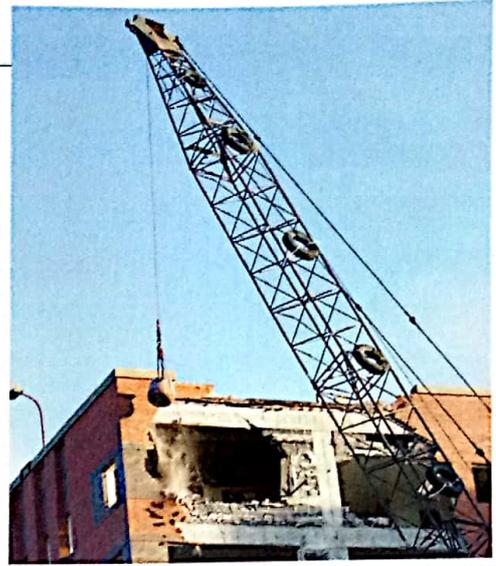
Doc. 11 Funiculaire.



Doc. 12 Contrepoids d'ascenseur.



Doc. 13 Plan incliné d'Arzwiller sur le canal de la Marne au Rhin.



Doc. 10 Pendule de démolition.

Le funiculaire

Sur les pentes importantes, les trains ne peuvent pas monter. Pour résoudre le problème, on utilise le principe du funiculaire. Deux cabines sont reliées par un câble. Lorsqu'une cabine est en haut, l'autre est en bas. La cabine à la gare du haut possède beaucoup d'énergie potentielle de pesanteur. Cette énergie est utilisée lors de sa descente pour faire monter l'autre.

Les contrepoids d'ascenseur

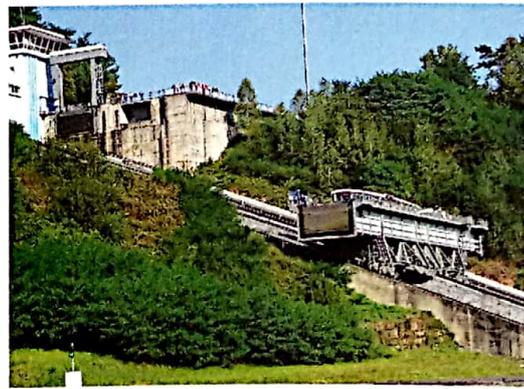
Le même principe est utilisé dans les ascenseurs. La cabine est reliée par câble à un contrepoids qui monte quand la cabine descend et qui entraîne la cabine à la montée quand il descend.

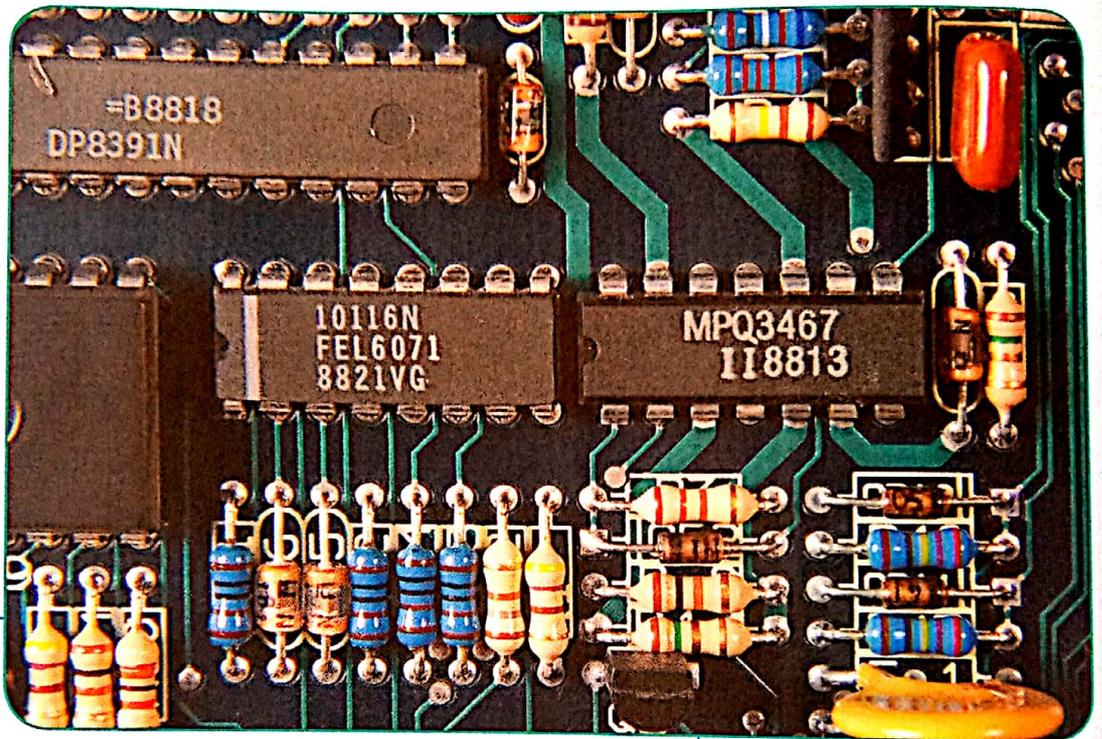
Ce principe n'a pas vraiment de limite. Il est utilisé dans certaines écluses pour élever des bateaux d'un canal à un autre plus élevé.

Le **document 13** présente un plan incliné pour bateaux. Les bateaux sont élevés d'une hauteur de 45 m dans un bac rempli d'eau.

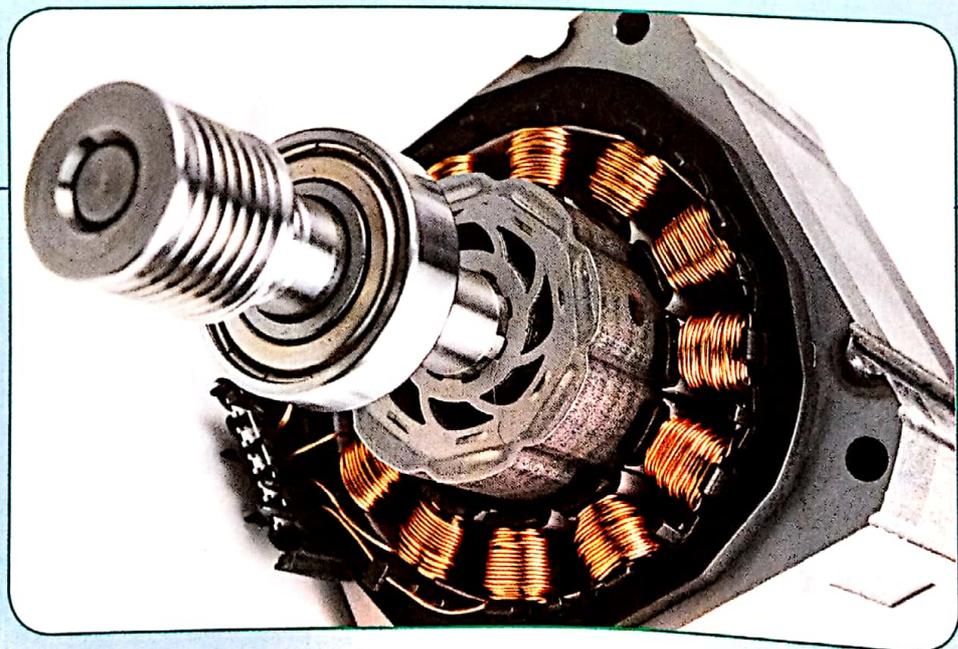
La masse totale est de l'ordre de 900 tonnes.

Ce bac est relié à deux contrepoids de 450 tonnes chacun par 14 câbles en acier. Un moteur électrique de puissance modeste fournit l'énergie nécessaire pour vaincre les frottements.



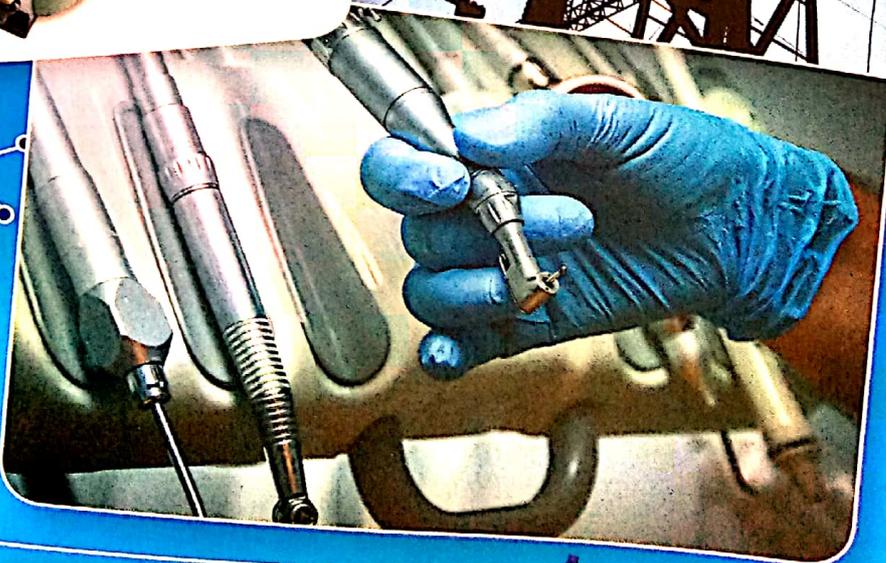


| | | |
|----------|--|----|
| 8 | Puissance et énergie électriques | 62 |
| 9 | Le conducteur ohmique | 74 |



Électricité

- Si l'électricité intervient dans tant de domaines, c'est que son utilisation peut couvrir une très large gamme de besoins en puissance.
- Elle autorise les micromoteurs comme ceux utilisés dans les têtes des fraises de dentiste, aussi bien que les moteurs très puissants qui mettent en mouvement les trains de milliers de tonnes.
- Elle soutient l'effort physique des cyclistes fatigués.
- La résistance des matériaux au passage du courant électrique est souvent un handicap. Elle oblige à utiliser des câbles de fortes sections pour le transport de l'électricité sous haute tension. La résistance sait aussi être un atout en électronique comme au quotidien.
- Elle chauffe l'eau sanitaire et permet de griller le pain.
- Bref, elle est devenue indispensable à la vie humaine.



Puissance et énergie électriques

Habilités et contenus

- ✓ Connaître :
 - l'expression de la puissance électrique ;
 - l'expression de l'énergie électrique ;
 - les unités légales de puissance et d'énergie.
- ✓ Utiliser les relations :
 - $P = U.I$
 - $E = P.\Delta t$ et $E = U.I.\Delta t$
- ✓ Expliquer la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique et inversement.
- ✓ Déterminer le rendement d'un dispositif siège d'une transformation d'énergie.
- ✓ Interpréter une facture d'électricité.

Découvre le sujet

Tous les appareils électriques portent des inscriptions permettant de connaître leurs principales caractéristiques.

Recherche ces étiquettes sur les appareils de ton environnement. Identifie sur l'étiquette du **document 1** les différentes inscriptions. Certaines sont des données mécaniques, d'autres sont électriques. Indique leur signification.

TOURET À MEULER 150 MM
MOD : MD150S
230 V~50 Hz
150 W
 n_0 2 950 min⁻¹

Doc. 1 Étiquette d'un touret.

Développe le sujet

Activité 1 Identifie les grandeurs électriques

Utilise l'étiquette du **document 2**.

1. Indique la signification de **220-240 V~**.
2. Indique la signification de **50-60 Hz**.
3. Indique la signification de **55 W (83 W max)**.
4. À l'aide des inscriptions **VHF + S + H + UHF** et **HDMI**, identifie à quel type d'appareil cette étiquette peut appartenir.

PHILIPS ASSEMBLED IN POLAND
 220-240V~
 50-60Hz
 55W (83Wmax)
 VHF+S+H+UHF

S L11M2.1E LA

CE HDMI

Doc. 2 Plaque signalétique.



Bilan de l'activité

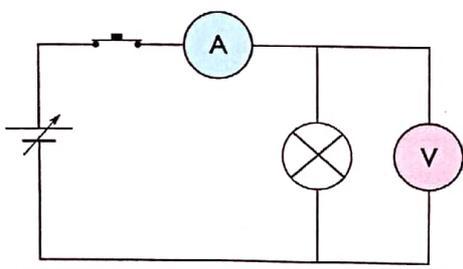
- **V** est le symbole de l'**unité de tension** : le **volt**. « 220-240 V~ » indique la **tension d'usage**. C'est ici la tension du secteur. L'intervalle de tension indique que l'appareil tolère de légères surtensions. Le symbole ~ indique qu'il s'agit d'une **tension alternative sinusoïdale**.
- **Hz** est le symbole de l'**unité de fréquence** : le **hertz**. « 50-60 Hz » indique la plage de fréquences admises pour l'alimentation en courant alternatif.
- **W** est le symbole de l'**unité de puissance** : le **watt**. « 55 W (83 W max) » indique que la puissance nominale de l'appareil est de 55 watts, mais que celle-ci peut atteindre par moments 83 watts. Cette puissance est une puissance reçue par l'appareil. Il s'agit d'un récepteur.
- **VHF + S + H + UHF** indique qu'il s'agit d'un téléviseur.

Activité 2 Étudie la notion de puissance électrique en courant continu

Tu disposes d'un générateur de tension continue variable, d'une lampe à incandescence, d'un voltmètre, d'un ampèremètre, d'un interrupteur et de fils de connexion.

1. Recherche sur le culot de la lampe sa tension nominale et la valeur de puissance indiquée.
2. Fais croître la tension d'alimentation jusqu'à dépasser légèrement sa valeur nominale. Note les valeurs de la tension et de l'intensité correspondante et remplis le tableau suivant :

| U en volt | I en ampère | Produit U.I |
|-----------|-------------|-------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



Doc. 3 Mesure des grandeurs électriques intensité et tension.

3. Indique comment évolue l'intensité quand la tension croît.
4. Indique comment évolue le produit U.I quand la tension croît.
5. Indique ce que tu constates quand la tension atteint sa valeur nominale.
6. Indique pourquoi il ne faut pas dépasser largement la valeur de la tension nominale.



Bilan de l'activité

- Sur le culot, on lit que la **tension d'usage** est de 12 volts et que la **puissance nominale** est de 21 watts.
- On obtient pour l'ampoule photographiée le tableau suivant :



Doc. 4 Ampoule de clignotant d'automobile.

| U en volt | I en ampère | Produit U.I |
|-----------|-------------|-------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0,58 | 2,32 |
| 8 | 1,17 | 9,36 |
| 10 | 1,46 | 14,6 |
| 12 | 1,75 | 21 |
| 13 | 1,90 | 24,7 |

- Quand la tension croît, l'intensité croît.
- Quand la tension croît, le produit U.I croît.
- Quand la tension atteint sa valeur nominale, le produit U.I a la valeur de la tension nominale indiquée sur le culot.
Nous admettrons que la puissance reçue par la lampe est toujours égale au produit U.I
- **Dépasser la valeur de la tension nominale, c'est exposer la lampe à la destruction.**
- Soumis à une tension continue, un appareil reçoit une **puissance électrique P** égale au produit de la **tension U** à ses bornes par l'**intensité I** du courant qui le traverse :

$$P = U.I$$

U : tension aux bornes de l'appareil en **volt, V**.

I : intensité du courant en **ampère, A**.

P : puissance reçue en **watt, W**.

Activité 3 Étudie la notion de puissance électrique en courant alternatif

1. Conserve le montage du **document 3** et remplace le générateur de tension continue par un générateur de tension alternative sinusoïdale variable.
2. Indique ce que mesurent les appareils quand le circuit est alimenté en tension alternative sinusoïdale.
3. Reprends les mesures en courant alternatif avec la même ampoule et remplis un tableau comme lors de l'**activité 2**.
4. Écris tes conclusions.

Bilan de l'activité

- Dans ce cas, les appareils mesurent des **valeurs efficaces de l'intensité et de la tension**.
On obtient les mêmes résultats qu'en courant continu.
- Alimentée sous une tension efficace de 12 volts, l'**intensité efficace** reprend la valeur $I = 1,75$ A, et le produit U.I reprend la valeur 21 W.
- Dans le cas de cette ampoule traditionnelle à incandescence, la **puissance reçue**

en courant alternatif est identique à celle reçue en courant continu.
Elle peut être calculée par la relation :

$$P = U \cdot I$$

- Mais cette loi n'est pas générale. En courant alternatif, elle n'est vraie que pour les appareils qui convertissent intégralement l'énergie électrique en énergie thermique.
- Elle n'est pas vraie pour les moteurs électriques, par exemple.

Activité 4 Étudie les lampes contemporaines

Observe ces culots de lampes contemporaines.

1. Relève les indications portées sur leurs culots.
2. Vérifie dans chaque cas si la relation $P = U \cdot I$ est satisfaite.



Doc. 5 Lampe à fluorescence.



Doc. 6 Lampe à LED.

Bilan de l'activité

- Sur l'ampoule du **document 5**, on note pour les **valeurs électriques nominales** :
 $P = 15 \text{ W}$; $I = 119 \text{ mA}$; $U = 220\text{-}240 \text{ V}$.
On note également une indication de **fréquence** : 50-60 Hz et une indication de **température** : 6 400 K qui correspond à une qualité de la lumière émise.
- Sur l'ampoule du **document 6**, on note pour les **valeurs électriques nominales** :
 $P = 9 \text{ W}$; $I = 41 \text{ mA}$; $U = 220\text{-}240 \text{ V}$.
On note également une indication de **fréquence** : 50-60 Hz et une indication de **température** : 3 000 K.
Il est écrit 810 lm qui signifie 810 lumens, indiquant le **flux lumineux émis**.
- Cas de l'ampoule à fluorescence :
 $U \cdot I = 220 \times 0,119 = 26 \text{ W}$, ce qui ne correspond pas aux 15 watts indiqués.
- Cas de l'ampoule à LED :
 $U \cdot I = 220 \times 0,041 = 9 \text{ W}$, ce qui correspond à la valeur indiquée.
- Les lampes contemporaines ne sont plus des lampes à incandescence. Alimentées en courant alternatif, la relation $P = U \cdot I$ ne s'applique pas toujours à leur cas. Tout dépend de la technologie utilisée.
Cette indication de puissance électrique n'étant plus significative pour connaître la performance de ces ampoules, leur étiquetage prévoit de donner la valeur de leur **flux lumineux en lumen**.

Activité 5 Étudie la notion d'énergie électrique

Ce fer à repasser est un récepteur électrique. Il est alimenté sous une tension $U = 220 \text{ V}$ et il est parcouru par un courant d'intensité $I = 7 \text{ A}$.

1. Indique la forme d'énergie qu'il délivre.
2. Indique la forme d'énergie qu'il reçoit.
3. Calcule la valeur de la puissance électrique reçue.
4. Calcule la valeur du travail électrique reçu si le fer est utilisé pendant :
 - 30 minutes
 - une heure.
5. Indique si, selon toi, ce consommateur doit payer à la compagnie d'électricité la puissance reçue ou le travail électrique reçu.



Doc. 7 Repassage.

Bilan de l'activité

- Le fer délivre de l'**énergie thermique**.
- Le fer reçoit de l'**énergie électrique**.
- La puissance électrique reçue a pour valeur $P = U.I$; $P = 220 \times 7$; $P = 1\,540 \text{ W}$.
- Le **travail électrique** a pour valeur :
 - pendant 30 minutes, c'est-à-dire $\Delta t = 1\,800$ secondes :
 $W = P.\Delta t$; $W = 1\,540 \times 1\,800$; $W = 2\,772\,000 \text{ J}$.
 - pendant une heure, soit $\Delta t = 3\,600$ secondes :
 $W = P.\Delta t$; $W = 1\,540 \times 3\,600$; $W = 5\,544\,000 \text{ J}$.
- Seul le travail reçu est fonction de la durée d'utilisation de l'appareil. C'est donc ce travail qui sera facturé.
- Dans le langage courant, on confond les mots **travail** et **énergie** électriques. Et on utilisera des expressions telles que **énergie électrique reçue** ou **énergie électrique consommée**.
- L'**énergie électrique reçue** par un appareil électrique en courant continu est :

$$E = P.\Delta t$$

$$E = U.I.\Delta t$$

U : tension aux bornes de l'appareil, en **volt**, symbole **V**

I : intensité du courant qui traverse l'appareil, en **ampère**, symbole **A**

Δt : durée d'utilisation de l'appareil, en **seconde**, symbole **s**

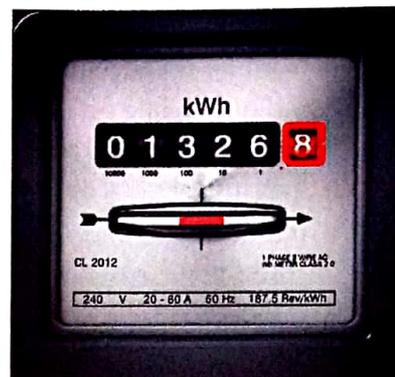
E : énergie électrique reçue par l'appareil, en **joule**, symbole **J**

Cette relation ne s'applique en courant alternatif qu'aux appareils convertissant intégralement l'énergie électrique en énergie thermique.

Activité 6 Découvre les unités usuelles de l'énergie électrique

Observe ce compteur électrique.

1. Écris la valeur de la mesure.
2. Décode la signification du symbole de l'unité utilisée : kWh.
3. Écris en toutes lettres le nom de cette unité.
4. Indique la nature de la grandeur qu'elle mesure.
5. Indique la raison de l'utilisation de cette unité.



Doc. 8 Affichage d'un compteur électrique.



Bilan de l'activité

- La valeur de la mesure est : 1 326,8.
- **k** est le symbole de **kilo** et signifie « mille », 1 000.
W est le symbole de **watt**, unité de puissance.
h est le symbole de **heure**, unité de temps ou de durée.
Ainsi cette unité correspond à une puissance de mille watts utilisée pendant une durée d'une heure.
- Il s'agit du **kilowattheure**.
- La grandeur mesurée est le produit d'une puissance par une durée, c'est un **travail** ou une **énergie**.
Il s'agit pour ce compteur d'**énergie électrique**.
- On a constaté dans l'**activité 5** que la consommation du fer à repasser pendant une heure était de $W = 5\,544\,000\text{ J}$, nombre important, difficile à lire.
Si on considère que le fer à repasser reçoit une puissance $P = 1\,540\text{ watts}$ soit $P = 1,54\text{ kW}$ et qu'il fonctionne pendant une heure, sa consommation d'énergie s'écrit :
 $E = P \cdot \Delta t$; $E = 1,54\text{ kW} \times 1\text{ h}$; $E = 1,54\text{ kWh}$.
On utilise le **kWh** comme unité d'énergie dans ce domaine électrique car il est mieux adapté que le joule.
- L'**unité légale d'énergie** est le **joule**, de symbole **J**.
Dans la pratique, on utilise souvent une autre unité, hors du système international, mais autorisée, le **kilowattheure**. On utilise également le **wattheure**.
- Équivalences :
 $1\text{ kWh} = 1\,000\text{ W} \times 3\,600\text{ s}$
 $1\text{ kWh} = 3\,600\,000\text{ J}$
 $1\text{ kWh} = 3,6\text{ MJ}$
 De même :
 $1\text{ Wh} = 1\text{ W} \times 3\,600\text{ s}$
 $1\text{ Wh} = 3\,600\text{ J}$
 $1\text{ Wh} = 3,6\text{ kJ}$

Activité 7 Constate la transformation d'énergie électrique en énergie mécanique

Observe le **document 9**.

1. Nomme cet appareil.
2. Indique quelle est la source d'énergie qui lui permet de fonctionner et son principe de fonctionnement.
3. Indique à quoi il est utilisé.
4. Indique la ou les formes d'énergies mécaniques mises en œuvre par cet appareil.
5. Indique d'où provient l'énergie mécanique.



Doc. 9 Drone de livraison.

Bilan de l'activité

- Cet appareil est appelé **drone**.
- Ce sont des **batteries électriques** qui alimentent en énergie des moteurs électriques dont les arbres sont reliés à des hélices.
- Cet appareil est utilisé ici au transport de colis dans une ville. Ce type d'appareil est employé en agriculture, en surveillance, dans la photographie ou la vidéo, et également dans l'armée.
- En portant une charge, que ce soit un colis, une caméra, des produits insecticides ou des armes, cet appareil possède en vol de l'**énergie potentielle de pesanteur** et de l'**énergie cinétique**.
- L'**énergie mécanique** est fournie par les moteurs électriques.
- Un **moteur électrique reçoit de l'énergie électrique et fournit de l'énergie mécanique**.

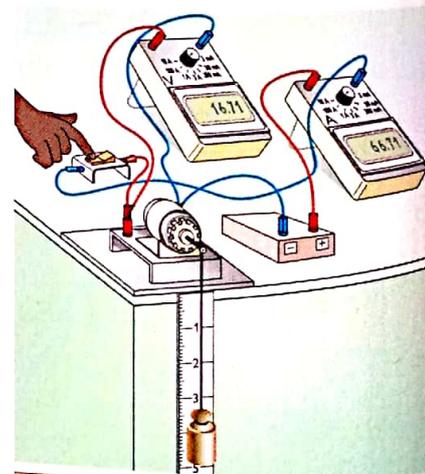
Activité 8 Étudie la transformation d'énergie électrique en énergie mécanique

Réalise le montage décrit sur le **document 10**.

Il faut que la valeur de la tension soit adaptée au moteur.

Il faut également que la charge soit adaptée au moteur de façon à ce que sa montée soit régulière et à vitesse lente.

1. Mesure les valeurs de :
 - U : tension ;
 - I : intensité ;
 - m : valeur de la masse ;
 - h : variation de la hauteur ;
 - Δt : durée nécessaire à la montée de la charge.
2. Calcule :
 - la puissance électrique reçue par le moteur ;
 - l'énergie électrique reçue par le moteur ;
 - le gain d'énergie potentielle de pesanteur de la charge ;
 - la variation d'énergie cinétique.



Doc. 10 Un moteur élève une charge.

3. Compare l'énergie électrique reçue par le moteur à l'énergie mécanique qu'il a délivrée.
4. Propose une explication à cette différence constatée.
5. Calcule le rapport de l'énergie mécanique délivrée à l'énergie électrique reçue. On l'appelle rendement du moteur.

Bilan de l'activité

- Dans le cas d'une expérience particulière, les mesures sont regroupées sur le tableau ci-dessous.

| | | | |
|----------------|------|----------|-----|
| U (V) | 6 | m (kg) | 0,2 |
| I (A) | 0,22 | h (m) | 1 |
| Δt (s) | 4 | | |

- **Puissance électrique reçue :**

$$P = U.I ; P = 6 \times 0,22 ; P = 1,32 \text{ W}$$

- **Énergie électrique reçue :**

$$E_{\text{él}} = U.I.\Delta t ; E = 6 \times 0,22 \times 4 ; E = 5,3 \text{ J}$$

- **Gain d'énergie potentielle de pesanteur :**

$$\Delta E_{\text{pp}} = m.g.h ; E = 0,2 \times 10 \times 1 ; E = 2 \text{ J}$$

Variation d'énergie cinétique : l'énergie cinétique est nulle au départ et nulle à l'arrivée. Pendant le déplacement s'effectuant à la vitesse moyenne de $v = 0,25 \text{ m/s}$, elle prend une valeur $E_c = \frac{1}{2} m.v^2$;

$$E_c = 0,5 \times 0,2 \times 0,25^2 ; E_c = 0,006 \text{ J.}$$

Cette valeur est très faible devant le gain d'énergie potentielle de pesanteur, il est légitime de négliger l'énergie cinétique dans cette expérience.

- **Énergie électrique reçue :** $E_{\text{él}} = 5,3 \text{ J}$

- **Énergie mécanique délivrée :** $E_m = 2 \text{ J}$

Le moteur ne restitue pas en énergie mécanique la totalité de l'énergie électrique reçue.

- Une partie de l'énergie électrique reçue est dissipée en **énergie thermique**, soit sous forme de chaleur dans les circuits électriques, soit pour s'opposer aux forces de frottements.

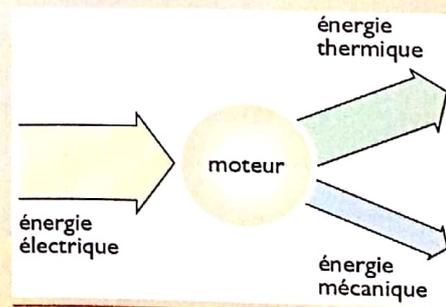
- Le rapport, appelé **rendement**, vaut : $r = \frac{E_m}{E_{\text{él}}} ; r = \frac{2}{5,3} ; r = 0,38$.

On l'écrit également sous la forme : $r = 38 \%$.

Le **rendement** est un rapport de deux valeurs de la même grandeur, il s'exprime sans unité.

- Un moteur ne restitue utilement qu'une partie de l'énergie électrique qu'il reçoit. Une partie est dissipée en énergie thermique.

- On appelle **rendement d'un moteur le rapport de l'énergie mécanique qu'il fournit à l'énergie électrique qu'il reçoit.**



Doc. 11 Bilan énergétique.

Activité 9 Étudie la transformation d'énergie mécanique en énergie électrique

Réalise le montage décrit sur le **document 12**.
Il faut que la valeur de la tension soit adaptée à la lampe.
Il faut également que la charge soit suffisamment importante pour entraîner la rotation de la génératrice.

1. Mesure les valeurs de :

- U : tension ;
- I : intensité ;
- m : valeur de la masse ;
- h : variation de la hauteur ;
- Δt : durée nécessaire à la descente de la charge.

2. Calcule :

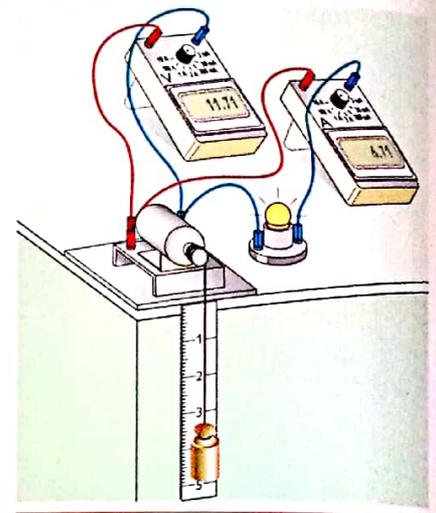
- la puissance électrique délivrée par la génératrice ;
- l'énergie électrique délivrée par la génératrice ;
- la diminution d'énergie potentielle de pesanteur ;
- la variation d'énergie cinétique.

3. Compare l'énergie mécanique reçue par la génératrice à l'énergie électrique qu'elle a délivrée.

4. Propose une explication à cette différence constatée.

5. Calcule le rapport de l'énergie électrique délivrée à l'énergie mécanique reçue.

6. Détermine le rendement de la transformation.



Doc. 12 La charge entraîne la génératrice de bicyclette.



Bilan de l'activité

- Dans le cas d'une expérience particulière, les mesures sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

| | | | |
|----------------|---|-------|-----|
| m (kg) | 1 | U (V) | 6 |
| z (m) | 1 | I (A) | 0,3 |
| Δt (s) | 3 | | |

- **Puissance électrique délivrée :** $P = U.I$; $P = 6 \times 0,3$; $P = 1,8 \text{ W}$
Énergie électrique délivrée : $E_{\text{él}} = U.I.\Delta t$; $E = 6 \times 0,3 \times 3$; $E = 5,4 \text{ J}$
Diminution d'énergie potentielle de pesanteur :
 $\Delta E_{\text{pp}} = m.g.h$; $E = 1 \times 10 \times 1$; $E = 10 \text{ J}$
Variation d'énergie cinétique : pour les raisons évoquées dans l'activité précédente, il est légitime de négliger l'énergie cinétique dans cette expérience.
- **Énergie électrique délivrée :** $E_{\text{él}} = 5,4 \text{ J}$
Énergie mécanique reçue : $E_{\text{m}} = 10 \text{ J}$
 La génératrice ne restitue pas en énergie électrique la totalité de l'énergie mécanique reçue.
- Une partie de l'énergie mécanique reçue est dissipée en **énergie thermique**, soit sous forme de chaleur dans les circuits électriques, soit pour s'opposer aux forces de frottements.
- Le rapport vaut : $r = \frac{E_{\text{él}}}{E_{\text{m}}}$; $r = \frac{5,4}{10}$; $r = 0,54$.
- Ce rapport est le rendement de la transformation. On l'écrit également sous la forme : $r = 54 \%$.
- Un générateur ne restitue utilement qu'une partie de l'énergie mécanique qu'il reçoit. Une partie est dissipée en énergie thermique.
- **On appelle rendement d'un générateur le rapport de l'énergie électrique qu'il fournit à l'énergie mécanique qu'il reçoit.**

Activité 10 Interprète une facture d'électricité

Procure-toi une facture d'électricité auprès de tes parents et analyse-la.

1. Recherche la valeur de la puissance souscrite.
2. Recherche les valeurs correspondant à l'ancien index et au nouvel index.
3. Détermine la consommation facturée et vérifie qu'elle est bien celle indiquée.
4. Recherche le prix unitaire d'un kWh. Ce prix est fonction de la « tranche » concernée. Explique ce que cela signifie.
5. Quelles sont les valeurs des taxes et contributions ajoutées ?

Bilan de l'activité

- La **puissance souscrite** est de 1,1 kW.
- Valeur de l'**ancien index** : 15 803 kWh.
Valeur du **nouvel index** : 15 918 kWh.
- La consommation est égale à la **différence des index** :
 $15\,918 - 15\,803 = 115$ kWh.
- Le prix du **kWh** dépend de la consommation. Ici, les 80 premiers kWh sont facturés au prix unitaire de 36,05 FCFA. Au-delà de 80 kWh, on paiera les 35 kWh suivants au prix unitaire de 62,70 FCFA.
- S'ajoutent au paiement de la consommation des taxes et redevances. TVA : 395 FCFA ; redevance pour l'électrification rurale : 215 FCFA ; taxe pour l'enlèvement des ordures ménagères : 290 FCFA ; redevance pour financer la radio-télévision nationale : 230 FCFA ; timbre fiscal : 100 FCFA.

Retiens l'essentiel

- ▶ Un appareil électrique ayant une tension continue U à ses bornes et traversé par un courant d'intensité I reçoit une puissance électrique : $P = U.I$. Unités : U en volt, I en ampère et P en watt.
- ▶ L'énergie électrique reçue par un appareil électrique pendant une durée Δt répond à la relation générale $E = P.\Delta t$. Elle peut s'écrire : $E = U.I.\Delta t$.
- ▶ L'énergie électrique reçue dans une installation électrique est la somme des énergies reçues par chaque appareil.
- ▶ La relation $P = U.I$ ne s'applique en courant alternatif qu'aux appareils transformant intégralement l'énergie électrique en énergie thermique.
- ▶ L'énergie électrique peut être transformée en énergie mécanique et inversement.
- ▶ Les appareils électriques, générateurs ou récepteurs sont des dispositifs convertisseurs d'énergie.
- ▶ Le rendement d'un dispositif de transformation est égal au rapport de l'énergie restituée utilement à l'énergie reçue : $r = \frac{\text{énergie fournie}}{\text{énergie reçue}}$.

Mots-clés

Puissance électrique
Énergie électrique
Transfert d'énergie
Rendement
Watt (W)
Joule (J)
Kilowattheure (kWh)
Puissance souscrite
Compteur électrique

COMPAGNIE NOIRIENNE D'ÉLECTRICITÉ Société Anonyme au capital de 14 milliards de francs CFA
Siège social : 1, AV. CHEIKHANE, THIAMBA - 01 BP 1900 ABIDJAN 01 - R.C.C.A. 02-4241190-01-149-001 - Compte bancaire : 01 00000 01
Tél : 21 21 30 20 - Fax : 21 21 30 10 - N° REG. C.C.I. : DIRECTION DES GRANDES ENTREPRISES - BANQUE SUD-ABIDJAN 111 309 707 04

Direction Régionale de YOCOJORO TEL : Fax :
SITE WEB : WWW.CIE.CI

FACTURE D'ÉLECTRICITÉ BASSE TENSION N° 130 PÉRIODE : 05/2018
Date d'émission : 12/06/2018
Nom, prénoms et adresse :

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| EXPLOITATION : LOCODJORO | CLIENT : Monsieur Kakou | PUISSANCE SOUSCRITE : 1,1 |
| IDENTIFIANT : 0310407343000 E | lot 6246 lot 725 | CODE TAMP : 01 |
| REPERE : 0310450653870C | | CODE USAGE : 1 |
| REGROUPEMENT : | | QUALITE PRELEV : 0000 |
| TYPE CLIENT : | Téléphone : | TYPE FACTURE : 00 |
| REGULAGE DIRECTEUR : 005 | Adresse postale : | TYPE EQUIPEMENT : 10 |
| | C.C. Client : | TYPE BRANCHEMENT : 1 |

MONTANT A REGLER : 10865

Consommation du : 04/04/2018 au : 04/06/2018 Date limite de paiement : 05/07/2018

| Index | Index | Index | Index | Index | Index |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 00001704 | 15803 | 15918 | 115 | 01,0 | 115 |

| Tranche | Quantité | Prix unitaire | Montant HT | TVA | Montant TTC |
|-----------------------|----------|---------------|------------|-------|-------------|
| 1 | 80 | 36,05 | 2885 | 0,00 | 2885 |
| 2 | 35 | 62,70 | 2195 | 18,00 | 395 |
| Primo fixe | | | 560 | 0,00 | 560 |
| Total Facture Energie | | | 5640 | 395 | 6035 |

| | |
|---|--------------|
| Redevance électrification rurale | 215 |
| Taxe rémunératoire enlèvement ordures ménagères | 290 |
| Redevance RTI | 230 |
| Timbre d'Etat (*) | 100 |
| TOTAL FACTURE (Fcfca) | 6870 |
| Impayés antérieurs CIE | 3850 |
| Impayés antérieurs RTI | 145 |
| MONTANT TOTAL A REGLER (Fcfca) (*) | 10865 |

Message au client :

CHERS CLIENTS, VOUS POUVEZ REGLER VOS FACTURES D'ELECTRICITE PAR ORANGE MONEY, MTN MOBILE MONEY, FLOOZ MOBILE MONEY, SOGEPAY ET YUP (*) Pour un règlement par banque, à compter de la date de paiement, l'avis de préavis le somme le timbre d'état n'est pas perçu. le montant à régler est alors de 10765 à titre de frais de recouvrement et à sera procédé sans préavis à la suspension de la fourniture d'électricité.

COUPON D'IDENTIFICATION
A détacher et joindre à votre paiement

| | | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------|-------|
| EXPLOITATION : LOCODJORO | Facture N° 130 du 05/2018 | TOTAL FACTURE (Fcfca) | 6870 |
| REPERE : 0310450653870C | Consommation du 04/04/2018 | Impayés | 3995 |
| IDENTIFIANT : 0310407343000 E | au 04/06/2018 | TOTAL A REGLER (Fcfca) | 10865 |
| REGROUPEMENT : | Date d'émission : 12/06/2018 | | |

CCD : 15 71 07 01

Doc. 13 Facture d'électricité.

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Recopie et relie par une flèche chaque grandeur de la colonne A à son ou ses unités dans la colonne B.

| A | B |
|------------------------|-----------------------|
| Énergie électrique (E) | • watt (W) |
| Rendement | • kilowattheure (kWh) |
| Puissance électrique | • joule (J) |
| | • wattheure (Wh) |
| | • kilowatt (kW) |

Exercice 2

Complète les phrases ci-dessous avec les mots ou expressions qui conviennent.

L'énergie électrique reçue par l'ensemble des appareils d'un circuit électrique est égale à des par chacun des appareils.

Le rendement r d'un moteur électrique est égal au rapport de l'énergie délivrée à électrique reçue.

L'unité de l'énergie électrique est la même que celle des autres formes d'énergie. Il s'agit du de symbole

L'unité de puissance électrique est la même que celle des autres formes de puissance. Il s'agit du de symbole

Exercice 3

Un circuit électrique est constitué de deux lampes L_1 et L_2 placées en série.

L'intensité I du courant électrique qui traverse le générateur vaut 1,5 A.

La tension aux bornes du générateur est de 6 V.

La tension électrique aux bornes de la lampe L_1 est de 2,6 V.

Détermine :

- la tension aux bornes de la lampe L_2 ;
- l'intensité qui traverse chaque lampe ;
- la puissance électrique reçue par chaque lampe ;
- la puissance totale reçue par les lampes.

Exercice 4

Les lampes L_1 et L_2 de l'exercice 3 fonctionnent pendant une durée de deux minutes.

Détermine :

- l'énergie électrique consommée par chaque lampe ;
- l'énergie totale consommée par les lampes.

Réinvestis tes acquis

Exercice 5

Un moteur est soumis à une tension continue de 12 volts. Il est parcouru par un courant d'intensité 2 ampères.

- Détermine la puissance électrique reçue.
- Le moteur restitue une puissance mécanique $P = 18$ W. Détermine le rendement r de ce moteur.

Exercice 6

Dans le cas du barrage de Soubré, la chute d'eau qui alimente les turbines est de 43 m. Le débit maximum est de $700 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Propose un schéma simplifié du dispositif.
- Calcule le travail du poids de l'eau en une seconde.
- Calcule la puissance mécanique reçue par les turbines.
- La valeur de la puissance électrique délivrée est alors 275 MW. Détermine le rendement du dispositif.

Exercice 7

Ce conteneur a une masse de 20 tonnes. La grue l'élève d'une hauteur de 12 mètres en 30 secondes.

La grue comporte quatre moteurs électriques pour soulever la charge.



- Calcule la valeur de l'augmentation d'énergie potentielle de pesanteur du conteneur.
- Détermine la puissance moyenne reçue par le conteneur lors de son ascension.
- Le rendement de l'ensemble moteurs électriques, transmission par câbles et poulies a une valeur de 0,8. Détermine la puissance minimale délivrée par chacun des moteurs.
- La tension continue d'alimentation des moteurs est $U = 600$ V. Calcule l'intensité du courant qui les traverse.

Des transformations réciproques

Les transformations réciproques d'énergie électrique en énergie mécanique ont des applications considérables dans notre quotidien. L'énergie potentielle de pesanteur des masses d'eau retenues dans les barrages se transforme en énergie électrique. L'énergie électrique alimente une multitude de moteurs dans tous les domaines.

Ces transformations réciproques sont également exploitées dans le domaine automobile.

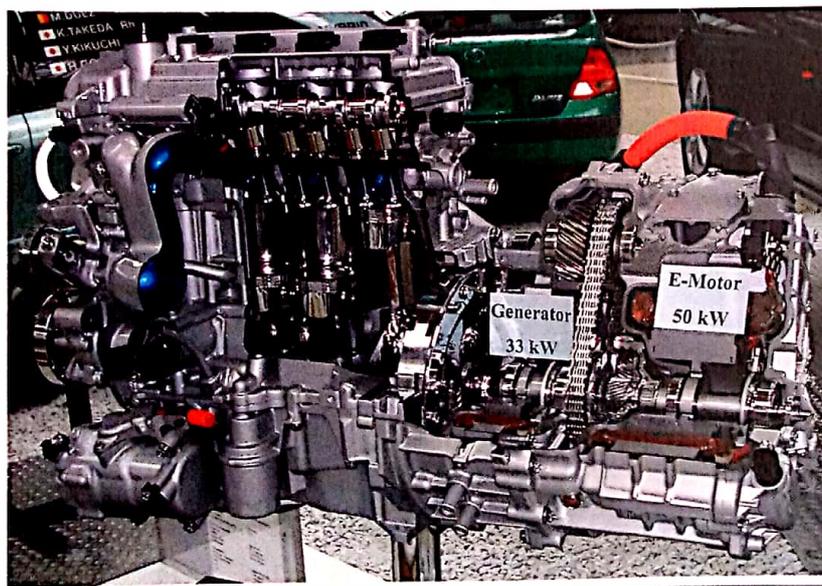
C'est le principe des véhicules dits « hybrides ». Ce principe est simple : un moteur thermique classique est couplé à un générateur et à un moteur électrique.

Lorsque les batteries sont chargées, le moteur électrique assure la propulsion ou vient en soutien au moteur thermique. Lorsqu'elles sont déchargées, le moteur thermique assure la propulsion de façon traditionnelle.

Lorsque le véhicule ralentit, freine ou simplement descend une pente, le moteur thermique est coupé et l'énergie potentielle de pesanteur et cinétique sont converties en énergie électrique par le générateur. Ce qui recharge les batteries.

Dans les embouteillages, à faible vitesse, donc essentiellement en ville, la propulsion électrique est privilégiée, ce qui diminue considérablement la pollution de l'air.

La difficulté majeure dans la conception de ces véhicules concerne les batteries. Elles doivent être



Doc. 16 Association moteur thermique – générateur – moteur électrique.



Doc. 14 Voiture électrique connectée à sa borne de recharge.



Doc. 15 Batterie de voiture électrique.

fiables, de faible coût et légères ! Elles doivent fournir des tensions élevées, plusieurs centaines de volts, de façon à satisfaire les moteurs électriques. Ces batteries existent et leur technologie est en constante évolution.

Cette technologie progresse donc rapidement, mais exige de la part des mécaniciens une formation sérieuse, en particulier face aux dangers que présentent les hautes tensions.

Il en va de même pour les services de secours en cas d'accident. La mise à l'air accidentelle de circuits présentant des tensions élevées entraîne des risques mortels pour toute intervention non maîtrisée.

Le conducteur ohmique

Habilités et contenus

- ✓ Connaître :
 - le rôle d'un conducteur ohmique dans un circuit électrique ;
 - l'unité légale de la résistance ;
 - la loi d'Ohm.
- ✓ Tracer la caractéristique d'un conducteur ohmique.
- ✓ Utiliser :
 - la loi d'Ohm $U = R.I$;
 - un diviseur de tension pour réaliser un générateur de tension réglable ;
 - la relation $U_s = U_e \times \frac{R_s}{R_{\text{éq}}}$.
- ✓ Déterminer la résistance d'un conducteur ohmique :
 - par la méthode graphique ;
 - à l'aide du code des couleurs ;
 - à l'aide de l'ohmmètre.
- ✓ Déterminer la résistance équivalente à une association de deux conducteurs ohmiques en série et en dérivation.
- ✓ Schématiser une association de conducteurs ohmiques en série et en dérivation.

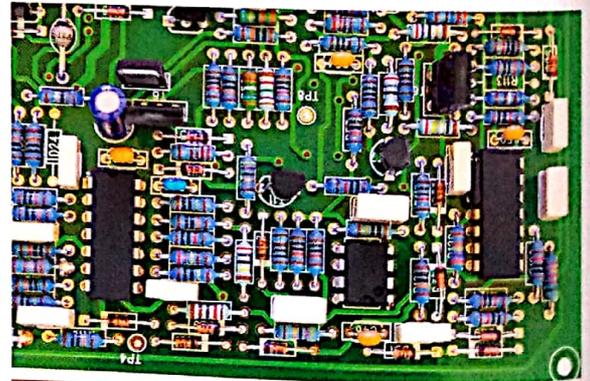
Découvre le sujet

Le **document 1** présente un élément de notre vie quotidienne, même s'il est souvent dissimulé à l'intérieur des appareils.

Il s'agit d'une carte électronique comme il en existe dans tous les ordinateurs, téléphones, téléviseurs et tout appareil électroménager.

Procure-toi ce genre de circuits imprimés sur des appareils hors d'usage.

Identifie les conducteurs ohmiques, ce sont ici les petits cylindres bleus.



Doc. 1 Carte électronique.

Développe le sujet

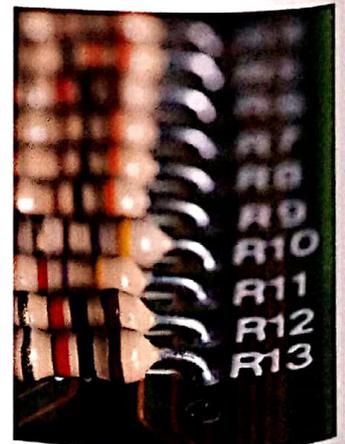
Activité 1 Décris un conducteur ohmique

Observe les conducteurs ohmiques des **documents 1** et **2**.

1. Indique leur nombre de bornes.
2. Nomme la classe générale de composants à laquelle ils appartiennent.
3. Ces conducteurs ohmiques sont souvent repérés sur les circuits par la lettre R.

Indique comment, selon toi, ils sont caractérisés.

Doc. 2 Conducteurs ohmiques.

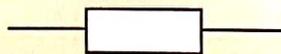


Le conducteur ohmique

4. Indique si les composants R12 et R13 sont identiques ou différents.
Indique alors la signification de 12 et 13.

Bilan de l'activité

- Tous les **conducteurs ohmiques** observés possèdent deux **bornes**.
- Les **conducteurs ohmiques** sont des **dipôles**.
- Les **conducteurs ohmiques** sont caractérisés par des **anneaux de couleur**.
- Les **composants R12** et **R13** portent des anneaux identiques, ils sont identiques.
R12 et **R13** ne sont que les repères de leurs sites d'implantation.



Doc. 3 Symbole d'un conducteur ohmique.

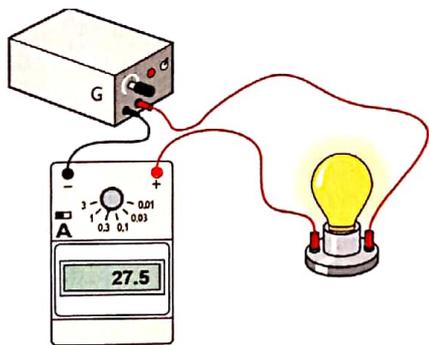
Activité 2 Découvre le rôle d'un conducteur ohmique dans un circuit électrique

Tu disposes de différents conducteurs ohmiques.

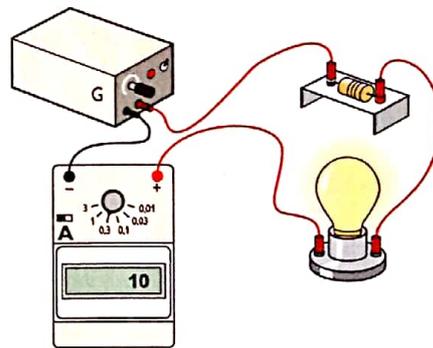
Tu réalises un circuit simple comme celui du **document 4**.

Tu montes successivement en série les conducteurs ohmiques dont tu disposes.

1. Décris tes observations par rapport à l'éclat de la lampe.
2. Note les différentes valeurs de l'intensité du courant électrique.
3. Donne tes conclusions.



Doc. 4 Un circuit simple.



Doc. 5 Insertion d'un conducteur ohmique.

Bilan de l'activité

- L'insertion d'un **conducteur ohmique en série** entraîne toujours une diminution de l'éclat de la lampe.
- Les valeurs de l'intensité du courant sont toujours inférieures à l'intensité du courant avant l'insertion du **conducteur ohmique**.
La valeur de l'intensité dépend du conducteur ohmique inséré.
- On peut conclure que l'insertion d'un **conducteur ohmique** dans un circuit diminue l'intensité du courant dans la branche dans laquelle il est monté en série.
Tout se passe comme si le conducteur ohmique s'opposait, « résistait » au passage du courant électrique.
- L'insertion d'un **conducteur ohmique dans une branche de circuit entraîne une diminution de l'intensité du courant électrique**.
Le **conducteur ohmique « résiste » au passage du courant électrique.**

Activité 3 Détermine la caractéristique d'un conducteur ohmique

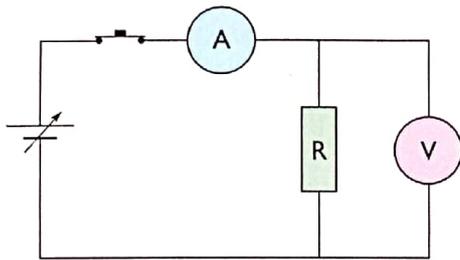
Réalise le montage décrit sur le **document 6**.

Le générateur est un générateur de tension continue mais de valeur variable.

1. En respectant le domaine d'utilisation du générateur, augmente progressivement la valeur de la tension depuis la valeur nulle.

Mesure les valeurs de la tension et de l'intensité du courant électrique et complète le tableau suivant :

| | | | | | | | |
|--------|---|--|--|--|--|--|--|
| U (V) | 0 | | | | | | |
| I (mA) | | | | | | | |



2. Trace sur un graphique les différents points correspondant aux couples (I, U) mesurés.
3. Trace la courbe joignant tous ces points. On l'appelle caractéristique du dipôle.
4. Propose une équation pour cette caractéristique.

Doc. 6 Montage d'étude de la caractéristique.



Bilan de l'activité

- Une série de mesures conduit au tableau suivant :

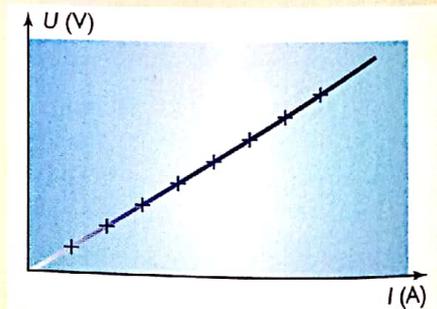
| | | | | | | | |
|--------|---|---|----|----|----|----|----|
| U (V) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| I (mA) | 0 | 7 | 15 | 22 | 30 | 37 | 44 |

- On obtient les points et la courbe ci-contre, **caractéristique d'un conducteur ohmique**.
- Cette caractéristique est un segment de droite passant par l'origine. Son équation est de la forme $U = a.I$.

Dans ce cas, le coefficient « a » a pour valeur :

$$a = \frac{U}{I} ; a = 270 \text{ volts par ampère.}$$

- La **caractéristique intensité-tension d'un conducteur ohmique est un segment de droite d'équation $U = a.I$** .

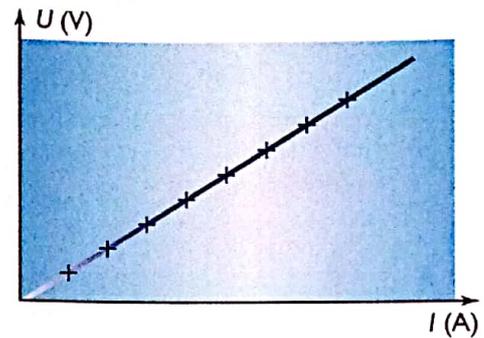


Activité 4 Découvre la loi d'Ohm

Réfléchis à la caractéristique d'un conducteur ohmique.

1. Indique, pour une valeur constante de la tension U, ce qui se produit pour la valeur de l'intensité si le coefficient « a » :
 - est de faible valeur ;
 - est de forte valeur.

2. Explique pourquoi le coefficient « a » est appelé « résistance ».
3. La résistance est notée « R » et l'équation de la caractéristique traduit la loi d'Ohm.
Écris cette loi d'Ohm.
4. Détermine la valeur de R utilisée dans l'activité 3.

Doc. 7 $U = R.I$.

Bilan de l'activité

- À tension constante :
 - plus « a » est faible, plus la valeur de l'intensité est importante ;
 - plus « a » est important, plus la valeur de l'intensité est faible.
- Lorsque « a » augmente, l'intensité qui traverse le dipôle diminue. Le dipôle « s'oppose », « résiste » au passage du courant. D'où le terme utilisé : **résistance**.
- La **loi d'Ohm** s'écrit alors : $U = R.I$
- Dans l'activité précédente, le **conducteur ohmique** utilisé a pour valeur : $R = 270$ ohms.
- **Loi d'Ohm :**
La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance par l'intensité du courant qui le traverse.

$$U = R.I$$

U : tension aux bornes du dipôle en volt, **V**

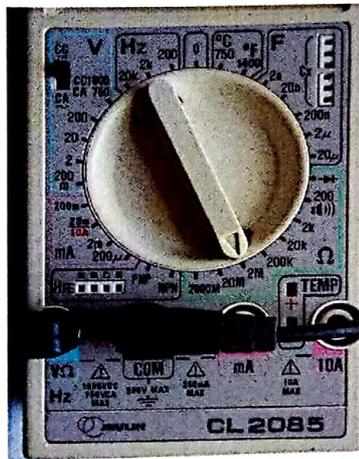
I : intensité du courant qui traverse le dipôle en ampère, **A**

R : résistance du dipôle conducteur ohmique en ohm, symbole Ω

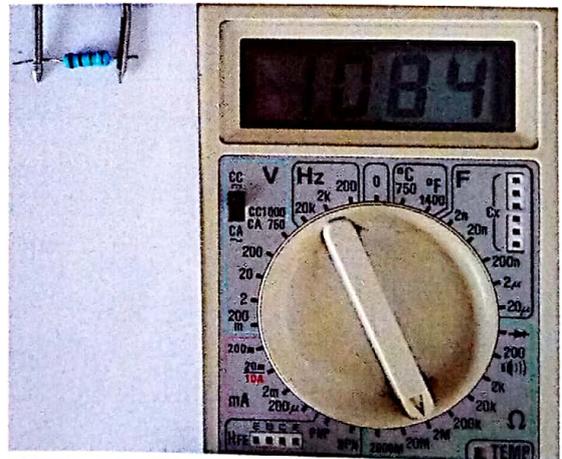
Activité 5 Utilise un ohmmètre

Mesure la valeur d'une résistance en utilisant un multimètre.

1. Indique si le sélecteur de fonction rotatif est placé correctement pour utiliser le multimètre en ohmmètre.
2. Indique le calibre choisi.
3. Indique comment tu dois brancher l'ohmmètre.
4. Écris le résultat de la mesure en $M\Omega$ puis en Ω .



Doc. 8 Utilisation d'un ohmmètre.



Doc. 9 Lecture.

Bilan de l'activité

- Le **sélecteur de fonction** doit être positionné dans la plage verte correspondant à l'utilisation en **ohmmètre**.
- Le **calibre** choisi est ici 2 M Ω .
- L'**ohmmètre** est branché directement aux bornes du dipôle étudié. Il est branché entre la borne repérée par le symbole Ω et la borne COM. Ce dipôle ne doit pas appartenir à un circuit. Ce dipôle ne doit pas être sous tension.
- L'appareil, dont le calibre est 2 M Ω , indique une valeur de 1,084 M Ω . La valeur indiquée est alors $R = 1,084 \text{ M}\Omega$ soit $R = 1\,084\,000 \Omega$.

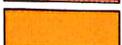
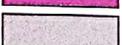
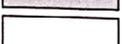
Activité 6 Utilise le code couleurs

En utilisant le code des couleurs précisé sur le **document 10**, recopie et remplis le tableau suivant et obtiens la valeur des résistances des conducteurs ohmiques R11, R12 et R13 du **document 2**.

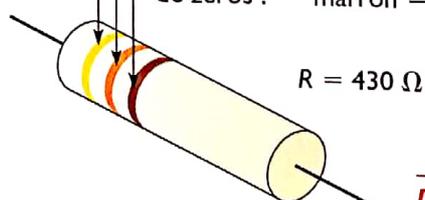
| | 1 ^{er} anneau | | 2 ^e anneau | | 3 ^e anneau | | Valeur de la résistance |
|-----|------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-------------------------|
| | couleur | valeur | couleur | valeur | couleur | valeur | |
| R11 | | | | | | | |
| R12 | | | | | | | |
| R13 | | | | | | | |

Le code des couleurs pour le multiplicateur indique le nombre de zéros.

Exemple : la couleur orange, qui signifie 3, donne comme multiplicateur 1 000 (kilo). Ou, ce qui revient au même : 10^3 . On le note 1k.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | 0 |  | 5 |
|  | 1 |  | 6 |
|  | 2 |  | 7 |
|  | 3 |  | 8 |
|  | 4 |  | 9 |

1^{er} chiffre : jaune \rightarrow 4
 2^e chiffre : orange \rightarrow 3
 nombre de zéros : marron \rightarrow 1



Doc. 10 Code des couleurs.

Bilan de l'activité

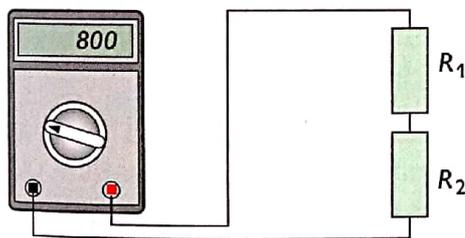
- Notons les couleurs des différents anneaux et remplissons le tableau.

| | 1 ^{er} anneau | | 2 ^e anneau | | 3 ^e anneau | | Valeur de la résistance en ohm |
|-----|------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| | couleur | valeur | couleur | valeur | couleur | Nombre de zéros | |
| R11 | jaune | 4 | violet | 7 | rouge | 2 | 4 700 |
| R12 | marron | 1 | noir | 0 | rouge | 2 | 1 000 |
| R13 | marron | 1 | noir | 0 | rouge | 2 | 1 000 |

- Les deux conducteurs ohmiques repérés par R12 et R13 sont de **résistances égales**.
- Remarque** : dans la pratique, on utilise souvent le mot **résistance** pour désigner un **conducteur ohmique**. C'est peu correct puisque la résistance est une propriété particulière d'un conducteur ohmique, mais c'est une habitude très répandue et qui n'a pas de conséquences fâcheuses.

Activité 7 Associe deux conducteurs ohmiques en série

Tu disposes de deux conducteurs ohmiques R_1 et R_2 et d'un ohmmètre.



Doc. 11 Deux résistances en série.

- Mesure la valeur de la résistance de R_1 .
- Mesure la valeur de la résistance de R_2 .
- Associe les deux conducteurs ohmiques en série et mesure la résistance de l'association. Cette valeur est appelée « résistance équivalente à l'association ».
- Propose une conclusion.

Bilan de l'activité

- Dans le cas du **document 11** :

$$R_1 = 330 \Omega$$

$$R_2 = 470 \Omega$$

$$R_{\text{éq}} = 800 \Omega$$

- On constate que la résistance équivalente à l'association a pour valeur

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$$

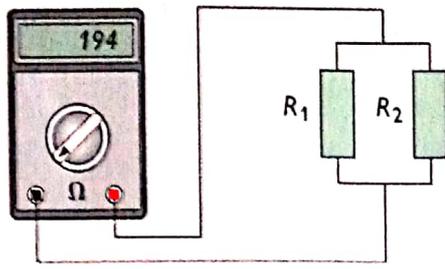
- La résistance équivalente à une association de conducteurs ohmiques en série est égale à la somme des résistances de l'association :**

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$$

- Toutes les valeurs de résistance sont exprimées en **ohm, Ω** .

Activité 8 Associe deux conducteurs ohmiques en dérivation

Tu disposes de deux conducteurs ohmiques R_1 et R_2 et d'un ohmmètre.



Doc. 12 Deux résistances en dérivation.

1. Mesure la valeur de la résistance de R_1 .
2. Mesure la valeur de la résistance de R_2 .
3. Associe les deux conducteurs ohmiques en dérivation et mesure la résistance de l'association. Cette valeur est appelée « résistance équivalente à l'association ».
4. Propose une conclusion.

Bilan de l'activité

- Dans le cas du **document 12** :

$$R_1 = 330 \Omega$$

$$R_2 = 470 \Omega$$

$$R_{\text{éq}} = 194 \Omega$$

- On constate que la résistance équivalente à l'association a une valeur inférieure à chacune des résistances composant l'association.
- **La résistance équivalente à une association de conducteurs ohmiques en dérivation satisfait la relation :**

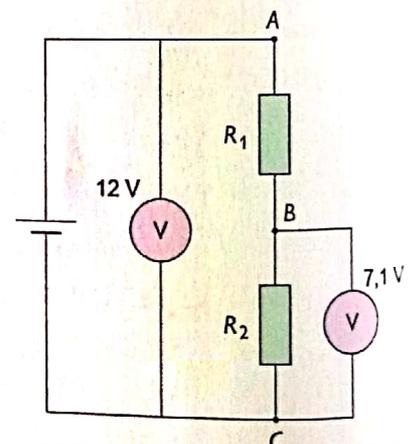
$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

- Toutes les valeurs de résistance sont exprimées en **ohms, Ω** .

Activité 9 Utilise un diviseur de tension

Tu disposes de deux conducteurs ohmiques R_1 et R_2 , d'un générateur de tension et de deux voltmètres et d'un ohmmètre.

1. Mesure la valeur de la résistance de R_1 .
2. Mesure la valeur de la résistance de R_2 .
3. Associe les deux conducteurs ohmiques en série et alimente l'ensemble en constituant un circuit série avec le générateur.
4. Mesure la tension U_e aux bornes de l'association. (U_e : tension « d'entrée »).
5. Mesure la tension U_s aux bornes de R_2 . (U_s : tension de « sortie »).
6. Calcule le rapport $\frac{U_s}{U_e}$.
7. Calcule le rapport $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$.
8. Propose une conclusion.



Doc. 13 Montage diviseur de tension.

Bilan de l'activité

- Dans le cas du **document 13**, on utilise les deux résistances de l'**activité 8**.

$$1. R_1 = 330 \Omega$$

$$2. R_2 = 470 \Omega$$

$$4. U_e = 12 \text{ V}$$

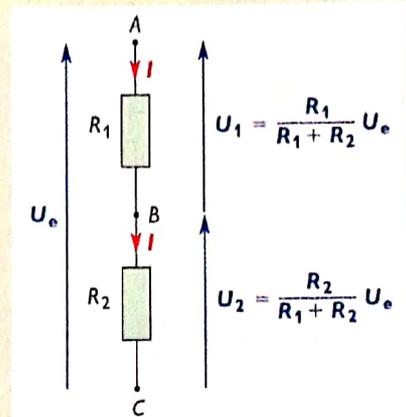
$$5. U_s = 7,1 \text{ V}$$

$$6. \frac{U_s}{U_e} = \frac{7,1}{12} ; \frac{U_s}{U_e} = 0,59$$

$$7. \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{470}{800} ; \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,59$$

- **En ajustant les valeurs des résistances, on peut à partir d'une tension continue constante obtenir une tension de valeur adaptée.**

- Valeur des tensions :



Retiens l'essentiel

► Loi d'Ohm :

La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance par l'intensité du courant qui le traverse.

$$U = R \cdot I$$

U : tension aux bornes du conducteur ohmique en volt, V.

I : intensité du courant qui traverse le conducteur ohmique en ampère, A.

R : résistance du conducteur ohmique en ohm, symbole Ω .

- On appelle conducteur ohmique un dipôle qui satisfait la loi d'Ohm.

- Un conducteur ohmique permet de diminuer l'intensité du courant électrique dans un circuit.

- La caractéristique d'un conducteur ohmique est un segment qui passe par l'origine des axes du repère (I , U).

- Si dans un circuit deux conducteurs ohmiques sont montés en série, on peut les remplacer par un conducteur ohmique unique dont la résistance est égale à la somme des deux résistances :

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$$

- Si dans un circuit deux conducteurs ohmiques sont montés en dérivation, on peut les remplacer par un conducteur ohmique unique dont la résistance satisfait la relation :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

- Une association de conducteurs ohmiques en série permet de construire un diviseur de tension et d'obtenir en sortie du montage une tension adaptée mais inférieure à la tension d'entrée.

Sa valeur est donnée par la relation $\frac{U_s}{U_e} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

Mots-clés

Loi d'Ohm

Résistance

Unité de résistance :
l'ohm

L'ohm : symbole Ω

Diviseur de tension

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Recopie le texte ci-dessous en le complétant avec les mots ou expressions qui conviennent.

Un conducteur ohmique possède deux bornes, c'est un Sa caractéristique est un de droite qui passe par

La à ses bornes est égale au produit de sa par la valeur de du courant qui le traverse.

L'unité de résistance d'un conducteur ohmique est, de symbole

Exercice 2

Tu disposes de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 .

Tu peux les associer de deux façons.

Recopie et complète le tableau suivant.

| Type d'association | En série | En dérivation |
|-------------------------------------|----------|---------------|
| Schéma du montage | | |
| Valeur de la résistance équivalente | | |

Exercice 3

On applique une tension électrique $U = 30 \text{ V}$ aux bornes d'un conducteur ohmique. Il est traversé par un courant électrique d'intensité $I = 25 \text{ mA}$.

1. Donne l'expression de la loi d'Ohm pour ce conducteur ohmique.
2. Calcule sa résistance R .
3. Détermine les couleurs des anneaux qu'il porte.

Exercice 4

Un conducteur ohmique de résistance $33 \text{ k}\Omega$ est soumis à une tension $U = 5 \text{ V}$.

Détermine l'intensité du courant qui le traverse.

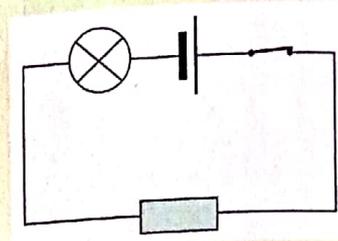
Exercice 5

Tu disposes de deux conducteurs ohmiques de résistances 220Ω et 680Ω .

1. Détermine les couleurs de leurs anneaux.
2. Calcule la valeur de la résistance équivalente quand ils sont associés en série.
3. Calcule la valeur de la résistance équivalente quand ils sont associés en dérivation.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6



Dans le circuit représenté ci-dessus, on ajoute un second conducteur ohmique en série. Les deux conducteurs ohmiques ont la même résistance R .

1. Schématise le nouveau montage.
2. Calcule la résistance équivalente à l'association.
3. Indique quelle sera l'évolution de l'intensité du courant.
4. Indique si la lampe brillera plus ou moins intensément.

Dans le circuit représenté ci-dessus, on ajoute un second conducteur ohmique en dérivation avec le premier. Les deux conducteurs ohmiques ont la même résistance R .

5. Schématise le nouveau montage.
6. Calcule la résistance équivalente à l'association.
7. Indique quelle sera l'évolution de l'intensité du courant.
8. Indique si la lampe brillera plus ou moins intensément.

Exercice 7

En travaux pratiques, votre professeur vous demande de réaliser un diviseur de tension.

Il remet à ton groupe un générateur de tension nominale 12 V , deux conducteurs ohmiques de valeur $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$, un voltmètre, un interrupteur et les conducteurs nécessaires au montage.

1. Schématise le montage.
2. Calcule la valeur de la résistance équivalente au montage des deux résistances en série.
3. Calcule l'intensité du courant qui parcourt le circuit.
4. Tu prélèves la tension aux bornes de R_1 avec le voltmètre. Détermine la valeur qu'il indique.
5. Tu prélèves la tension aux bornes de R_2 avec le voltmètre. Détermine la valeur qu'il indique.

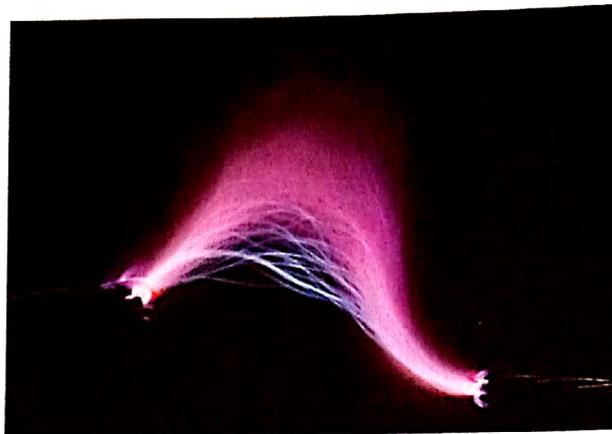
La résistance

Les conducteurs sont des matériaux qui présentent des résistances faibles au passage du courant. Les isolants sont des matériaux qui offrent une grande résistance au passage du courant.

Prenons un objet métallique et supposons que sa résistance soit un ohm.

Le même objet en carbone aurait une résistance de l'ordre de 1 000 ohms, en verre sa résistance serait de l'ordre de plusieurs milliards de milliards d'ohms !

L'air est un excellent isolant. Heureusement ! Sinon, l'électricité domestique n'existerait pas. Le courant circulerait d'une borne à l'autre d'une « prise de courant ».



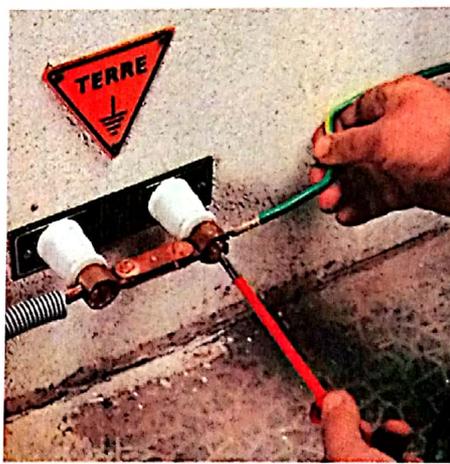
Doc. 14 Arc électrique.

Mais l'air devient brutalement conducteur à partir d'une certaine tension qui entraîne une ionisation des particules présentes. Cette tension est appelée tension de claquage. En air sec, elle est de l'ordre de $U = 30\,000$ volts par centimètre. Cela signifie que si deux points de l'air distants de 1 cm sont soumis à une tension de 30 000 volts, une étincelle se produit entre ces points. Ce phénomène est favorisé par l'humidité, la tension de claquage peut descendre à 10 000 V/cm. Cette conductivité due à l'eau est mise à profit pour la mesure du taux d'humidité dans les matériaux, en particulier dans les bois ou les murs. L'appareil, l'humidimètre, est en fait un ohmmètre.

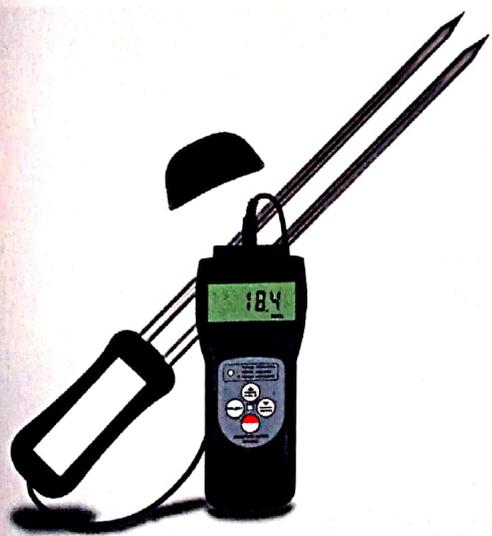
La mesure de résistance est utilisée dans bien des domaines : identification de matériau, vérification de leur pureté, détection de fissures ou de défauts dans un métal, mesures d'épaisseur de plaque métallique, contrôle de la qualité des soudures, etc.

Pour la pose de prises de terre, il faut souvent déterminer la résistance du sol local.

La résistance d'une prise de terre doit être inférieure à 100 ohms pour que la protection des personnes soit assurée.



Doc. 16 Pose de prise de terre.



Doc. 15 Humidimètre.



Doc. 17 Mesure de la résistance d'un sol.



| | |
|---|-----|
| 10 Électrolyse et synthèse de l'eau | 86 |
| 11 Les alcanes | 94 |
| 12 Oxydation des corps purs simples | 103 |
| 13 Réduction des oxydes | 113 |
| 14 Solutions acides, basiques et neutres | 119 |



Les réactions chimiques

- Le dihydrogène obtenu par électrolyse de l'eau est facile à purifier. Il est utilisé comme combustible dans certains moteurs de fusée, dans certains chalumeaux, ou comme source d'énergie dans des prototypes de voitures électriques.
- La nature et l'industrie s'unissent pour fabriquer des polluants. Dans les zones volcaniques, les rejets de soufre peuvent conduire à l'existence de véritables lacs d'acide sulfurique.
- L'acidification de l'atmosphère et des océans entraîne des catastrophes écologiques comme la destruction de forêts ou de récifs coralliens.
- Le pétrole, ce sont des atomes de carbone et d'hydrogène qui participaient à la vie sur Terre il y a des millions d'années, sortis de leur sommeil profond pour satisfaire en énergie les activités humaines.



Électrolyse et synthèse de l'eau

Habilités et contenus

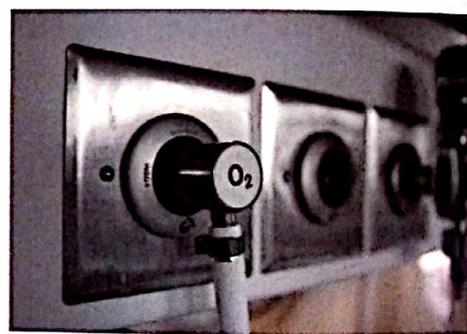
- ✓ Réaliser la décomposition de l'eau.
- ✓ Identifier les gaz formés aux électrodes.
- ✓ Déterminer les volumes des gaz formés aux électrodes.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique.
- ✓ Réaliser la synthèse de l'eau.
- ✓ Connaître le produit de la réaction chimique.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique.

Découvre le sujet

En visite à l'hôpital, tu découvres que les chambres sont équipées de circuits de distribution d'oxygène.

Documente-toi et recherche :

- d'où provient cet oxygène ;
- à quoi il est utilisé à l'hôpital ;
- les dangers que ce gaz peut présenter.

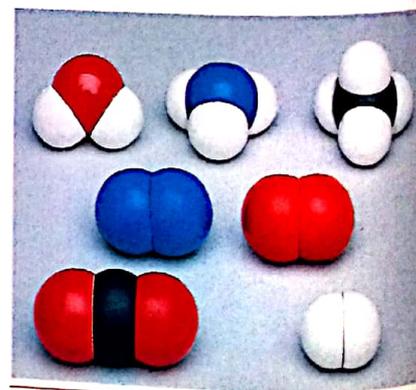


Doc. 1 L'oxygène à l'hôpital.

Développe le sujet

Activité 1 Retrouve les notions fondamentales d'atomes et de molécules

1. Identifie et nomme chacune des molécules représentées.
2. Indique celles qui contiennent des atomes d'oxygène.
 - Indique dans quel milieu naturel on les trouve.
 - Indique si l'élément oxygène est rare ou abondant sur Terre.
3. Indique les molécules qui contiennent des atomes d'hydrogène.
 - Indique dans quel milieu naturel on les trouve.
 - Indique si l'élément hydrogène est rare ou abondant sur Terre.
4. Indique quels sont les atomes nécessaires à l'obtention d'une molécule d'eau.
5. Écris l'équation-bilan de cette formation à partir de molécules modélisées sur le **document 2**.



Doc. 2 Quelques modèles de molécules.



Bilan de l'activité

- On observe de gauche à droite et de haut en bas les **modèles des molécules** suivantes :
eau, ammoniac, méthane, diazote, dioxygène, dioxyde de carbone, dihydrogène.
- Contiennent des **atomes d'oxygène** les molécules :
d'eau, de dioxygène, de dioxyde de carbone.
On trouve les molécules d'eau dans la mer, les fleuves, les nuages, etc.
On trouve les molécules de dioxygène dans l'air.
On trouve les molécules de dioxyde de carbone dans l'air.
L'élément **oxygène** est abondant sur Terre, à l'état gazeux dans l'air, associé à d'autres éléments comme dans l'eau ou tous les oxydes de la croûte terrestre.
- Contiennent des **atomes d'hydrogène** les molécules :
d'eau, d'ammoniac, de méthane, de dihydrogène.
On trouve les molécules d'eau dans la mer, les fleuves, les nuages, etc.
On trouve les molécules d'ammoniac dans certains produits de décomposition de matières organiques.
On trouve les molécules de méthane dans les gaz naturels fossiles, dans les gaz émis par certains organismes vivants.
On ne trouve pas de dihydrogène gazeux dans l'atmosphère terrestre.
L'élément **hydrogène** est abondant sur Terre, associé à d'autres éléments, l'oxygène dans l'eau, le carbone dans les hydrocarbures, etc.
- Une **molécule d'eau** est formée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène.
- L'équation-bilan s'écrit :

$$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$$
- **Un atome caractérise un élément.**
- **Il existe une centaine d'éléments différents.**
- **Une molécule est un assemblage d'atomes.**
- **Une équation-bilan est une représentation symbolique d'une réaction chimique.**

Activité 2 Réalise l'électrolyse de l'eau

Retourne un tube à essais plein d'eau sur chaque électrode d'une cuve à électrolyse (dite aussi voltamètre), contenant de l'eau. Alimente cette cuve à électrolyse à l'aide d'un générateur de tension continue.

1. Décris ce qui se passe au niveau des électrodes.
2. Ajoute quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium (soude) dans la cuve.
Décris ce que tu observes au niveau des électrodes.
3. Laisse l'électrolyse se poursuivre de façon à obtenir des volumes de gaz suffisants.
Indique ce que tu observes pour les gaz présents dans les tubes à essais.
4. Laisse se poursuivre l'électrolyse plusieurs heures et observe le niveau d'eau dans la cuve.
Donne ta conclusion.
5. Schématise l'expérience.



Doc. 3 Électrolyse de l'eau.

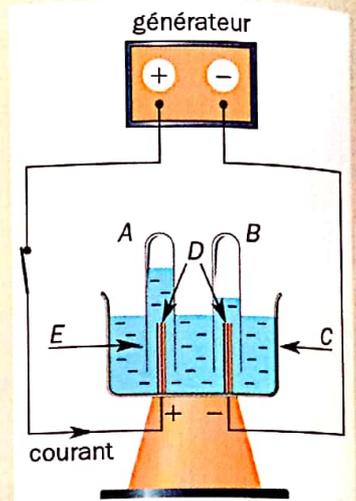


Bilan de l'activité

- Lorsqu'on ferme le circuit électrique, le **courant circule**. On observe un très faible **dégagement gazeux** à la surface des deux électrodes.
- Après ajout de soude, le **dégagement gazeux** devient nettement plus important.
- Si on laisse l'**électrolyse** se poursuivre, on observe que le volume du gaz dégagé à l'électrode reliée à la borne négative du générateur est le double du volume de gaz dégagé à l'électrode reliée à la borne positive.

Remarque : la solution de soude ajoutée ne modifie pas la nature des phénomènes qui se déroulent aux électrodes mais elle augmente leur vitesse.

- Si l'**électrolyse** se poursuit, on observe une diminution du niveau de l'eau dans la cuve. **L'eau est consommée lors de l'électrolyse.**



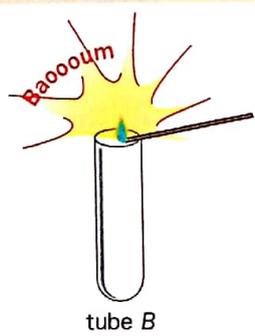
Doc. 4 Décomposition de l'eau par électrolyse.

Activité 3 Identifie les gaz formés aux électrodes

1. Approche une allumette enflammée à l'ouverture du tube à essais issu de l'électrode négative. Décris ce que tu observes. Schématise-le. Dédus de tes observations la nature du gaz.
2. Approche une allumette ne présentant plus qu'une petite zone incandescente à l'ouverture du tube à essais issu de l'électrode positive. Décris ce que tu observes. Schématise-le. Dédus de tes observations la nature du gaz.



Bilan de l'activité



Doc. 5 Identification du dihydrogène.

- À l'approche de l'allumette, on observe une petite détonation. Celle-ci est caractéristique de la présence de **dihydrogène**.
- À l'introduction de l'allumette dans le tube, l'incandescence se transforme en combustion : l'allumette se rallume. Cela est caractéristique de la présence de **dioxygène**.



Doc. 6 Identification du dioxygène.

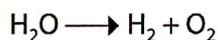
Activité 4 Traduis la transformation observée en équation-bilan

1. Résume tes observations à partir des expériences précédentes.
2. En considérant l'électrolyse comme une transformation chimique :
 - indique le ou les réactifs ;
 - indique le ou les produits.
3. En utilisant les symboles chimiques, écris l'équation-bilan de cette réaction chimique.
4. À l'aide d'une boîte de modèles moléculaires, symbolise la réaction chimique se produisant au cours de cette électrolyse.
5. Écris tes conclusions en ce qui concerne la conservation :
 - des molécules ;
 - des atomes.

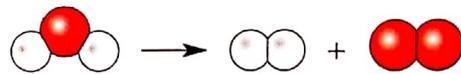
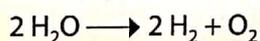
Bilan de l'activité

- Au cours de l'**électrolyse** :
 - de l'eau est consommée ;
 - il se forme deux gaz, le dihydrogène et le dioxygène ;
 - le volume du dihydrogène formé est le double de celui du dioxygène.
- Il y a modification des structures moléculaires, il s'agit d'une **réaction chimique**.
Le **réactif** est l'eau.
Les **produits** sont le dihydrogène et le dioxygène.
- Il faut écrire symboliquement : **l'eau est dissociée en dihydrogène et dioxygène.**

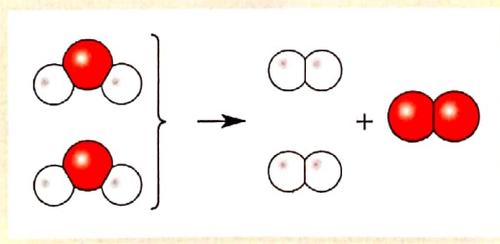
Eau \longrightarrow dihydrogène + dioxygène



La conservation des atomes impose
« d'équilibrer » cette équation :



Doc. 7 Un atome d'oxygène en trop dans les produits.



Doc. 8 Un bilan équilibré.

- Au cours de l'électrolyse de l'eau, les molécules ne sont pas conservées mais les atomes le sont.
Cela signifie que **les atomes ne sont ni détruits ni créés.**
- **Une électrolyse est un cas particulier de réaction chimique : il s'agit d'une réorganisation des atomes des réactifs pour donner les produits.**

Remarque : avec les coefficients « 2 » pour le dihydrogène, « 1 » pour le dioxygène, on retrouve le fait que le volume du dihydrogène est double de celui du dioxygène.

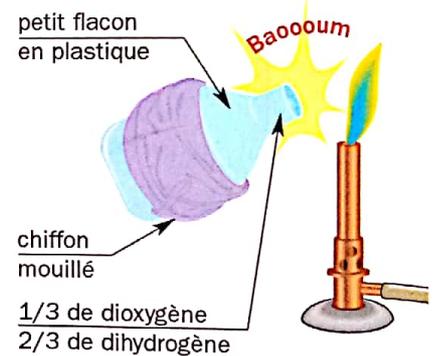
Activité 5 Réalise la synthèse de l'eau

Dans l'**activité 2**, tu as décomposé l'eau par électrolyse. Tu as obtenu les gaz dihydrogène et dioxygène. Tu cherches maintenant à recomposer l'eau à partir de ces gaz.

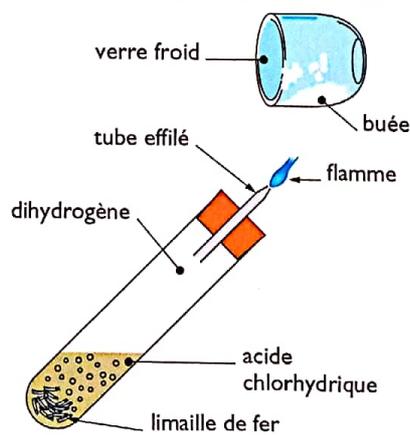
1. Propose une méthode pour vérifier que cela est possible.
2. Indique de quelles précautions tu dois t'entourer.
3. Indique comment mettre la formation d'eau en évidence.

Bilan de l'activité

- Il faut vérifier si le dihydrogène et le dioxygène réagissent ensemble pour former de l'eau.
Il faut donc réaliser un **mélange des deux gaz** et essayer d'**amorcer la réaction**, par une flamme par exemple.
Pour obtenir le mélange, il suffit de récupérer les gaz formés lors d'une électrolyse en coiffant les deux électrodes d'un récipient unique.
- On sait déjà que le dihydrogène réagit avec le dioxygène de l'air (**document 9**). Cette réaction est violente. Donc il faut procéder sur de petites quantités de gaz et avec des récipients en plastique souple qui ne risquent pas de produire des éclats dangereux lors de l'explosion attendue.
- La réaction explosive ne permet pas de mettre l'eau formée en évidence, il faut pour cela procéder à une combustion non explosive du dihydrogène (**document 10**). Cette expérience est dangereuse et ne peut être conduite que par le professeur.



Doc. 9 Le dihydrogène réagit avec le dioxygène.



Doc. 10 Mise en évidence de l'eau formée.

Remarque : ces expériences ne permettent pas de mettre en évidence une relation entre les volumes des réactifs dioxygène et dihydrogène.

La théorie prévoit et des expériences confirment que les volumes réagissant

sont dans le même rapport que celui observé lors de l'électrolyse. Lors de la **synthèse de l'eau**, le volume du réactif dihydrogène est double de celui du réactif dioxygène.

Activité 6 Traduis la transformation observée en équation-bilan

- En utilisant l'expérience de combustion du **document 10** :
 - indique le ou les réactifs ;
 - indique le ou les produits.
- En utilisant les symboles chimiques, écris l'équation-bilan de cette réaction chimique.
- À l'aide d'une boîte de modèles moléculaires, symbolise la réaction chimique se produisant au cours de cette synthèse.
- Écris tes conclusions en ce qui concerne la conservation :
 - des molécules ;
 - des atomes.

Bilan de l'activité

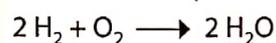
- La réaction chimique s'écrit : **le dihydrogène brûle dans le dioxygène pour former de l'eau.**

Les **réactifs** sont le dihydrogène et le dioxygène.

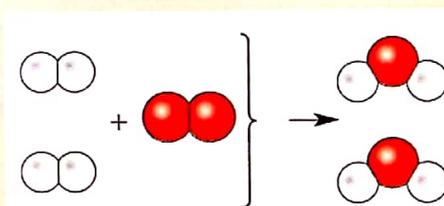
Le **produit** est l'eau.

- dihydrogène + dioxygène \longrightarrow eau

Cela se traduit par l'équation-bilan :



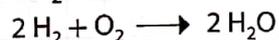
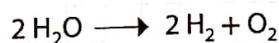
- Au cours de la synthèse de l'eau, les molécules ne sont pas conservées mais les atomes le sont. Cela signifie que **les atomes ne sont ni détruits ni créés. Une synthèse est un cas particulier de réaction chimique : il s'agit d'une réorganisation des atomes des réactifs pour donner les produits.**



Doc. 11 Conservation des atomes.

Retiens l'essentiel

- ▶ L'eau est un corps d'une grande stabilité. L'électrolyse de l'eau est une dissociation des molécules d'eau imposée par la circulation d'un courant électrique.
- ▶ L'électrolyse de l'eau fournit du dihydrogène et du dioxygène.
- ▶ La combustion du dihydrogène dans le dioxygène produit de l'eau. Il s'agit d'une synthèse de l'eau.
- ▶ Dissociation par électrolyse et synthèse de l'eau sont des réactions chimiques. Elles sont traduites symboliquement par des équations-bilans :



Mots-clés

Électrolyse de l'eau
Électrode
Dioxygène
Dihydrogène
Synthèse de l'eau
Réaction chimique
Équation-bilan

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

| | Vrai | Faux |
|--|------|------|
| Lors de l'électrolyse de l'eau, le dihydrogène se dégage à l'électrode positive. | | |
| Le dihydrogène mélangé à l'air est caractérisé par une combustion explosive. | | |
| Le produit de la réaction chimique de synthèse de l'eau est H_2O . | | |
| L'électrolyse de l'eau produit des volumes égaux de dihydrogène et de dioxygène. | | |
| Lors de l'électrolyse de l'eau, le dioxygène se dégage à l'électrode positive. | | |
| Le dioxygène ravive les combustions. | | |
| L'électrolyse de l'eau détruit les atomes d'hydrogène et d'oxygène. | | |

Exercice 2

Complète les phrases suivantes avec les mots ou expressions qui conviennent.

La d'eau est triatomique. Elle est formée de deux d'hydrogène et d'un

L'électrolyse de l'eau produit du à l'électrode positive et du à l'électrode négative. Le volume de est le double du volume de

L'obtention d'eau à partir de ses éléments constituants est une

Exercice 3

1. Écris l'équation-bilan de la synthèse de l'eau.
2. Écris l'équation-bilan de l'électrolyse de l'eau.

Exercice 4

1. Une électrolyse de l'eau a produit 38 mL de dioxygène.
Détermine le volume de dihydrogène produit.
2. On veut réaliser une synthèse de l'eau avec 38 mL de dihydrogène.
Détermine le volume de dioxygène qu'il faut utiliser.

Exercice 5

Tu veux obtenir un mélange de dihydrogène et de dioxygène dans les proportions idéales pour réaliser la synthèse de l'eau.

Propose une expérience permettant d'obtenir ce mélange et schématise-la.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

Pour réaliser la synthèse de l'eau, on mélange 100 mL de dioxygène et 100 mL de dihydrogène.

Le mélange est enflammé dans un récipient fermé hermétiquement.

1. Décris la réaction qui se produit.
2. Écris son équation-bilan.
3. Indique si les deux gaz auront ou non été consommés lors de la réaction.
4. Indique, si besoin, le nom et le volume du gaz restant.

Exercice 7

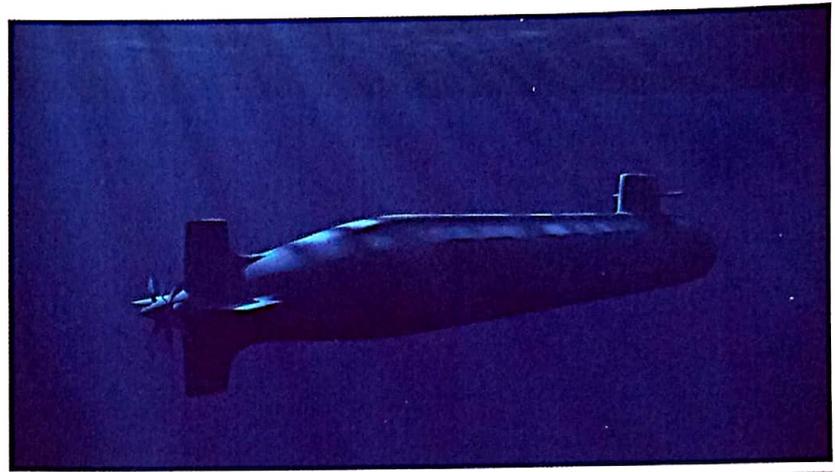
À la suite d'une séance de travaux pratiques durant laquelle votre groupe a effectué l'électrolyse et la synthèse de l'eau, votre professeur vous demande de réfléchir à quelques points afin de préparer un exposé sur « L'eau, un bien précieux » pour les journées portes ouvertes de votre établissement.

En voici la liste :

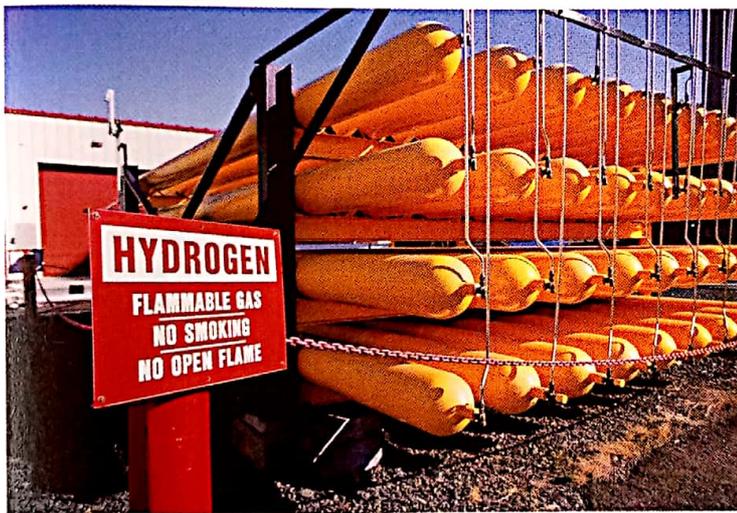
1. Le volume total de l'eau sur Terre est évalué à 1 400 millions de km^3 . La population mondiale actuelle est évaluée à 7 milliards d'habitants. Détermine le volume d'eau dont chaque humain dispose.
2. Seulement 0,6 % de cette eau est de l'eau douce accessible. Détermine le volume d'eau douce dont chaque humain dispose.
3. L'électrolyse de l'eau correspond à une destruction de molécules d'eau. Détermine si cette destruction réalisée au collège menace les ressources en eau de la planète.
4. En dehors de la synthèse, de nombreuses réactions chimiques de la vie courante produisent de l'eau. Recherche lesquelles.
5. En utilisant les données de ton cours de quatrième, rappelle alors les dangers qui pèsent sur l'eau de notre planète.

Les applications du dihydrogène

Dans l'industrie, on réalise l'électrolyse de l'eau afin d'obtenir du dihydrogène, l'oxygène étant considéré comme un sous-produit. Cette solution, marginale au niveau de la production de dihydrogène, n'est utilisée qu'à deux conditions : la nécessité de produire du dihydrogène d'une grande pureté, la disponibilité d'une énergie électrique bon marché. On utilise ainsi l'électricité produite par des éoliennes de façon inutile pour obtenir du dihydrogène qui sera plus tard utilisé dans des moteurs thermiques ou des piles à combustion.



Doc. 12 Sous-marin en plongée.



Doc. 13 Stockage de dihydrogène.

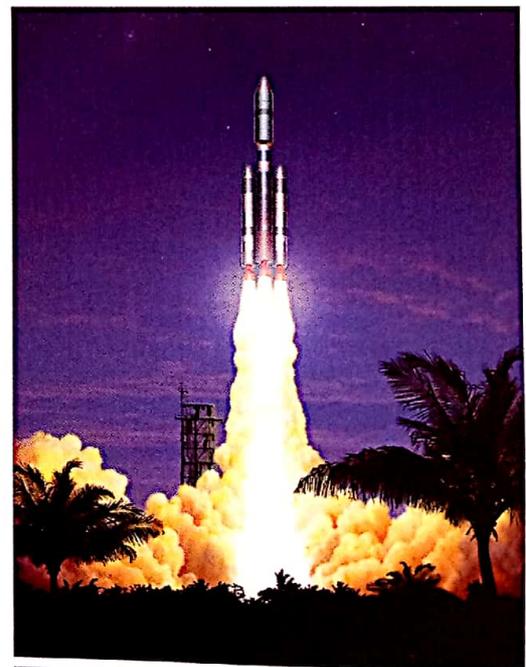
L'électrolyse de l'eau est utilisée pour satisfaire les besoins en dioxygène dans les espaces confinés comme l'intérieur d'un sous-marin ou les stations orbitales. Le dihydrogène est alors le sous-produit.

Les batteries dans les sous-marins classiques ou des générateurs dans le cas des sous-marins mus par l'énergie nucléaire fournissent l'électricité. Ce sont des panneaux photovoltaïques pour les stations spatiales. Si l'approvisionnement en eau ne pose pas de problème pour un sous-marin, il est plus délicat dans l'espace. Celle-ci provient de l'eau récupérée en interne. Une station d'épuration récupère et recycle le maximum d'eau, qu'elle provienne de la transpiration ou des urines des astronautes.

La réaction de synthèse de l'eau est utilisée pour propulser de nombreuses fusées. Le dihydrogène est alors le carburant et le dioxygène le comburant.

Le dihydrogène gazeux est délicat à stocker et à manipuler. Difficilement liquéfiable (la température doit être inférieure à -253 °C), il est stocké sous pression (plusieurs centaines de bars).

Le rendement final entre l'énergie restituée par l'utilisation de l'hydrogène et l'énergie électrique ayant servi à l'obtenir par électrolyse est médiocre, de l'ordre de 10 à 20 %. Le stockage d'énergie sous forme de dihydrogène n'est pas généralisable facilement.



Doc. 14 Décollage d'une fusée.

Les alcanes

Habilités et contenus

- ✓ Définir un hydrocarbure et un alcane.
- ✓ Écrire les formules brutes, développées et semi-développées des quatre premiers alcanes.
- ✓ Nommer les quatre premiers alcanes.
- ✓ Connaître :
 - les formules développées et semi-développées des isomères du butane ;
 - les noms des isomères du butane.
- ✓ Réaliser la combustion d'un alcane : le butane.
- ✓ Identifier les produits de la combustion complète du butane.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la combustion complète du butane.
- ✓ Distinguer une combustion complète d'une combustion incomplète.
- ✓ Expliquer :
 - les effets des gaz formés sur l'homme et son environnement ;
 - l'effet de serre.
- ✓ Citer quelques conséquences de l'effet de serre.

Découvre le sujet

Une casserole reste propre, l'autre noircit.

Tu te poses des questions :

- Les gaz brûlés sont-ils différents ?
- Un des brûleurs est-il encrassé ?
- Y a-t-il un réglage à faire ?
- Une flamme est-elle plus chaude que l'autre ?



Doc. 1 La casserole reste propre.



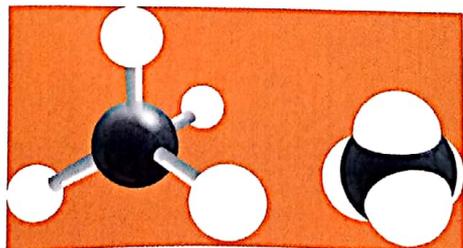
Doc. 2 La casserole noircit.

Développe le sujet

Activité 1 Étudie la molécule de méthane

Tu disposes d'une boîte de modèles moléculaires.
Tu reproduis les deux modèles du **document 3**.

1. Indique ce que représentent les boules noires.



2. Indique ce que représentent les boules blanches.
3. Indique ce que représentent les tiges du modèle « éclaté ».
4. Indique si ces constructions sont des molécules ou des modèles de molécules.

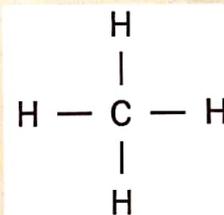
Doc. 3 Modèles éclaté et compact de la molécule de méthane.

- Écris la formule brute du méthane sous la forme C_xH_y en déterminant la valeur de x et de y .
- Schématise la formule développée du méthane en faisant apparaître les liaisons sur cette représentation.



Bilan de l'activité

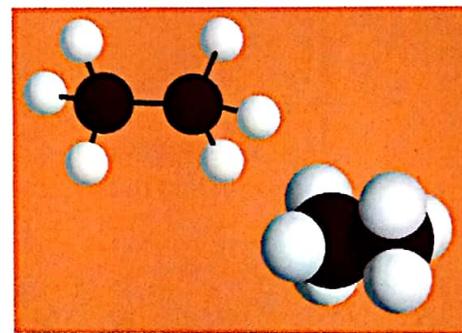
- Les boules noires représentent les **atomes de carbone**. Elles sont percées de quatre trous permettant de placer quatre tiges.
- Les boules blanches représentent les **atomes d'hydrogène**. Elles sont percées d'un seul trou permettant de placer une seule tige.
- Les tiges représentent les **liaisons établies entre les atomes**.
- Les **molécules** sont des particules extrêmement petites, de l'ordre du nanomètre. Ces objets ne sont donc pas des **molécules** mais des **représentations symboliques et schématiques des molécules**.
Les **modèles moléculaires compacts** rendent compte de l'encombrement spatial de la molécule.
Les **modèles moléculaires éclatés** rendent compte de l'agencement spatial des liaisons dans la molécule.
- La **molécule de méthane est constituée d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène. $x = 1$ et $y = 4$** .
La formule brute s'écrit : CH_4 . Le « 1 » du carbone est sous-entendu.
- La formule développée plane précise comment les atomes sont liés entre eux :



Activité 2 Étudie la molécule d'éthane

Tu disposes d'une boîte de modèles moléculaires.
Tu reproduis les deux modèles du **document 4**.

- Écris la formule brute de l'éthane sous la forme C_xH_y en déterminant la valeur de x et de y .
- Schématise la formule développée de l'éthane en faisant apparaître les liaisons sur cette représentation.
- Écris la formule de l'éthane sous la forme H_xC-CH_x ; formule appelée semi-développée.

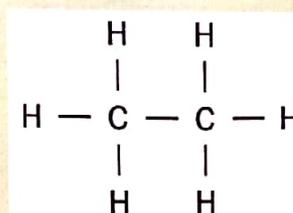


Doc. 4 Modèles éclaté et compact de la molécule d'éthane.



Bilan de l'activité

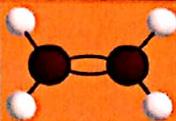
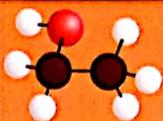
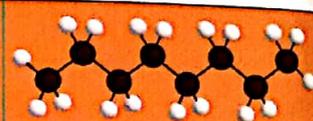
- La **molécule d'éthane est constituée de deux atomes de carbone et de six atomes d'hydrogène. $x = 2$ et $y = 6$** .
La formule brute s'écrit : C_2H_6 .
- La formule développée plane précise comment les atomes sont liés entre eux :
- La formule semi-développée fait apparaître les liaisons carbone-carbone, et ne précise plus les liaisons carbone-hydrogène.
Elle s'écrit : H_3C-CH_3 .



Activité 3 Identifie hydrocarbures et alcanes

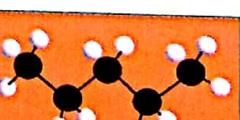
Le tableau suivant présente différents modèles moléculaires.
Recopie-le et complète-le.

1. Écris pour chaque corps sa formule brute.
2. Écris sa formule semi-développée.
3. Un de ces corps n'est pas un hydrocarbure. Indique lequel.
Propose une définition de l'hydrocarbure. Propose une formule générale.
4. Un alcane est un hydrocarbure qui répond à une formule du type C_nH_{2n+2} .
Indique les composés qui sont des alcanes.

| | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|--|---|
| Modèle moléculaire |  |  |  |  |  |
| Formule brute | | | | | |
| Formule semi-développée | | | | | |
| Hydrocarbure | | | | | |
| Alcane | | | | | |

Bilan de l'activité

- Un **hydrocarbure** est un composé qui ne comporte que des **atomes d'hydrogène (hydro)** et des **atomes de carbone (carbure)**. Sa formule générale est C_xH_y .
- Pour les **alcanes**, il existe une relation particulière entre x et y : $y = 2x + 2$.
Un **alcane** est un hydrocarbure de formule générale C_nH_{2n+2} .

| | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|--|---|
| Modèle moléculaire |  |  |  |  |  |
| Formule brute | C_6H_{14} | C_2H_4 | C_2H_6O | C_5H_{12} | C_8H_{18} |
| Formule semi-développée | $H_3C-(CH_2)_4-CH_3$ | $H_2C=CH_2$ | H_3C-CH_2OH | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ | $H_3C-(CH_2)_6-CH_3$ |
| Hydrocarbure | oui | oui | non | oui | oui |
| Alcane | oui | non | non | oui | oui |

Activité 4 Établis les formules brutes et développées des quatre premiers alcanes

Tu disposes d'une boîte de modèles moléculaires.

1. Construis les modèles de molécules pour les alcanes possédant un, deux, trois ou quatre atomes de carbone.
2. Écris leurs formules brutes.
3. Représente leurs formules développées.
4. Tous les alcanes ont un nom qui se termine par le suffixe « ane ». Le préfixe indique le nombre d'atomes de carbone dans la molécule :

Méth = 1

Éth = 2

Prop = 3

But = 4

Nomme les quatre premiers alcanes.



Doc. 5 Boîte de modèles moléculaires.

Bilan de l'activité

| | | | | | |
|--------------------|---|--|---|---|---|
| | | | | | |
| Formule brute | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₄ H ₁₀ |
| Formule développée | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ |
| Nom | méthane | éthane | propane | butane | isobutane |

- Il existe deux **alcanes** de formule C₄H₁₀. Le **butane normal**, à chaîne carbonée linéaire, et le **butane à chaîne carbonée ramifiée**. Ce dernier a pour nom familier « **isobutane** », son nom scientifique est « **méthyl-propane** ».
- **Butane** et **isobutane** ont la même formule brute mais des formules développées différentes, ce sont des isomères du butane.

Activité 5 Étudie la combustion du butane

Tu disposes d'un bec Bunsen alimenté en butane. Tu veux comprendre pourquoi en brûlant du butane, on peut obtenir des combustions différentes (**documents 6 et 7**).

Pour cela, tu observes un bec Bunsen et tu réalises la combustion du butane.

1. Décris les pièces importantes du bec Bunsen.
2. Réalise avec le bec Bunsen des combustions identiques à celles des **documents 6 et 7**.
3. Identifie les produits formés.
4. Donne tes conclusions.
5. Propose une solution pour le réglage du brûleur du **document 6**.



Doc. 6 Brûleur mal réglé.



Doc. 7 Brûleur bien réglé.

Bilan de l'activité

Les pièces importantes du **bec Bunsen** sont :

- l'**injecteur** de gaz à la base du tube ;
- la **virole**, pièce tournante qui permet d'obturer plus ou moins l'entrée d'air ;
- le **tube** dans lequel se fait le mélange butane-air.

La **virole** est une pièce essentielle du **bec Bunsen**, en permettant de régler la quantité d'air mélangée au gaz butane, elle autorise une **combustion plus ou moins complète du gaz butane**.

La flamme obtenue est plus ou moins chaude.

Lorsque la virole ferme l'entrée de l'air, on observe une flamme jaune, éclairante et peu chaude. On observe un dépôt de carbone sur les objets placés au-dessus de la flamme. La combustion est de même type que celle représentée sur le **document 6**.

La combustion du butane est incomplète. Une partie du carbone ne réagit pas avec le dioxygène car ce dernier est en quantité insuffisante dans le mélange butane-air.

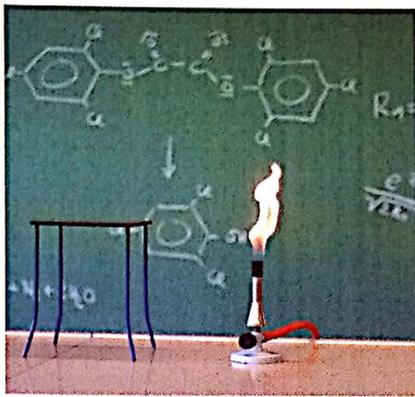
Lorsque la virole ouvre l'entrée de l'air, on observe une flamme bleue, très chaude et non éclairante. De l'eau se condense sur une surface froide placée au-dessus de la flamme. Des gouttes d'eau de chaux placées au-dessus de la flamme se troublent, montrant la présence de dioxyde de carbone.

La combustion du butane est complète.

La quantité de dioxygène est suffisante pour assurer la réaction de l'hydrogène et du carbone présents dans les molécules de butane.



Doc. 8 Bec Bunsen.



Doc. 9 Virole fermée.



Doc. 10 Virole ouverte.

- Les **brûleurs** des gazinières comportent des **viroles** qui permettent de régler l'admission d'air et de l'adapter à la quantité de gaz injectée.
- Pour régler le **brûleur** du **document 6**, il faut intervenir sur sa **virole** et augmenter la section du passage de l'air.

Activité 6 Étudie le bilan chimique de la combustion du butane

La combustion du butane dans l'activité précédente est une réaction chimique.

1. Nomme les réactifs et les produits.
2. Écris les symboles et formules des réactifs et des produits.
3. Écris l'équation-bilan de la réaction de combustion dans le cas de la combustion complète.



Bilan de l'activité

- Les **réactifs** sont : le **butane** et le **dioxygène de l'air**.

Les **produits** sont le **dioxyde de carbone**, l'**eau**, et dans le cas de la combustion incomplète, le **carbone**.

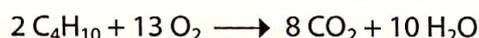
Remarque : Il peut dans tous les cas se former une très faible proportion de monoxyde de carbone.

- **Réactifs :** C_4H_{10} et O_2

Produits : CO_2 ; H_2O ; C ; CO

- Dans le cas de la combustion complète, il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

En assurant la conservation du nombre d'atomes, l'équation-bilan s'écrit :



Activité 7 Documente-toi sur les effets des combustions des alcanes sur l'environnement

1. Rappelle les produits formés par ces combustions.
2. Indique pour chacun d'eux les conséquences possibles sur l'environnement.
3. Indique les comportements qu'il faut adopter pour réduire les risques de dégradation de l'environnement.

Bilan de l'activité

- Les **produits formés** sont essentiellement l'**eau** et le **dioxyde de carbone**. Quand la combustion est incomplète, il se forme du **carbone**. Dans tous les cas, il se forme une infime quantité de **monoxyde de carbone**.
- **Eau** : les combustions des hydrocarbures fournissent une grande quantité d'eau. Elles remettent dans le cycle de l'eau des atomes d'hydrogène qui avaient été piégés dans ces combustibles fossiles.
Dioxyde de carbone : gaz indispensable au cycle biologique de la **photosynthèse**, il est à la base de toute la végétation. L'utilisation intensive de carburants fossiles entraîne une légère augmentation de sa concentration dans l'air. Celle-ci pourrait être une des causes du réchauffement de la planète.
Carbone : les combustions incomplètes le produisent sous forme extrêmement divisée. Cette forme est susceptible d'entraîner des maladies respiratoires et des allergies chez l'homme.
Monoxyde de carbone : gaz très toxique, c'est un poison de l'hémoglobine du sang. Il peut entraîner la mort.
- Pour réduire les risques de dégradation de l'environnement et les risques sur la santé de l'homme, il est bon :
 - de réduire le plus possible les combustions d'hydrocarbures ;
 - de ne pratiquer que des combustions complètes.
- L'équation-bilan de la combustion du butane montre que la combustion des hydrocarbures consomme une grande quantité de dioxygène. Elle doit être impérativement réalisée dans une pièce où l'air est renouvelé.

Retiens l'essentiel

- ▶ Un hydrocarbure est un composé chimique dont les molécules ne contiennent que les éléments carbone et hydrogène. Sa formule est de type C_xH_y .
- ▶ Un alcane est un hydrocarbure particulier de formule type C_nH_{2n+2} . Les premiers alcanes ont ainsi pour formules : CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} . Leurs noms sont : méthane, éthane, propane, butane.
- ▶ À partir du butane, les alcanes présentent le phénomène d'isomérisation. À une formule brute unique peuvent correspondre différentes formules développées, correspondant à différentes structures possibles de la molécule.
- ▶ Tous les alcanes sont des combustibles. Ils brûlent dans le dioxygène. Suivant la quantité de dioxygène accessible, la combustion peut être plus ou moins complète. Lorsqu'il y a défaut de dioxygène, la combustion libère du carbone.
- ▶ Les combustions complètes sont traduites symboliquement par une équation-bilan.
Exemple dans le cas du butane : $2 C_4H_{10} + 13 O_2 \rightarrow 8 CO_2 + 10 H_2O$.
- ▶ La combustion massive des alcanes participe à l'augmentation de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Mots-clés

Hydrocarbure
 Alcane
 Méthane
 Éthane
 Propane
 Butane
 Formule brute
 Formule développée
 Isomère

Vérifie tes acquis

Exercice 1

- Définis un hydrocarbure.
- Définis un alcane.

Exercice 2

Voici une liste de composés : CH_4 ; C_2H_2 ; C_2H_4 ; C_4H_{10} ; C_6H_6 ; C_3H_8 ; C_5H_{12} ; CO_2 ; H_2O .

Classe ces composés dans le tableau ci-dessous.

| Hydrocarbures | Alcane | Autres |
|---------------|--------|--------|
| | | |

Exercice 3

Un alcane possède trois atomes de carbone.

- Donne le nom de cet alcane.
- Écris :
 - sa formule brute ;
 - sa formule développée ;
 - sa formule semi-développée.

Exercice 4

- Donne la formule du méthane.
- Écris l'équation-bilan de la combustion complète du méthane.

Exercice 5

Relie par une flèche le nom de l'alcane à sa formule brute.

Butane ●
Méthane ●
Propane ●
Isobutane ●
Éthane ●

● CH_4
● C_2H_6
● C_4H_{10}
● C_3H_8
● C_5H_{12}

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

Les alcane sont utilisés comme combustibles. Ils sont souvent vendus à l'état de mélanges.

- Détermine les alcane présents dans le récipient ci-contre.
- Écris leurs formules brutes.
- Écris leurs formules développées.



- Écris les équations-bilans de leurs combustions complètes.

Exercice 7

Le propane est conditionné et vendu comme le butane, à l'état liquide, en récipient métallique.

- $m = 44 \text{ g}$ de propane liquide fournissent $V = 24 \text{ L}$ de propane gazeux. Calcule le volume de gaz propane que cette bouteille peut fournir.
- Écris l'équation-bilan de la combustion complète du propane.
- La combustion d'un volume de 1 m^3 de propane nécessite 5 m^3 de dioxygène. Calcule le volume de dioxygène nécessaire à la combustion de ces 13 kg de propane.
- La combustion d'un volume de 1 m^3 de propane produit 3 m^3 de dioxyde de carbone. Calcule le volume de dioxyde de carbone produit par la combustion de ces 13 kg de propane.
- La combustion de 44 g de propane produit 72 g d'eau. Calcule la masse d'eau produite par la combustion complète du propane de la bouteille. Calcule le volume de l'eau produite, à l'état liquide.



Exercice 8

La famille des alcane ne se limite pas aux quatre premiers étudiés dans ce chapitre. Ainsi, l'essence ordinaire est vendue en fonction de son indice d'octane. L'octane est un alcane à huit atomes de carbone.

- Propose une formule brute correspondant à ce nom.
- Propose une formule développée pour l'octane.
- Propose un ou deux isomères pour l'octane.
- Écris l'équation-bilan de la combustion complète de l'octane.

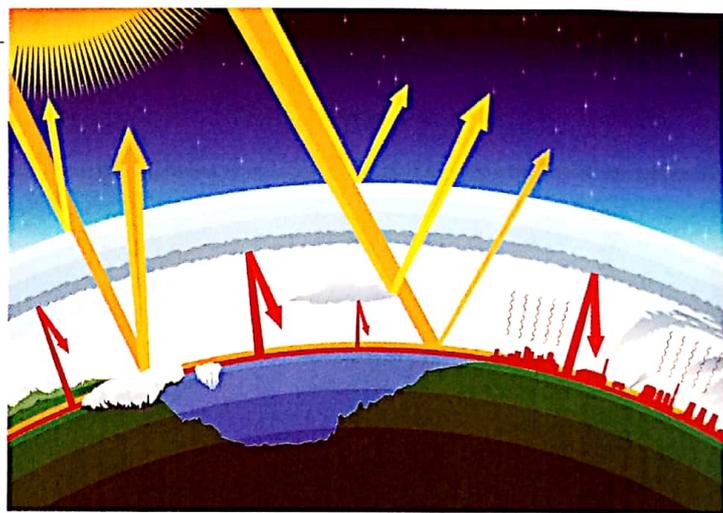


L'effet de serre en question

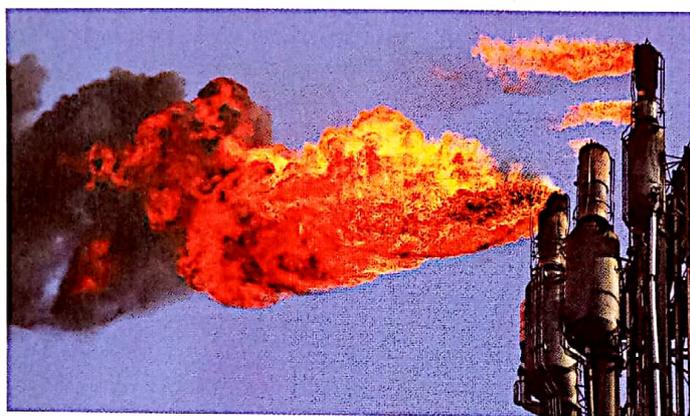
L'effet de serre est un phénomène physique qui permet d'avoir une température agréable à la surface de la Terre. Sans lui, la température moyenne serait environ de 30 degrés inférieure.

La Terre reçoit du rayonnement solaire. Elle en réfléchit une partie vers l'atmosphère. Une partie de celui-ci est renvoyée définitivement vers l'espace mais une partie est de nouveau réfléchi par l'atmosphère vers la Terre.

L'humidité de l'air, en particulier les nuages, est la première cause de cet effet (environ 60 %). Viennent ensuite le dioxyde de carbone (environ 25 %) le méthane et d'autres gaz.



Doc. 11 Principe de l'effet de serre.



Doc. 12 Torchère.

Les causes de ce déséquilibre sont multiples : accroissement de la population, destruction des forêts, brûlis de grandes surfaces végétalisées, acidification des océans (due en partie au dioxyde de carbone), consommation immodérée de combustibles fossiles qui avaient piégé des masses considérables de carbone, etc.

Cette augmentation de la proportion de dioxyde de carbone dans l'air renforce l'effet de serre, ce qui entraîne une augmentation de la température moyenne du globe.

Sa part de responsabilité exacte dans ce réchauffement reste cependant difficile à chiffrer, tant les paramètres sont nombreux. D'autres gaz, comme les chlorofluorocarbones, bien qu'en très faibles quantités, ont une influence non négligeable. L'activité solaire varie également de façon notable au cours du temps et ses conséquences sont considérables.

Ce qui est certain, c'est que l'activité humaine, dans ses excès, provoque dans de nombreux domaines des déséquilibres des milieux naturels. Ces déséquilibres peuvent avoir comme conséquence, non la destruction de la planète mais la disparition d'espèces végétales ou animales, voire celle de l'espèce humaine elle-même. Les négociations internationales tentent de répartir les responsabilités dans la dégradation anthropique de l'environnement, mais cette tâche est délicate, tant les paramètres en cause sont nombreux et contradictoires.

Les combustions d'hydrocarbures produisent de grandes quantités d'eau et de dioxyde de carbone.

L'eau produite participe au cycle de l'eau. Elle modifie peu l'équilibre général « évaporation/précipitations ».

Par contre, le dioxyde de carbone produit perturbe le cycle du carbone. Le dioxyde de carbone participe à la création de la biomasse et se trouve consommé lors de la synthèse chlorophyllienne. Mais cette consommation ne parvient pas à absorber le surplus de production.



Doc. 13 Feu de savane.

Oxydation des corps purs simples

Habilités et contenus

- ✓ Réaliser la combustion du fer.
- ✓ Identifier le produit de la combustion du fer.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la combustion du fer.
- ✓ Réaliser la combustion du cuivre.
- ✓ Connaître le produit de la combustion du cuivre.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la combustion du cuivre.
- ✓ Définir une oxydation.
- ✓ Citer d'autres exemples d'oxydations : combustions du carbone et du soufre.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la combustion du carbone et celle du soufre.
- ✓ Expliquer la formation de la rouille.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la formation de l'oxyde ferrique.
- ✓ Connaître les méthodes de protection des objets contre la rouille.
- ✓ Distinguer une oxydation lente d'une oxydation vive.

Découvre le sujet

Ces décharges dans la nature sont hélas trop courantes.

Les objets métalliques ont perdu leur éclat.

Indique la couleur que prennent les objets en fer ou en acier.

Indique la couleur que prennent les objets en cuivre ou en laiton.

Indique le changement d'aspect des objets en aluminium.

Propose une explication à ces changements d'aspect.



Doc. 1 Objets abandonnés dans la nature.

Développe le sujet

Activité 1 Retrouve des réactions connues

En classe de cinquième, tu as étudié ces deux combustions.

1. Dans chaque cas, indique quels sont les réactifs.
2. Dans chaque cas, indique quels sont le ou les produits.
3. Écris les équations-bilans de ces réactions.
4. Indique ce que ces réactions ont en commun.



Doc. 2 Combustion du carbone.



Doc. 3 Combustion du soufre.

Bilan de l'activité

- Les **réactifs** sont :
 - le **carbone** et le **dioxygène** ;
 - le **soufre** et le **dioxygène**.
- Les **produits** sont :
 - le **dioxyde de carbone** ;
 - le **dioxyde de soufre**.
- $C + O_2 \longrightarrow CO_2$
 $S + O_2 \longrightarrow SO_2$
- Dans les deux cas, il s'agit de la **réaction d'un corps simple avec le dioxygène**.

Activité 2 Réalise la combustion du fer dans l'air

Tu disposes de fil de fer, de poudre de fer, de laine de fer, d'un bec Bunsen et d'un flacon de dioxygène.

1. Tu réalises ces trois expériences :

- Tu chauffes le fil de fer dans la flamme du bec Bunsen.
- Tu utilises de la laine de fer pour court-circuiter une pile électrique.
- Tu projettes de la poudre de fer dans la flamme du bec Bunsen.

2. Écris tes observations et conclus.



Doc. 4 Combustion de la laine de fer.



Doc. 5 Combustion du fer en poudre.

Bilan de l'activité

- Un fil de fer chauffé dans la flamme d'un bec Bunsen est porté à l'incandescence mais ne subit pas de combustion. La laine de fer ou la poudre de fer réagissent vivement.
- Pour que le fer réagisse avec le dioxygène de l'air, il faut qu'il soit finement divisé. Cet état physique augmente la surface de contact entre le métal et le gaz oxygène.

Activité 3 Réalise la combustion du fer dans le dioxygène

Tu disposes d'un flacon de dioxygène. Au fond de ce flacon se trouve une couche de sable.

Plonge un fil de fer porté à l'incandescence dans ce flacon.

1. Écris tes observations.
2. Précise le rôle du sable.
3. Récupère les particules tombées sur le sable lors de la combustion.



Doc. 6 Combustion du fer dans le dioxygène.

Bilan de l'activité

- Le fer simplement incandescent dans l'air réagit vivement une fois plongé dans le dioxygène. Il y a projection de particules incandescentes. La lumière émise est très intense.
- Le sable reçoit les particules incandescentes et évite le bris du flacon.
- Les particules ont l'aspect d'un matériau bleu-noir ayant subi une fusion.

Activité 4 Identifie les particules formées lors de la combustion du fer

Tu disposes d'un aimant et d'oxydes de fer que le professeur a distribués :

- de l'oxyde ferreux, de formule FeO ;
- de l'oxyde ferrique, de formule Fe_2O_3 .

1. Approche l'aimant des oxydes ferreux et ferriques.
Approche l'aimant des particules récupérées dans l'expérience de l'activité 3.
2. Écris tes observations et conclus.

Bilan de l'activité

- L'aimant est sans effet sur les oxydes ferreux et ferriques.
- L'aimant attire les particules récupérées.
- L'oxyde formé lors de la combustion du fer dans le dioxygène est un troisième oxyde de fer.
- Son nom familier est l'**oxyde magnétique**.
- Sa formule est Fe_3O_4 .
- Son nom scientifique est **tétraoxyde de trifer**.

Activité 5 Écris l'équation-bilan de la réaction de combustion du fer

1. Indique quels sont les réactifs.
2. Indique quel est le produit.
3. Écris l'équation-bilan de la réaction de combustion du fer.

Bilan de l'activité

- Les **réactifs** sont le **fer** Fe et le **dioxygène** O_2 .
- Le **produit** est l'**oxyde de fer** Fe_3O_4 .
- L'équation-bilan s'écrit : $3 \text{Fe} + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$

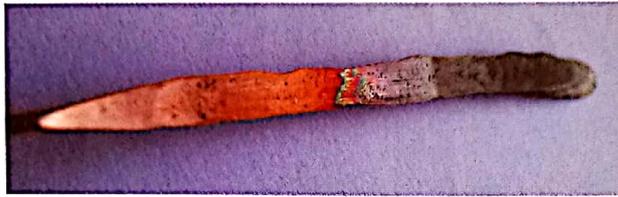
Activité 6 Réalise la combustion du cuivre dans l'air

Tu disposes de fil de cuivre, de poudre de cuivre et d'un bec Bunsen.

1. Tu réalises ces deux expériences :

- Tu chauffes le fil de cuivre dans la flamme du bec Bunsen.
- Tu projettes de la poudre de cuivre dans la flamme du bec Bunsen.

2. Écris tes observations et conclus.



Doc. 7 Chauffage d'un fil de cuivre.



Doc. 8 Combustion du cuivre en poudre.

Bilan de l'activité

- Un fil de cuivre chauffé dans la flamme d'un bec Bunsen est porté à l'incandescence mais ne subit pas de combustion.
- Le fil de cuivre se recouvre d'une pellicule noire dans sa partie chauffée.
- À la lisière entre cette partie noire et le cuivre, on observe une partie rouge foncé.
- Le cuivre en poudre projeté dans la flamme du bec Bunsen brûle avec une flamme verte. La poudre récupérée sous la flamme est noire.

Activité 7 Identifie les produits formés lors de la combustion du cuivre

Tu disposes d'oxydes de cuivre que le professeur a distribués :

- de l'oxyde cuivreux, de formule Cu_2O ;
- de l'oxyde cuivrique, de formule CuO .

1. Compare ce que tu as obtenu dans l'activité 6 avec les oxydes de cuivre présents au laboratoire.
2. Écris tes observations et conclus.

Bilan de l'activité

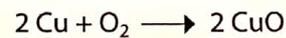
- L'**oxyde cuivreux** est rouge, l'**oxyde cuivrique** est noir.
- L'oxyde formé lors de la combustion du cuivre en poudre dans la flamme est noir, comme la partie chauffée du fil de cuivre.
- Cet oxyde noir est de l'oxyde cuivrique de formule CuO . Son nom scientifique est **monoxyde de cuivre**.
- La partie rouge sur le fil de cuivre à la frontière entre le cuivre et l'oxyde cuivrique est de l'oxyde cuivreux de formule Cu_2O . Son nom scientifique est **hémioxyde de cuivre**.

Activité 8 Écris l'équation-bilan de la réaction de combustion du cuivre

1. Indique quels sont les réactifs.
2. Indique quel est le produit.
3. Écris l'équation-bilan de la réaction de combustion du cuivre.

Bilan de l'activité

- Les **réactifs** sont le **cuivre** Cu et le **dioxygène** O₂.
- Le **produit** de la combustion est l'**oxyde de cuivre** CuO.
- L'équation-bilan s'écrit :



Activité 9 Définis une oxydation, un oxyde

Considère les réactions effectuées aux **activités 1, 2 et 6** et rassemble les équations-bilans qui les traduisent.

1. Écris-les successivement.
2. Indique quels sont les points communs.
3. Définis ce qu'est une oxydation.
4. Définis ce qu'est un oxyde.

Bilan de l'activité

- Nous avons étudié :
 $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$
 $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$
 $3 \text{Fe} + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$
 $2 \text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CuO}$
- Toutes ces réactions utilisent le **dioxygène comme réactif**.
Toutes ces réactions produisent un corps appelé **oxyde**.
- Une **oxydation** est une réaction au cours de laquelle un corps se combine à l'élément oxygène.
- Un **oxyde** est le résultat d'une **oxydation**. C'est un composé toujours formé de l'élément oxygène associé à un autre élément.

Activité 10 Étudie une oxydation particulière : la formation de rouille

Étudie la transformation du fer en rouille.

1. Indique si elle se produit à froid ou à chaud.
2. Indique si elle se produit rapidement.
3. Indique les facteurs que tu connais qui favorisent cette transformation.
4. Imagine et propose des expériences montrant l'influence de ces différents facteurs.

5. Indique ce qui se passe si une pièce de fer est abandonnée plusieurs années sans protection.
6. Propose une explication à la formation de la rouille.
7. En admettant que la rouille ait pour formule Fe_2O_3 , écris l'équation-bilan de la réaction de formation de la rouille.



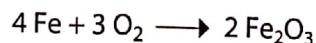
Doc. 9 Pièce de fer profondément rouillée.

Bilan de l'activité

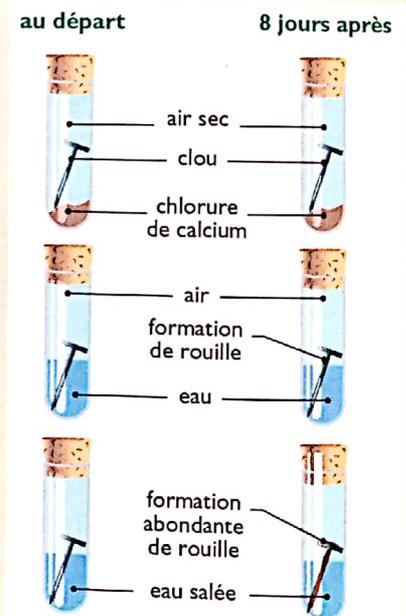
- Toutes les réactions d'**oxydation** que nous avons étudiées se produisaient **à chaud**.
La formation de **rouille** se produit **à froid**.
- Cette production de rouille est lente.
- La production de rouille est favorisée en milieu humide et particulièrement en milieu salin, au bord de la mer par exemple.
- On peut placer des clous identiques dans trois tubes : l'un contient de l'air sec, le deuxième de l'air humide, le troisième de l'air humide et salin.

On compare les corrosions au bout d'une semaine ou d'un mois (**document 10**).

- La pièce du **document 9** est profondément altérée. Les couches de rouille sont très épaisses. Elle est visiblement abandonnée depuis plusieurs années en milieu humide.
- La formation de rouille est une oxydation du fer à température ambiante, favorisée par la présence d'eau.
- La rouille est de l'oxyde ferrique hydraté, c'est-à-dire associé de façon complexe à des molécules d'eau. L'équation-bilan ne tient pas compte des molécules d'eau :



Le nom scientifique de cet oxyde est le **trioxyde de fer**. On le nomme également **sesquioxyde de fer**.



Doc. 10 Facteurs influençant la formation de rouille.

Activité 11 Distingue oxydation lente et oxydation vive

Compare cette toiture neuve (**document 11**) à cette toiture ancienne (**document 12**).

1. Nomme le produit verdâtre formé.
2. Indique si la transformation du cuivre se produit à froid ou à chaud.
3. Indique si elle se produit rapidement.
4. Compare avec la formation de rouille et conclus.



Doc. 11 Toiture neuve en cuivre.



Doc. 12 Toiture ancienne en cuivre.



Bilan de l'activité

- Le produit verdâtre s'appelle familièrement du **vert-de-gris**.
- Cette transformation se produit à froid.
- La production de **vert-de-gris** est lente, elle est favorisée en milieu humide.
- Le fer comme le cuivre subissent une **oxydation vive à chaud**, ils brûlent dans le dioxygène.
- Le fer comme le cuivre subissent une **oxydation lente à froid**. Les oxydes obtenus sont de natures différentes.
- Ces **oxydations lentes à froid** sont générales. Elles sont souvent favorisées par l'humidité et le dioxyde de carbone. Ainsi, dans le cas du cuivre (comme du zinc), il se forme une couche d'**hydrogénocarbonate de cuivre**.
- Le **dioxygène réagit à chaud** avec de nombreux corps simples (C, S, Fe, Cu, etc.) ou corps composés (hydrocarbures, matériaux organiques, etc.). Le **dioxygène** est alors le **comburant** dans des réactions de combustion. Ce sont des **oxydations vives**.
- Le **dioxygène réagit également à froid** dans des réactions d'**oxydation lente**. Dans tous les cas, il se forme des oxydes, mais leur nature peut dépendre des conditions expérimentales.

Activité 12

Indique des méthodes de protection contre la rouille

Les toitures en cuivre ne comportent aucune protection.
Les toitures en tôle de fer comportent une protection.

1. Indique quelle est cette protection.
2. Documente-toi et indique la différence de traitement entre ces deux matériaux.
3. Documente-toi et dresse une liste des protections possibles des matériaux en fer contre la formation de rouille.



Doc. 13 Toits de tôles oxydées.

Bilan de l'activité

- Les **tôles en fer** sont recouvertes d'une fine couche de **métal zinc**.
- La **rouille** qui se forme à la surface du fer n'adhère pas au fer. Elle laisse donc constamment



Doc. 14 Pont métallique non protégé.



Doc. 15 Pont métallique protégé.



Doc. 16 Pièces métalliques en acier inoxydable sur un bateau.

le fer en contact avec le **dioxygène de l'air**, et celui-ci peut poursuivre son œuvre d'**oxydation**.

Par contre, le **cuivre** se recouvre d'une couche adhérente et continue d'**hydrocarbonate de cuivre** qui isole le **cuivre** de l'**oxygène atmosphérique**.

C'est le même phénomène qui se produit avec le **zinc**. Ce dernier se recouvre d'une couche protectrice d'**hydrocarbonate de zinc** qui protège le **zinc** et donc le fer qui se trouve en-dessous.

- Le fer est utilisé dans tous les domaines : la construction, les outils, les machines, les bateaux, etc.

Il doit être impérativement **protégé de l'oxydation** afin de ne pas finir en **oxyde de fer**. Pour cela, il faut empêcher le contact entre le **fer** et le **dioxygène de l'air**. On utilise des couches imperméables qui peuvent être : un autre métal (zinc), de la peinture, une matière plastique adhérente, de l'huile, du vernis, etc.

- On utilise également le fer sous forme d'**alliages moins oxydables que le fer pur**. On sait fabriquer des **aciers inoxydables résistant à la corrosion** même en milieu marin.

Retiens l'essentiel

- ▶ Une oxydation est une réaction au cours de laquelle un corps se combine à l'élément oxygène.
- ▶ Un oxyde est le résultat d'une oxydation. C'est un composé toujours formé de l'élément oxygène associé à un autre élément.
- ▶ L'oxydation peut se produire à chaud, sous l'action d'une flamme. Il peut y avoir combustion. On parle alors d'oxydation vive.
- ▶ L'oxydation peut se produire à froid, lentement, au contact du dioxygène de l'air. On parle alors d'oxydation lente.
- ▶ En général, les corps purs simples possèdent plusieurs oxydes possibles.
Exemples : – CO et CO₂
– SO₂ et SO₃
– FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃
– Cu₂O, CuO
- ▶ La protection du fer contre l'oxydation est un problème économique majeur. Toutes les structures en fer doivent être protégées par un revêtement de peinture, de plastique ou d'un autre métal.

Mots-clés

Oxydation
Oxyde
Oxydation vive
Oxydation lente
Rouille
Protection du fer

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Complète les phrases suivantes par les mots et expressions qui conviennent.

On parle d'oxydation quand une réaction chimique se produit entre un corps et le

Au cours d'une réaction d'oxydation, il se forme un ou des

Le fer peut donner trois oxydes différents de formules ; ; et

Abandonné à l'air libre, le fer se recouvre d'une couche de Pour le protéger, on doit le d'une couche protectrice. Elle peut être constituée de, de ou d'.....

Exercice 2

1. Le cuivre peut donner deux oxydes. Écris leurs formules.
2. Écris les deux équations-bilans traduisant les réactions conduisant à ces deux oxydes.

Exercice 3

Le dioxyde de soufre peut réagir avec le dioxygène pour donner le trioxyde de soufre.

1. Écris les formules du dioxyde de soufre et du trioxyde de soufre.
2. Dans cette réaction, nomme les réactifs et le produit.
3. Écris l'équation-bilan de cette réaction.
4. Indique s'il s'agit d'une réaction d'oxydation.

Exercice 4

Une pièce de fer abandonnée sans précaution subit une oxydation.

1. Indique le nom familier de l'oxyde formé.
2. Écris sa formule.
3. Écris l'équation-bilan de sa formation.
4. Indique les facteurs qui favorisent cette oxydation.

Exercice 5

Dans un morceau d'oxyde de fer, on constate les proportions atomiques suivantes : 800 atomes d'oxygène pour 600 atomes de fer.

1. Indique la formule de cet oxyde.
2. Indique comment on l'obtient expérimentalement.
3. Nomme-le.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

L'oxyde de calcium a pour formule CaO .

L'oxyde d'aluminium a pour formule Al_2O_3 .

L'oxyde de sodium a pour formule Na_2O .

L'oxyde de zinc a pour formule ZnO .

1. Propose un nom scientifique pour chacun des oxydes.
2. Écris pour chacun d'eux l'équation-bilan de la réaction d'oxydation du métal correspondant.

Exercice 7

Une tôle plate de fer, de longueur 6 mètres et de largeur 1 mètre, est trempée dans un bain de zinc liquide pour la protéger de la corrosion.

Quand elle ressort du bain, elle est recouverte d'une couche de zinc de 0,1 mm d'épaisseur.

La densité du zinc est $d = 7,1$.

1. Détermine la masse de zinc déposée sur la tôle.
2. Indique quel est le rôle du zinc.

Exercice 8

L'eau de cette rivière est chargée d'oxyde de fer. Observe sa couleur ainsi que la couleur de la boue de la rive.



1. Indique à quel oxyde de fer cette couleur te fait penser.
2. Écris sa formule.
3. Dans la nature, l'oxyde de fer FeO est oxydé par le dioxygène pour donner l'oxyde que l'on trouve dans la rouille. Écris l'équation-bilan traduisant cette réaction.

Les métaux et leurs oxydes colorent le monde

En peinture d'abord. À une base blanche, on ajoute un colorant pour obtenir la teinte désirée. Ce colorant est un oxyde ou un mélange d'oxydes.

Les oxydes de fer permettent à eux seuls d'avoir une palette qui va du jaune au noir profond en passant par le vert et le rouge.

Le minium de plomb est un oxyde d'un beau rouge, connu depuis l'Antiquité, qui servait à protéger le fer de la corrosion. La toxicité du plomb l'exclut aujourd'hui.

Dans l'art de la céramique, ce sont là encore des oxydes métalliques qui permettent de décorer les poteries.



Doc. 18 Poterie de Grand Bassam.

Le bleu est fourni par les oxydes de cuivre, de nickel ou de cobalt.

Le rouge par les oxydes de fer ou de chrome.

C'est encore vrai dans l'art du verre. Depuis des siècles, les vitraux sont constitués de verre teinté dans la masse par des oxydes métalliques.

Les bleus viennent des oxydes de cobalt ou de manganèse, les jaunes des oxydes de chrome ou d'argent. L'oxyde de cuivre fournit les rouges.



Doc. 20 Feu d'artifice.

La flamme est dorée à la feuille d'or, métal qui dans les conditions normales ne subit pas d'oxydation à froid et garde donc sa belle couleur.



Doc. 17 Vieux pont peint au minium de plomb.



Doc. 19 Vitraux de la basilique de Yamoussoukro.

Pour les feux d'artifice qui scintillent dans la nuit, les couleurs obtenues sont dues à l'oxydation vive de poudres métalliques.

Le cuivre fournit le bleu, le sodium le jaune et le lithium le rouge. L'aluminium et le magnésium fournissent le blanc.

La statue de la Liberté doit sa couleur verte à l'oxyde de cuivre.



Doc. 21 Statue de la Liberté à New York.

Réduction des oxydes

Habilités et contenus

- ✓ Réaliser la réaction entre le carbone et l'oxyde cuivrique.
- ✓ Connaître les produits de la réaction chimique.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique.
- ✓ Réaliser la réaction entre l'aluminium et l'oxyde ferrique.
- ✓ Connaître les produits de la réaction chimique.
- ✓ Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique.
- ✓ Définir une réduction ; un oxydant ; un réducteur ; une oxydoréduction.
- ✓ Identifier un corps oxydé et un corps réduit.

Découvre le sujet

La Côte d'Ivoire possède d'importantes réserves de minerai de fer (**document 1**).

Comment passer de ce minerai de fer à tous ces objets en acier que nous connaissons ?

En Afrique, les forgerons traditionnels transmettent le secret de cette transformation depuis au moins deux mille ans. Documente-toi, et cherche à découvrir ce secret.



Doc. 1 Minerai de fer.



Doc. 2 Pignon en acier.

Développe le sujet

Activité 1 Énonce le problème à résoudre

Le fer est un des éléments le plus abondant sur Terre.

1. Indique sous quelle forme on le trouve.
2. Indique pourquoi on ne le trouve pas à l'état métallique.
3. Indique ce qu'il faut chimiquement faire pour récupérer ce fer à partir du minerai.
4. Indique si le problème à résoudre est le même pour les autres métaux.

Bilan de l'activité

- Le **fer** présent dans la croûte terrestre se trouve sous forme d'**oxydes** ou associé à d'autres éléments. **C'est le quatrième élément le plus important de la croûte terrestre.**

- On ne trouve pas le **fer** à l'**état métallique** car étant en présence de dioxygène et d'eau depuis des milliards d'années, il se trouve essentiellement sous forme d'**oxydes**.
- **Dans un oxyde, le fer est associé à l'élément oxygène. Pour récupérer le fer, il faut séparer le fer de l'oxygène.** On peut donc penser à faire réagir l'oxyde de fer avec un élément avide d'oxygène. Cette opération, inverse d'une **oxydation**, s'appelle une **réduction**.
- Ce problème à résoudre est le même pour tous les métaux. Les métaux dans la nature sont toujours associés à un ou plusieurs autres éléments. Le plus souvent, il s'agit de l'oxygène ou du soufre. L'or est une exception : il n'est pas oxydé dans les conditions naturelles. On trouve de l'or métallique en Côte d'Ivoire.

Activité 2 Réalise la réaction entre le carbone et l'oxyde cuivrique

Tu disposes d'oxyde de cuivre CuO et de carbone en poudre.

Tu réalises un mélange intime à partir de 80 g d'oxyde de cuivre et de 6 g de carbone.

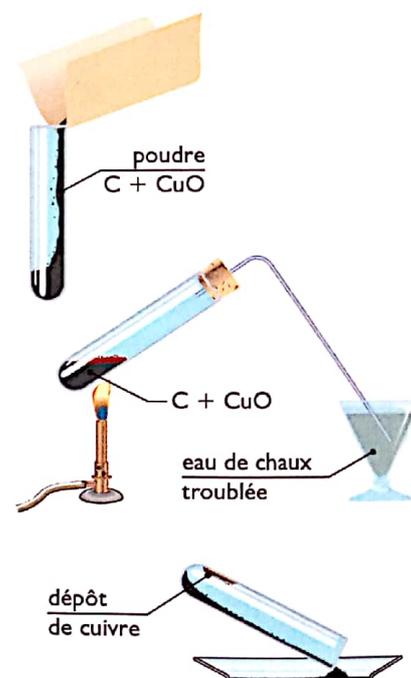
Tu expérimentes comme indiqué sur le **document 3**.

1. Afin que la réaction s'amorce, le chauffage doit être énergique. Indique ce que tu observes quand la réaction est amorcée.
2. Indique ce que tu observes au niveau de l'eau de chaux. Donne ta conclusion.
3. Après refroidissement, tu vides le contenu du tube. Note tes observations et donne tes conclusions.



Bilan de l'activité

- Lorsque la réaction est amorcée, on observe une vive incandescence au sein du mélange.
- On observe un dégagement gazeux qui trouble l'eau de chaux. Le gaz est donc du **dioxyde de carbone**.
- Le contenu du tube est constitué d'une poudre rosâtre, et on observe un film de cuivre rouge sur la partie du tube où s'est produite l'incandescence.



Doc. 3 Réduction de l'oxyde de cuivre par le carbone.

Activité 3 Écris l'équation-bilan de la réaction chimique

1. Nomme les réactifs et écris leurs formules symboliques.
2. Nomme les produits et écris leurs formules symboliques.
3. Écris l'équation-bilan de cette réaction.
4. Indique si un élément présent dans le milieu réactionnel a subi une oxydation.
5. Indique si un élément a été séparé de l'oxygène.

Réduction des oxydes

Bilan de l'activité

- Les **réactifs** sont l'**oxyde de cuivre** CuO et le **carbone** C.
- Les **produits** sont le **cuivre** Cu et le **dioxyde de carbone** CO₂.
- L'équation-bilan s'écrit :

$$2 \text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2 \text{Cu} + \text{CO}_2$$
- On constate que le carbone s'est associé à l'oxygène : le carbone a été **oxydé**. Il a subi une **oxydation**.
- On constate que l'oxyde de cuivre a cédé de l'oxygène. Il a subi une **réduction**.
- **Oxydation : gain d'oxygène.**
- **Réduction : perte d'oxygène.**

Activité 4 Réalise la réaction entre l'aluminium et l'oxyde ferrique

Tu disposes d'oxyde de fer Fe₂O₃ et d'aluminium en poudre. Tu réalises un mélange intime à partir de 8 g d'oxyde de fer et de 2,7 g d'aluminium.

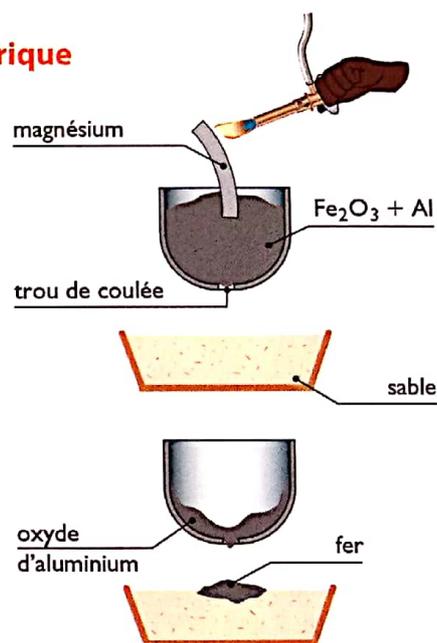
Tu expérimentes comme indiqué sur le **document 4**.

La réaction est amorcée par la combustion d'un ruban de magnésium.

Attention danger ! La réaction est très vive, s'écarter légèrement du milieu réactionnel.

1. Indique ce que tu observes quand la réaction est amorcée.
2. Indique ce que tu observes après refroidissement.
3. Donne tes conclusions.

Doc. 4 Réduction de l'oxyde de fer par l'aluminium.



Bilan de l'activité

- La réaction est très vive, il y a projection de particules incandescentes. La réaction produit suffisamment de chaleur pour porter le fer à l'état liquide, celui-ci coule par le trou du creuset.
- Après refroidissement, on récupère sur le sable une masse métallique. On peut vérifier avec un aimant qu'il s'agit bien de fer. Il reste dans le creuset une poudre blanche, il s'agit d'**oxyde d'aluminium**, communément appelé **alumine**.
- Au cours de cette réaction, l'oxyde de fer a été dissocié et l'aluminium s'est associé à l'élément oxygène.

Activité 5 Écris l'équation-bilan de la réaction chimique

1. Nomme les réactifs et écris leurs formules symboliques.
2. Nomme les produits et écris leurs formules symboliques.
3. Écris l'équation-bilan de cette réaction.
4. Indique si un corps présent dans le milieu réactionnel a subi une oxydation.
5. Indique si un corps présent dans le milieu réactionnel a subi une réduction.



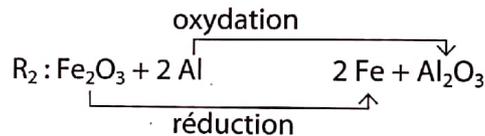
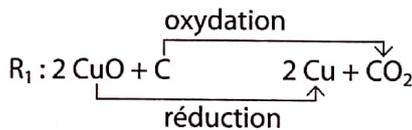
Bilan de l'activité

- Les **réactifs** sont l'**oxyde de fer** Fe_2O_3 et l'**aluminium** Al .
- Les **produits** sont le **fer** Fe et l'**oxyde d'aluminium** Al_2O_3 .
- L'équation-bilan s'écrit : $Fe_2O_3 + 2 Al \longrightarrow 2 Fe + Al_2O_3$
- On constate que l'aluminium s'est associé à l'oxygène : l'aluminium a été **oxydé**. Il a subi une **oxydation**.
L'aluminium capte l'oxygène : c'est un **réducteur**.
- On constate que l'oxyde de fer a cédé de l'oxygène. Il a subi une **réduction**.
L'oxyde de fer cède de l'oxygène : c'est un **oxydant**.
- **Oxydant : cède de l'oxygène.** • **Réducteur : capte de l'oxygène.**

Activité 6 Généralise ce type de réactions

Dans ces réactions, on observe pour un élément une oxydation et pour un autre élément une réaction inverse de l'oxydation : une réduction. Les deux événements sont simultanés et inséparables. Ces réactions sont des réactions d'oxydoréduction.

Pour les deux équations bilans R_1 et R_2 , complète le tableau par les symboles chimiques appropriés.



| | Oxydant | Réducteur | Espèce oxydée | Espèce réduite |
|-------|---------|-----------|---------------|----------------|
| R_1 | | | | |
| R_2 | | | | |



Bilan de l'activité

- Les observations précédentes permettent d'écrire :

| | Oxydant | Réducteur | Espèce oxydée | Espèce réduite |
|-------|-----------|-----------|---------------|----------------|
| R_1 | CuO | C | C | Cu |
| R_2 | Fe_2O_3 | Al | Al | Fe |

- **Oxydation** et **réduction** sont inséparables, il s'agit d'un transfert d'oxygène d'un **donneur (oxydant)** à un **receveur (réducteur)**. D'où le nom de **réactions d'oxydoréduction**.

Retiens l'essentiel

- ▶ L'oxydation correspond à un gain d'oxygène.
- ▶ L'oxydation d'un corps pur simple conduit à un oxyde.
- ▶ La réduction correspond à une perte d'oxygène.
- ▶ La réduction d'un oxyde permet de récupérer le corps pur simple.
- ▶ Un oxydant est une espèce chimique susceptible de céder de l'oxygène.
- ▶ Un réducteur est une espèce chimique susceptible de capter de l'oxygène.
- ▶ Une réaction d'oxydoréduction est une réaction de transfert d'oxygène entre un oxydant et un réducteur.

Mots-clés

- Oxydant
- Réducteur
- Oxydation
- Réduction
- Oxydoréduction

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Complète les phrases suivantes.

- La réaction entre le carbone et l'oxyde cuivrique donne et
- La réaction entre l'aluminium et l'oxyde ferrique donne et

Exercice 2

Recopie puis relie par une flèche, si cela est possible, chaque expression de la colonne A à une expression se rapportant à sa définition dans la colonne B.

| A | | B |
|----------------|---|--------------------|
| Réduction | • | Gain d'oxygène |
| Réducteur | • | Capte de l'oxygène |
| Oxydation | • | Cède de l'oxygène |
| Oxydoréduction | • | Perte d'oxygène |
| Oxydant | • | |

Exercice 3

Au cours d'une réaction chimique, un corps A transfère de l'oxygène à un corps B.

Complète les phrases suivantes par les mots ou expressions qui conviennent.

- Il s'agit d'une réaction
- Le corps A est un
- Le corps B est un
- Au cours de cette réaction, le corps A a été ; le corps B a été

Exercice 4

Ton professeur de physique-chimie a réalisé en classe une réaction chimique en faisant passer du dihydrogène sur de l'oxyde de cuivre chauffé. Le maniement du dihydrogène étant dangereux, il a réalisé cette expérience lui-même. La réaction fournit du cuivre et de l'eau.

- Indique les réactifs.
- Indique les produits.
- Écris l'équation-bilan.
- Indique le réactif oxydé.
- Indique le réactif réduit.

Réinvestis tes acquis

Exercice 5

Le magnésium Mg brûle dans la vapeur d'eau pour donner de l'oxyde de magnésium MgO et du dihydrogène.

- Écris les formules des réactifs de cette réaction.

- Écris les formules des produits de cette réaction.
- Écris l'équation-bilan de cette réaction.
- Souligne les bonnes réponses.
Au cours de cette réaction :
- le magnésium a été **oxydé/réduit** ;
- l'eau a été **oxydée/réduite** ;
- le magnésium est un **réducteur/oxydant** ;
- l'eau est un **réducteur/oxydant**.

Exercice 6

Le secret des forgerons

Les forgerons transmettaient le secret suivant. Pour obtenir du fer à partir de l'oxyde de fer, il faut faire un four de terre et placer à l'intérieur des couches alternées de minerai broyé et de charbon de bois. Il faut allumer le feu et ventiler le plus possible à l'aide de soufflets. Il se produit une réaction de réduction de l'oxyde de fer. La température atteinte est suffisante pour que le fer obtenu fonde et s'écoule au pied du four par un trou aménagé à cet effet.

La réaction se produit entre Fe_2O_3 et le monoxyde de carbone CO. Elle produit du fer métallique et du dioxyde de carbone.

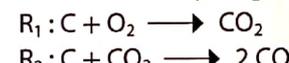
- Écris son équation-bilan.
- Nomme l'oxydant.
- Nomme le réducteur.



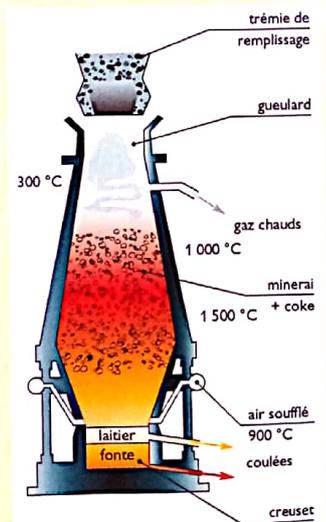
Exercice 7

La réaction de l'exercice précédent est utilisée aujourd'hui dans les hauts-fourneaux. Le même principe est conservé,

on charge le minerai de fer et le carbone dans un four de plusieurs dizaines de mètres de haut et on récupère le fer au pied de l'installation. Le monoxyde de carbone est obtenu en deux étapes correspondant aux réactions R_1 et R_2 .



Recopie et complète le tableau suivant avec les symboles ou formules chimiques appropriés.



| | Oxydant | Réducteur | Espèce oxydée | Espèce réduite |
|-------|---------|-----------|---------------|----------------|
| R_1 | | | | |
| R_2 | | | | |

Du minerai au métal

La métallurgie est l'ensemble de la chaîne industrielle qui permet de passer des minerais aux métaux.

C'est une aventure humaine qui va de l'âge du cuivre, il y a plus de 6 000 ans, aux gigantesques usines d'électrolyse de l'alumine. La métallurgie du fer a été évoquée dans les activités et les exercices.

La métallurgie de l'aluminium

Le minerai est la bauxite. C'est un mélange d'oxyde d'aluminium hydraté, de silice, d'oxydes de fer, etc.

Le minerai est d'abord attaqué à chaud par une solution de soude concentrée. Cela permet d'isoler l'oxyde d'aluminium hydraté puis, après déshydratation, l'alumine de formule Al_2O_3 .

Cette alumine mélangée à de la cryolite est ensuite fondue et soumise à une électrolyse à chaud (environ 1 000 °C). On récupère



Doc. 6 Usine de fabrication d'aluminium.

La métallurgie du zinc

Les minerais sont pour le zinc essentiellement des sulfures.

La première étape consiste à passer du sulfure à l'oxyde de zinc.



Cet oxyde de zinc peut être réduit par le monoxyde de carbone pour obtenir le zinc métallique, mais la température de fusion du zinc, relativement basse (787 °C), limite l'utilisation de cette technique.

Un autre procédé est utilisé.

Conjointement à l'obtention de l'oxyde, on obtient du dioxyde de soufre. Il est récupéré, oxydé en trioxyde de soufre puis transformé en acide sulfurique.

Cet acide sulfurique attaque l'oxyde de zinc et donne une solution d'ions zinc Zn^{2+} .

Cette solution est ensuite électrolysée pour récupérer le zinc.



Doc. 5 Au pied d'un haut-fourneau.

directement l'aluminium.

Cette technique est utilisée car il n'existe pas de réducteur bon marché capable de réduire l'oxyde d'aluminium.

La métallurgie du cuivre

Les minerais de cuivre sont surtout des structures contenant du soufre. La première étape consiste alors à récupérer le sulfure de cuivre Cu_2S .

Le cuivre est ensuite récupéré par oxydation du soufre :



Enfin, ce cuivre est purifié par électrolyse.



Doc. 7 Purification du cuivre par électrolyse.

Solutions acides, basiques et neutres

Habilités et contenus

- ✓ Définir une solution aqueuse.
- ✓ Mesurer le pH de quelques solutions aqueuses.
- ✓ Identifier une solution acide, une solution neutre et une solution basique.
- ✓ Connaître l'échelle de pH.
- ✓ Connaître l'effet de dilution sur le pH d'une solution aqueuse.
- ✓ Connaître l'ion responsable de l'acidité d'une solution aqueuse : l'ion hydrogène H^+ .
- ✓ Connaître l'ion responsable de la basicité d'une solution aqueuse : l'ion hydroxyde HO^- .
- ✓ Identifier la nature d'une solution à l'aide d'un indicateur coloré (le bleu de bromothymol ou BBT).
- ✓ Connaître l'influence du pH du sol sur les cultures.
- ✓ Expliquer les techniques d'amendement des sols.

Découvre le sujet

Ces boissons sont toutes différentes et pourtant un point commun les rassemble. Lequel ?

Nos sens permettent de les identifier. On reconnaît la couleur, on perçoit le sucré, le salé, l'amertume, l'acidité, etc.

Mais si les liquides contenus n'étaient pas comestibles ?

Le scientifique doit pouvoir identifier ces produits de façon objective. Que proposes-tu ?



Doc. 1 Pour tous les goûts.

Développe le sujet

Activité 1 Définis une solution aqueuse

En feuilletant une revue scientifique, tu trouves un article sur la mer rédigé ainsi :

« La mer est une solution aqueuse complexe, dont la composition varie d'un point à un autre des océans. Elle est un mélange d'un très grand nombre d'espèces chimiques. Pour une eau contenant 35 g/kg de produits dissous, on peut établir le tableau ci-contre. »

1. Indique quelle est l'espèce moléculaire quantitativement la plus importante.
2. Indique et classe les trois cations (ions positifs) quantitativement les plus importants.

Masse volumique de l'eau de mer :
 $\rho = 1\,025 \text{ kg/m}^3$. Valeur $pH = 8$

| Espèce chimique | Masse en g/kg d'eau de mer |
|---------------------------|----------------------------|
| Eau (H_2O) | 965 |
| Carbonate (CO_3^{2-}) | 0,016 |
| Magnésium (Mg^{2+}) | 1,284 |
| Sodium (Na^+) | 10,784 |
| Bromure (Br^-) | 0,067 |
| Sulfate (SO_4^{2-}) | 2,712 |

3. Indique et classe les trois anions (ions négatifs) quantitativement les plus importants.
4. Indique ce que signifie « solution aqueuse ». Précise les termes « solvant » et « soluté ».
5. Détermine le volume occupé par un kilogramme d'eau de mer.
6. Documente-toi et indique ce que t'apprend la donnée $\text{pH} = 8$.

| | |
|---|--------|
| Calcium (Ca^{2+}) | 0,412 |
| Hydrogénocarbonate (HCO_3^-) | 0,108 |
| Potassium (K^+) | 0,399 |
| Chlorure (Cl^-) | 19,352 |
| Fluorure (F^-) | 0,001 |
| Strontium (Sr^{2+}) | 0,008 |
| Dioxyde de carbone (CO_2) | 0,0001 |



Bilan de l'activité

- L'**espèce moléculaire** la plus importante est l'eau de formule H_2O .
- Les trois **cations** les plus importants sont, dans l'ordre : Sodium (Na^+) ; Magnésium (Mg^{2+}) ; Calcium (Ca^{2+}).
- Les trois **anions** les plus importants sont dans l'ordre : Chlorure (Cl^-) ; Sulfate (SO_4^{2-}) ; Hydrogénocarbonate (HCO_3^-).
- **Solution aqueuse** signifie que le milieu dans lequel les espèces chimiques sont dispersées est l'eau.
- L'eau, espèce chimique majoritaire, est le **solvant**, les autres espèces chimiques sont des **solutés**.
- $V = \frac{m}{\rho}$; $V = 0,9756 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ soit $V = 0,976 \text{ L}$.
Cette masse volumique explique qu'il est plus facile de flotter dans l'eau de mer que dans l'eau douce.
- La donnée du **pH** est une indication de l'**acidité** ou de la **basicité** de l'eau. Dans le cas étudié, cette eau de mer est légèrement **basique**.
- **Solution aqueuse : solution dont le solvant est l'eau.**
- Une espèce chimique susceptible de se disperser au sein de l'eau est dite **soluble dans l'eau**.
- Certaines espèces chimiques sont **insolubles dans l'eau** (par exemple les corps gras).
- Il existe en général une limite à la solubilité. Quand cette limite est atteinte, la solution est dite **saturée**.

Activité 2 Étudie la notion de pH

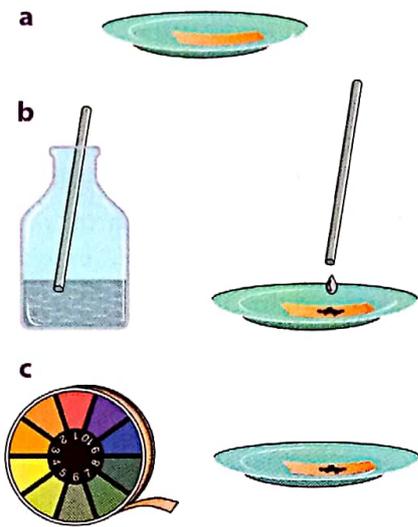
Tu disposes d'un moyen d'évaluer le pH d'une solution, papier pH ou pH-mètre. Procure-toi différentes solutions aqueuses.

1. Mesure la valeur de leur pH, à l'aide d'un papier pH, et complète un tableau comme celui-ci :

| Solution | Jus de citron | Coca Cola | Hydroxyde de sodium | Eau de mer | Eau de Javel | Lait | Eau pure | Acide chlorhydrique |
|----------|---------------|-----------|---------------------|------------|--------------|------|----------|---------------------|
| pH | | | | | | | | |

Solutions acides, basiques et neutres

2. Propose un classement de ces solutions.
3. Recommence les mesures avec un pH-mètre et compare les résultats obtenus.
4. Le jus de citron est connu de tous pour son acidité, l'eau pure pour sa neutralité. Propose une définition pour les solutions acides.
5. Propose alors une définition pour les solutions basiques.



Doc. 2 Utilisation du papier indicateur de pH.



Doc. 3 Lecture d'un papier pH.

Bilan de l'activité

- Le tableau complété donne :

| Solution | Jus de citron | Coca Cola | Hydroxyde de sodium | Eau de mer | Eau de Javel | Lait | Eau pure | Acide chlorhydrique |
|----------|---------------|-----------|---------------------|------------|--------------|------|----------|---------------------|
| pH | 3 | 3 | 13 | 8 | 11 | 6 | 7 | 1 |

- Le tableau ordonné devient :

| Solution | Acide chlorhydrique | Jus de citron | Coca Cola | Lait | Eau pure | Eau de mer | Eau de Javel | Hydroxyde de sodium |
|----------|---------------------|---------------|-----------|------|----------|------------|--------------|---------------------|
| pH | 1 | 3 | 3 | 6 | 7 | 8 | 11 | 13 |

- En utilisant le **pH-mètre**, on obtient les mêmes valeurs et le même classement.
- Puisque l'eau pure possède un $\text{pH} = 7$, et que le jus de citron possède un $\text{pH} = 3$, **on qualifiera d'acide toute solution dont le pH est inférieur à 7.**
- **On qualifiera de basique toute solution dont le pH est supérieur à 7.**

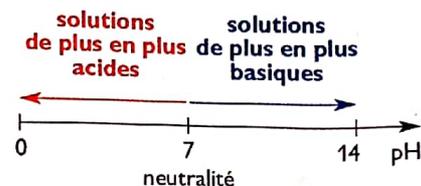
Activité 3 Relie la valeur du pH à la concentration des ions H^+ et HO^-

Dans le tableau obtenu lors de l'**activité 2** :

1. - Indique le produit de pH le plus faible.
 - Écris les ions présents dans la solution aqueuse.
2. - Indique le produit de pH le plus fort.
 - Écris les ions présents dans la solution aqueuse.

3. Les ions H^+ et HO^- sont caractéristiques des solutions acides ou basiques.

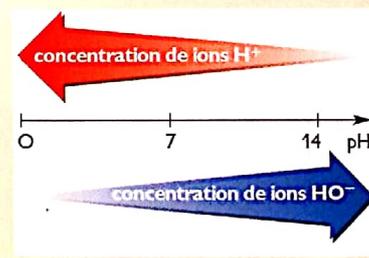
- Propose une nouvelle définition des solutions acides et basiques.
- Propose une nouvelle définition de la neutralité acido-basique.



Doc. 4 pH et acidité-basité.

Bilan de l'activité

- **Le produit de pH le plus faible est la solution d'acide chlorhydrique.**
Cette solution aqueuse est une solution d'ions H^+ et d'ions Cl^- .
Remarques : l'ion Cl^- est l'ion chlorure. L'ion H^+ est appelé ion hydrogène.
- **Le produit de pH le plus fort est la solution d'hydroxyde de sodium.**
Cette solution aqueuse est une solution d'ions Na^+ et d'ions HO^- .
Remarques : l'ion Na^+ est l'ion sodium. L'ion HO^- est l'ion hydroxyde.
- On constate que la solution d'acide chlorhydrique de $pH = 1$ contient des ions H^+ et que la solution d'hydroxyde de sodium de $pH = 13$ contient des ions HO^- .
On peut donc proposer comme définitions :
 - **Une solution acide contient des ions H^+ .**
 - **Une solution basique contient des ions HO^- .**
- L'eau pure contient des ions H^+ et des ions HO^- .
- Toutes les solutions aqueuses contiennent des ions H^+ et des ions HO^- .
- Dans l'eau pure, les concentrations des ions H^+ et des ions HO^- sont égales, le pH est alors égal à 7.
- Dans les solutions acides, la concentration des ions H^+ est supérieure à celle des ions HO^- . Le pH est inférieur à 7.
- Dans les solutions basiques, la concentration des ions H^+ est inférieure à celle des ions HO^- . Le pH est supérieur à 7.
- **Les solutions basiques sont dites alcalines.**



Doc. 5 pH et concentrations des ions H^+ et HO^- .

Activité 4 Dilue une solution acide



Doc. 6 Dilution et évolution du pH.

Tu disposes d'une solution d'acide chlorhydrique de $pH = 2$.
Tu en prélèves $V = 1$ mL et tu dilues cette solution en ajoutant de l'eau.
Tu suis l'évolution du pH au pH-mètre.

1. Indique la valeur du volume d'eau ajouté pour que le pH prenne la valeur 3.
2. Indique le volume d'eau ajouté pour que le pH prenne la valeur 4.
3. Poursuis l'ajout d'eau. Indique ce qui se passe pour la valeur du pH.
4. Conclues tes observations.

Bilan de l'activité

- L'ajout d'eau fait doucement augmenter la valeur du pH. Pour atteindre la valeur $\text{pH} = 3$, il faut ajouter $V = 9 \text{ mL}$ d'eau.
- Pour atteindre la valeur $\text{pH} = 4$, il faut encore ajouter $V = 90 \text{ mL}$ d'eau.
- Le pH augmente de plus en plus lentement. Il faudrait ajouter $V = 900 \text{ mL}$ d'eau pour atteindre le $\text{pH} = 5$.
- La dilution d'une solution acide fait augmenter le pH. Il faut de plus en plus d'eau pour faire croître la valeur du pH d'une unité. Le pH tend vers 7, sans jamais l'atteindre. Il faudrait une dilution infinie.
- **La dilution d'une solution acide ne donne jamais une solution de pH égal ou supérieur à 7.**

Activité 5 Dilue une solution basique

Tu disposes d'une solution d'hydroxyde de sodium de $\text{pH} = 12$.
Tu en prélèves $V = 1 \text{ mL}$ et tu dilues cette solution en ajoutant de l'eau.
Tu suis l'évolution du pH au pH-mètre.

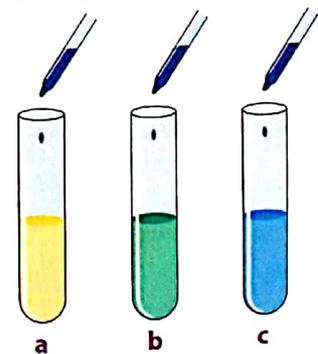
1. Indique la valeur du volume d'eau ajouté pour que le pH prenne la valeur 11.
2. Indique le volume d'eau ajouté pour que le pH prenne la valeur 10.
3. Poursuis l'ajout d'eau. Indique ce qui se passe pour la valeur du pH.
4. Conclues tes observations.

Bilan de l'activité

- L'ajout d'eau fait doucement diminuer la valeur du pH. Pour atteindre la valeur $\text{pH} = 11$, il faut ajouter $V = 9 \text{ mL}$ d'eau.
- Pour atteindre la valeur $\text{pH} = 10$, il faut encore ajouter $V = 90 \text{ mL}$ d'eau.
- Le pH diminue de plus en plus lentement. Il faudrait ajouter $V = 900 \text{ mL}$ d'eau pour atteindre le $\text{pH} = 9$.
- La dilution d'une solution basique fait diminuer le pH. Il faut de plus en plus d'eau pour faire décroître la valeur du pH d'une unité. Le pH tend vers 7, sans jamais l'atteindre. Il faudrait une dilution infinie.
- **La dilution d'une solution basique ne donne jamais une solution de pH égal ou inférieur à 7.**

Activité 6 Identifie le caractère acido-basique d'une solution avec le bleu de bromothymol (BBT)

Tu disposes de solutions incolores d'acides et de bases ainsi que d'eau pure, réparties dans des tubes à essais.
Ajoute une goutte de bleu de bromothymol dans chaque tube.
Note la couleur prise par chaque solution.
Conclus.



Doc. 7 Utilisation d'un indicateur coloré : le BBT.

Solutions acides, basiques et neutres

Bilan de l'activité

- Le **bleu de bromothymol (BBT)** est un **indicateur coloré**, c'est-à-dire un composé chimique qui change de couleur en fonction du pH de la solution dans laquelle il se trouve.
- Le **BBT** prend une teinte jaune en milieu acide, bleue en milieu basique et verte dans un milieu neutre.
- Cet indicateur permet un classement rapide des solutions, il ne permet pas de mesurer le pH des solutions. En effet, la teinte verte (« neutre ») se maintient entre les pH 6 et 7,6.



Doc. 8 Couleurs du BBT.

Activité 7 Connais les dangers des solutions acides ou basiques

1. Recherche dans ton environnement les produits acides.
2. Recherche dans ton environnement les produits basiques.
3. Dans les deux cas, étudie leur étiquetage et donne les consignes de sécurité à respecter.

Bilan de l'activité

- Les **produits acides ou basiques** ne sont pas des produits réservés aux laboratoires. Ce sont des produits que l'on rencontre dans la vie quotidienne.
- À la maison, on trouve de l'**acide chlorhydrique** dans les liquides décapants ou détartrants. Au garage, on trouve de l'**acide sulfurique** dans les batteries d'automobiles. Ces produits sont dangereux pour la peau et très dangereux pour les yeux. Ils ne doivent pas être absorbés, il y aurait risque de perforation du tube digestif.

Les acides peuvent attaquer les métaux avec dégagement de dihydrogène. Il y a donc risque d'incendie et d'explosion, si un récipient d'acide fuit et que le contenu entre en contact avec un métal.

- L'**hydroxyde de sodium** est présent dans les produits « déboucheurs » d'évier, les « décapeurs » de four, etc. L'**eau de Javel**, l'**ammoniaque** sont des **solutions basiques**.



Doc. 10 Étiquette d'un « déboucheur » liquide.



Doc. 9 Étiquette d'eau de Javel.

Comme les acides, ces produits sont dangereux pour la peau et très dangereux pour les yeux. Ils ne doivent pas être absorbés.

- Sur tous les produits, les étiquettes précisent les dangers, sous forme explicite et sous forme symbolique à l'aide de **pictogrammes**.

Dans tous les cas de contact accidentel, le plus urgent est de laver « à grande eau » la partie contaminée. Il importe de prévenir un service de secours le plus rapidement possible. Pour éviter les accidents, il faut impérativement conserver ces produits hors de portée des enfants.

Il faut veiller à ce que ces produits conservent leur étiquetage afin qu'ils ne soient pas confondus avec des liquides inoffensifs.



Doc. 11 Pictogrammes.

Activité 8 Mesure le pH d'un sol

Prélève quelques cm³ d'un sol dans un endroit quelconque de ton environnement.

Recouvre la terre d'eau de pH égal à 7.

Après agitation modérée, laisse décanter.

Mesure le pH du liquide avec un pH-mètre ou un papier pH.

1. Indique pourquoi tu dois utiliser de l'eau de pH égal à 7.
2. Documente-toi pour connaître l'origine du pH acide des sols.
3. Documente-toi pour savoir quel type de culture serait adapté au sol étudié.



Doc. 12 Préparation de la solution.

Bilan de l'activité

- On doit utiliser de l'eau de pH neutre afin de ne pas fausser la mesure.
- L'**acidification** du sol est un phénomène naturel.
Les éléments solubles, comme les ions calcium et magnésium qui alcalinisent le sol, sont entraînés par l'eau de pluie ou d'irrigation vers les couches profondes du sol.
Cette **acidification** est favorisée par des changements de végétation comme la disparition de la forêt.
- La plupart des végétaux préfèrent des sols voisins de la neutralité acido-basique. Seuls les champignons peuvent s'accommoder de terres très acides.
Lorsque le sol devient trop acide (pH inférieur à 5), les ions aluminium prennent la place des cations utiles (calcium, magnésium, potassium...).

Les ions aluminium en trop grandes proportions deviennent toxiques pour la plupart des plantes.

Mais certaines plantes tropicales, comme le théier, l'ananas, voire la canne à sucre, supportent l'acidité et une forte présence d'aluminium dans le sol.

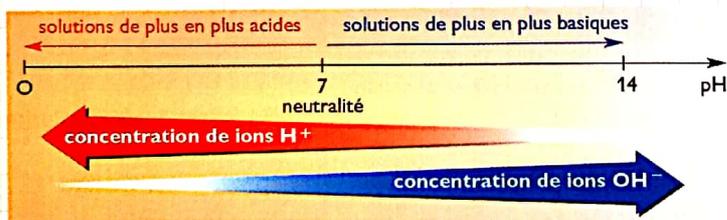
- En Côte d'Ivoire où les sols sont souvent trop acides, avec des sols carencés en calcium et magnésium, l'**apport d'un amendement calco-magnésien** est souvent conseillé.

On utilise de la **chaux magnésienne** ou de la **dolomie** (carbonate double de calcium et magnésium $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

- Le pH n'est pas le seul élément déterminant pour choisir la culture à introduire. Chaque cas est particulier et seule une étude par un organisme compétent peut conseiller utilement.

Retiens l'essentiel

- ▶ Une solution aqueuse est une solution dont le solvant est l'eau.
- ▶ Une solution acide contient plus d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxydes HO^- .
- ▶ Une solution basique contient moins d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^- .
- ▶ Une solution neutre contient autant d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^- .
- ▶ Le pH mesure l'acidité d'une solution aqueuse. Sa valeur est comprise entre 0 et 14.



- ▶ Lors d'une dilution d'une solution acide, le pH augmente et tend vers la valeur 7.
- ▶ Lors d'une dilution d'une solution basique, le pH diminue et tend vers la valeur 7.
- ▶ Il existe des substances qui changent de couleur avec le pH. On les utilise comme indicateurs colorés.
- ▶ La connaissance du pH est importante dans tous les domaines, en particulier en agriculture, où il conditionne la qualité et la quantité des récoltes.

Mots-clés

Solution aqueuse

Solution acide

Solution basique

Solution alcaline

Dilution

pH

Ion hydrogène H^+

Ion hydroxyde HO^-

Vérifie tes acquis

Exercice 1

Un litre d'eau de mer contient 0,000 005 mg d'or.
Le volume total d'eau de mer sur Terre est de $1,320 \cdot 10^6 \text{ km}^3$.
Calcule la masse totale d'or contenue dans les océans et les mers.

Exercice 2

Recopie et complète le tableau ci-dessous en précisant la nature des solutions.

| pH de la solution | Nature de la solution |
|-------------------|-----------------------|
| 4 | |
| 7 | |
| 13 | |
| 1 | |
| 8 | |
| 11 | |

Exercice 3

Complète les phrases suivantes par les mots ou expressions qui conviennent.

Dans une solution, les ions H^+ sont plus nombreux que les ions

Dans une solution basique, les ions sont nombreux que les ions

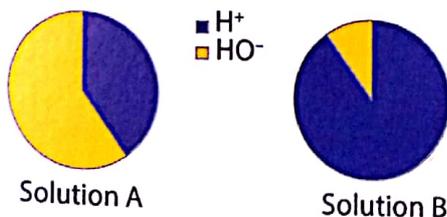
Dans une solution neutre, il y a d'ions que d'ions

Plus la concentration des ions H^+ est forte, plus le pH est

En diluant une solution acide, on constate que la valeur de son pH

Exercice 4

Ces diagrammes représentent les proportions des ions H^+ et HO^- contenus dans deux solutions.



- Indique si la solution A est acide ou basique. Justifie.
- Indique si la solution B est acide ou basique. Justifie.
- Représente le diagramme d'une solution neutre. Justifie.

Exercice 5

Le **document 9** représente une étiquette de bouteille d'eau de Javel.

- Indique si l'eau de Javel est acide ou basique.
- Donne la signification des pictogrammes présents sur l'étiquette.
- Indique pourquoi il est conseillé de diluer le liquide de cette bouteille.
- Indique comment varie le pH de l'eau de Javel lors de cette dilution.

Réinvestis tes acquis

Exercice 6

Le professeur de sciences physiques met à la disposition de ton groupe trois solutions : une boisson de $\text{pH} = 3$, une solution de lessive de $\text{pH} = 10$ et de l'eau distillée de $\text{pH} = 7$.

- Écris pour chacune de ces solutions si elle est basique, neutre ou acide.
- Écris pour chacune de ces solutions dans quel sens évolue le pH lorsqu'on ajoute de l'eau distillée.
- Tu mélanges la boisson et la solution de lessive.
 - Écris ta prévision pour la valeur possible du pH de la solution obtenue.
 - Vérifie ta prévision et conclus.

Exercice 7

L'organisme humain produit de nombreuses solutions aqueuses.

Elles présentent toutes une valeur propre de pH.

Le tableau ci-dessous donne des valeurs moyennes.

| Liquide | Sang | Urine | Suc gastrique | Suc pancréatique | Bile | Salive |
|---------|------|-------|---------------|------------------|------|--------|
| pH | 7,4 | 6 | 1,5 | 7,8 | 8 | 7,2 |

- Classe ces solutions par pH croissant.
- Nomme la plus acide.
- Nomme la plus basique.
- Indique le sens d'évolution du pH du contenu de l'estomac quand tu bois un verre d'eau.
- Documente-toi.
 - Recherche le nom et la formule de l'acide responsable de l'acidité du suc gastrique.
 - Recherche ce qui protège la paroi de l'estomac de cet acide.

La connaissance du sol

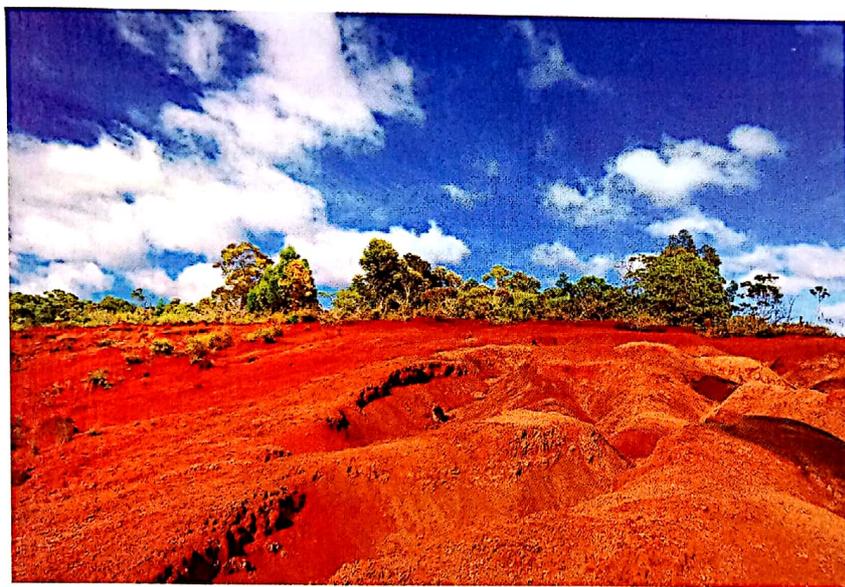
En Côte d'Ivoire, deux structures existent pour obtenir des renseignements et conseils précis et documentés sur l'agriculture :

- L'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER), fondée en 1993, qui a pour objet d'assurer le conseil et la vulgarisation agricoles en Côte d'Ivoire.
- Le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Côte d'Ivoire, créé en 1998, qui a pour objet la coordination de la recherche agronomique. Il produit et commercialise des semences adaptées.

L'analyse des sols est l'outil indispensable pour le pilotage de leur mise en valeur.



Doc. 13 Sol fertile.



Doc. 14 Sol dégradé.

du sol et permet de prévoir le type d'amendement.

– Le dosage du phosphore ainsi que des cations métalliques pouvant être fixés par le sol (calcium, magnésium, potassium, sodium) permet d'évaluer les manques, ou les excès.

Une analyse physique détermine la granulométrie, l'aptitude au stockage de l'eau, etc.

Une analyse biologique détermine la biomasse bactérienne existante, la densité et l'activité des micro-organismes, etc.

C'est seulement à la suite de ces analyses que des préconisations adaptées aux différents types de culture peuvent être fournies.

Elle renseigne sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols. Elle permet d'établir un plan de fertilisation tenant compte des réserves pré-existantes du sol et de construire une agriculture respectueuse de l'environnement.

L'analyse chimique d'un sol mesure différents paramètres permettant d'apprécier la fertilité du sol :

- Le dosage du carbone et de l'azote permet d'estimer le stock de matière organique.
- La mesure du pH indique l'acidité



Doc. 15 Analyse au laboratoire.

Physique Chimie

12.9535.4

ISBN : 978-2-7531-1258-2



9 782753 112582

ISBN : 978-2-84487-831-1

Dépot légal n° 14453