

René Vento
et Denis Regaud

Chimie Physique 3^e

Édition 2012

Savoir se comporter en salle de physique-chimie



- 1** Accrocher manteau ou blouson aux portemanteaux.
Ne mettre sur la table que les objets utiles (stylo, règle, crayon, feuille...).



- 2** Laisser la circulation libre dans la salle en rangeant le cartable sous la table.
Se déplacer sans courir, en faisant attention au matériel.



- 3** Attacher les cheveux longs. Porter une blouse de protection en coton.
Attention aux vêtements amples, ils peuvent causer des dégâts.



- 4** Ne pas sentir ni goûter les produits déposés par le professeur sur la table.
Certains produits sont dangereux. Il faut porter des gants et des lunettes quand on les utilise.



- 5** Ne pas toucher au matériel sans y avoir été invité par le professeur.
Manipuler debout, au-dessus d'une table bien dégagée.



- 6** En fin de séance, nettoyer et ranger le matériel en pensant aux utilisateurs à venir.
Se laver les mains avant de quitter la salle.

Les pictogrammes de sécurité

Sur les étiquettes des produits chimiques figurent des pictogrammes de sécurité, permettant de connaître les dangers de ces produits.



E : explosif
(Ça explose)



F : inflammable
(Ça flambe)



O : comburant
(Ça fait flamber)



C : corrosif
(Ça ronge)



T : toxique
(Ça tue)



N : dangereux pour l'environnement
(Ça détruit la nature)



Xi ou Xn : irritant ou nocif
(Ça pique ou empoisonne)

Nouveaux pictogrammes de sécurité

Depuis 2009, ils apparaissent sur les emballages de produits chimiques. Ils sont conformes à la réglementation européenne.

Les anciens et les nouveaux pictogrammes coexisteront jusqu'en 2015.



Explosif
(Ça explose)



Inflammable
(Ça flambe)



Comburant
(Ça fait flamber)



Gaz sous pression
(Ça peut exploser)



Corrosif
(Ça ronge)



Très toxique
(Ça tue)



Toxique ou irritant
(C'est dangereux pour la santé)



Très toxique pour certains organes ou cancérigène
(C'est très dangereux pour la santé)



Dangereux pour l'environnement
(Ça détruit la nature)

Chimie Physique 3^e

Édition 2012

Sous la direction de
René **VENTO** et Denis **REGAUD**

Suzanne BEAUFILS

Aurélie BELANGER

Professeur au collège Robert Morel, Arles

Thomas CASTELAS

Professeur au collège Ampère, Arles

Guillaume FOSSET

Professeur au collège Albert Camus, Miramas

Nancy GARRABOS

Professeur au lycée Georges Duby, Luynes

Brigitte GOBERT

Professeur au lycée Sévigné, Marseille

(Extrait du programme issu du BO spécial n° 6 du 28 août 2008)

Le programme [...] se présente sous forme de deux domaines :
 – le premier, écrit en caractères droits, correspond au socle [...];
 – le second, écrit en italique, complète le socle commun [...].

A- LA CHIMIE, SCIENCE DE LA TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE

UTILISATION DES MÉTAUX DANS LA VIE QUOTIDIENNE : quels sont les métaux les plus couramment utilisés ?

Les métaux les plus couramment utilisés sont le fer, le zinc, l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'or.

➔ Chapitre 1

L'ÉLECTRON ET LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES SOLIDES : tous les solides conduisent-ils le courant électrique ?

Tous les métaux conduisent le courant électrique. *Tous les solides ne conduisent pas le courant électrique. La conduction du courant électrique dans les métaux s'interprète par un déplacement d'électrons.*

➔ Chapitre 2

L'ION ET LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES SOLUTIONS AQUEUSES : toutes les solutions aqueuses conduisent-elles le courant électrique ?

Toutes les solutions aqueuses ne conduisent pas le courant électrique. La conduction du courant électrique dans les solutions aqueuses s'interprète par un déplacement d'ions.

➔ Chapitre 3

Constituants de l'atome : noyau et électrons. Structure locale de la matière. Les atomes et les molécules sont électriquement neutres ; l'électron et les ions sont chargés électriquement.

➔ Chapitre 2

Le courant électrique est dû à : un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant dans un métal ; des déplacements d'ions dans une solution aqueuse.

➔ Chapitre 3

TESTS DE RECONNAISSANCE DE QUELQUES IONS : comment reconnaître la présence de certains ions en solution ?

Formules des ions Na^+ , Cl^- , Cu^{2+} , Fe^{2+} et Fe^{3+} . Domaines d'acidité et de basicité en solution aqueuse. Une solution aqueuse neutre contient autant d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^- . Dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^- . Dans une solution basique, il y a plus d'ions hydroxyde HO^- que d'ions hydrogène H^+ . Les produits acides ou basiques concentrés présentent des dangers.

➔ Chapitre 4

RÉACTION ENTRE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET LE FER : quels produits sont formés ?

Les ions hydrogène et chlorure sont présents dans une solution d'acide chlorhydrique. Le fer réagit avec l'acide chlorhydrique, avec formation de dihydrogène et d'ions fer (II). Critères de reconnaissance d'une transformation chimique : disparition des réactifs et apparition de produits.

➔ Chapitre 5

APPROCHE DE L'ÉNERGIE CHIMIQUE : comment une pile électrochimique peut-elle être une source d'énergie ?

La pile est un réservoir d'énergie chimique. Lorsque la pile fonctionne, une partie de cette énergie est transférée sous d'autres formes. L'énergie mise en jeu dans une pile provient d'une réaction chimique : la consommation de réactifs entraîne l'usure de la pile.

➔ Chapitre 6

SYNTHÈSE D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE EXISTANT DANS LA NATURE : comment synthétiser l'arôme de banane ?

Il est possible de réaliser la synthèse d'espèces chimiques déjà existantes dans la nature.

CRÉATION D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE N'EXISTANT PAS DANS LA NATURE : comment créer de nouvelles espèces chimiques ?

Il est possible de réaliser la synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature. Le nylon® comme les matières plastiques sont constitués de macromolécules.

➔ Chapitre 7

B- ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN « ALTERNATIF »

DES POSSIBILITÉS DE PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ : quel est le point commun des différentes centrales électriques ?

L'alternateur est la partie commune à toutes les centrales électriques. L'énergie mécanique reçue par l'alternateur est convertie en énergie électrique. Sources d'énergie renouvelables ou non.

➔ Chapitre 8

L'ALTERNATEUR : comment produire une tension variable dans le temps ?

Un alternateur produit une tension variable dans le temps. Une tension, variable dans le temps, peut être obtenue par déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine.

TENSION CONTINUE ET TENSION ALTERNATIVE PÉRIODIQUE : qu'est-ce qui distingue la tension fournie par le secteur de celle fournie par une pile ?

Tension continue et tension variable au cours du temps. Tension alternative périodique. Période. Valeurs maximale et minimale d'une tension.

➔ Chapitre 9

L'OSCILLOSCOPE ET/OU L'INTERFACE D'ACQUISITION, INSTRUMENT DE MESURES DE TENSION ET DE DURÉE : que signifient les courbes affichées par un oscilloscope ou sur l'écran de l'ordinateur ?

Fréquence d'une tension périodique et unité, l'hertz (Hz), dans le Système international (SI). Relation entre la période et la fréquence. La tension du secteur est alternative. Elle est sinusoïdale. La fréquence de la tension du secteur en France est 50 Hz.

MESURE D'UNE TENSION : qu'indique un voltmètre utilisé en « alternatif » ?

Pour une tension sinusoïdale, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension. Cette valeur efficace est proportionnelle à la valeur maximale.

➔ Chapitre 10

LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE : que signifie la valeur exprimée en watts (W), indiquée sur chaque appareil électrique ?

Puissance nominale indiquée sur un appareil. Le watt (W) est l'unité de puissance du Système international (SI). Ordres de grandeur de puissances électriques domestiques. Pour un dipôle ohmique, $P = U \cdot I$ où U et I sont des grandeurs efficaces. L'intensité du courant électrique qui parcourt un fil conducteur ne doit pas dépasser une valeur déterminée par un critère de sécurité. Rôle d'un coupe-circuit.

➔ Chapitre 11

LA MESURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE : à quoi sert un compteur électrique ? Que nous apprend une facture d'électricité ?

L'énergie électrique E transférée pendant une durée t à un appareil de puissance nominale P est donnée par la relation $E = P \cdot t$. Le joule est l'unité d'énergie du Système international (SI).

➔ Chapitre 12

C- DE LA GRAVITATION... À L'ÉNERGIE MÉCANIQUE

NOTION DE GRAVITATION : pourquoi les planètes gravitent-elles autour du Soleil et les satellites autour de la Terre ?

Présentation succincte du système solaire. Action attractive à distance exercée par : le Soleil sur chaque planète ; une planète sur un objet proche d'elle ; un objet sur un autre objet du fait de leur masse. La gravitation est une interaction attractive entre deux objets qui ont une masse ; elle dépend de leur distance. La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxies).

POIDS ET MASSE D'UN CORPS : pourquoi un corps a-t-il un poids ? Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ?

Action à distance exercée par la Terre sur un objet situé dans son voisinage : poids d'un corps. Le poids P et la masse m d'un objet sont deux grandeurs de nature différente ; elles sont proportionnelles. L'unité de poids est le newton (N). La relation de proportionnalité se traduit par $P = mg$.

➔ Chapitre 13

ÉNERGIE MÉCANIQUE : comment évolue l'énergie d'un objet qui tombe sur Terre ?

Un objet possède : une énergie de position au voisinage de la Terre ; une énergie de mouvement appelée énergie cinétique. La somme de ses énergies de position et cinétique constitue son énergie mécanique. Conversion d'énergie au cours d'une chute.

APPROCHE DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE : de quels paramètres l'énergie cinétique dépend-elle ? Pourquoi la vitesse est-elle dangereuse ?

La relation donnant l'énergie cinétique d'un solide en translation est $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$. L'énergie cinétique se mesure en joules (J). La distance de freinage croît plus rapidement que la vitesse.

➔ Chapitre 14

Sommaire

Découvrez votre manuel

4

chimie, science de la transformation de la matière

1	Utilisation des métaux dans la vie quotidienne	6
2	Conduction électrique dans les solides	20
3	Conduction électrique dans les solutions aqueuses	34
4	Tests de reconnaissance de quelques ions	48
5	Réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique	62
5	Pile électrochimique et énergie chimique	76
7	Synthèses d'espèces chimiques	90
■	TESTS-BILANS	104

Énergie électrique et circuit électrique en « alternatif »

8	Production de l'énergie électrique	106
8	Tension continue et tension alternative	120
10	Mesure des tensions et des durées à l'oscilloscope	134
11	La puissance électrique	148
12	La mesure de l'énergie électrique	162
■	TESTS-BILANS	176

De la gravitation à l'énergie mécanique

13	Gravitation et poids	178
14	Énergie cinétique et sécurité routière	192
■	TESTS-BILANS	206

Des outils pour vous aider

1. Les unités usuelles	208	6. Mesure du pH	213
2. Les puissances de 10	209	7. Utiliser toutes les fonctions d'un multimètre	214
3. Les chiffres significatifs et les incertitudes de mesure	210	8. L'oscilloscope électronique	215
4. Le matériel de chimie et sa schématisation	211	9. Le matériel d'électricité et sa schématisation	216
5. Symboles et numéros atomiques de quelques atomes	212		

Réponses commentées aux tests QCM et tests-bilans

217

Lexique-index

221

Découvrez votre manuel

Les ouvertures de chapitre

- À gauche, une photo pour commencer à réfléchir à une question-dé du chapitre.
- À droite, trois situations pour démarrer des investigations.



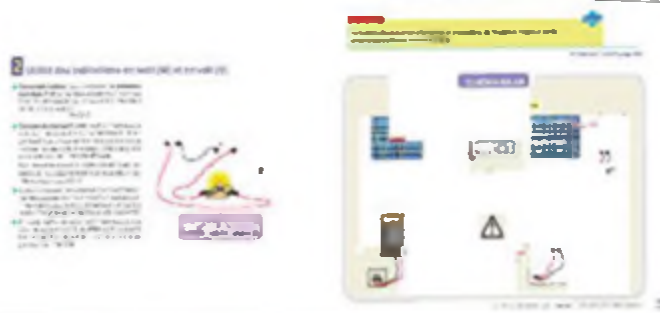
Les activités et la méthode

- Trois activités documentaires ou expérimentales, avec des aides pour schématiser les expériences.
- Une page méthode pour acquérir les savoir-faire.



L'essentiel

- Une synthèse des connaissances avec des résumés à retenir.
- Un schéma-bilan pour retenir par l'image.



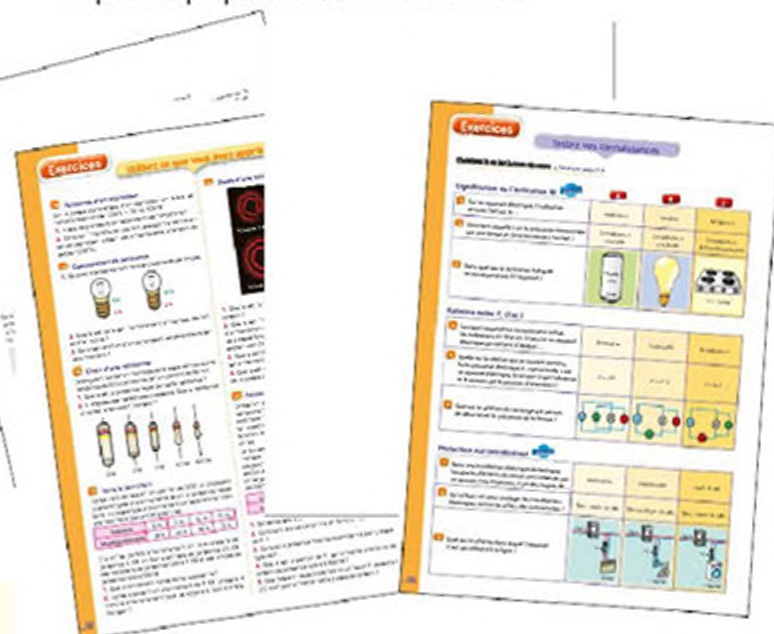
Les documents

- Pour acquérir une culture scientifique. Le site <http://vento.editions-bordas.fr> vous aidera à répondre aux questions portant le logo **62i**.



Les exercices

- Des QCM et des pages d'exercices de niveaux progressifs pour vérifier et mobiliser ses connaissances, et pour se préparer à la suite des études.



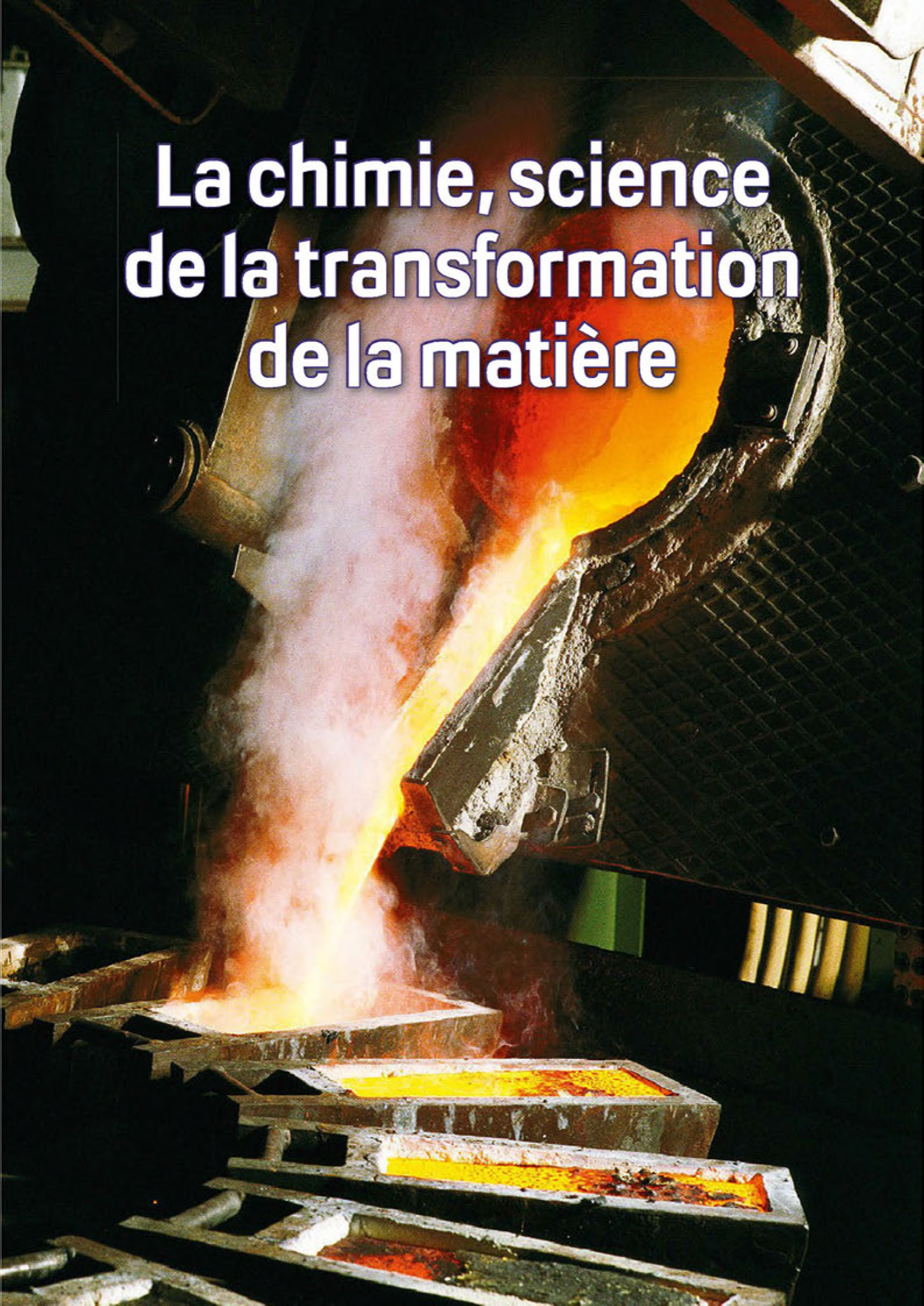
À la fin de chaque partie

- Des tests-bilans pour vérifier que vous savez utiliser les mots-clés du programme.

À la fin du manuel

- Des pages outils.
- Les corrigés des QCM et des tests-bilans.
- Un lexique.

La chimie, science de la transformation de la matière



Utilisation des métaux dans la vie quotidienne

Objectifs

- Distinguer les métaux usuels.
- Connaître le comportement de certains métaux au contact de l'air.
- Faire le lien entre les propriétés des métaux et leurs utilisations.

Pour commencer à réfléchir



Plusieurs métaux sont présents dans ces bicyclettes. Chaque métal n'a pas été choisi au hasard.

➔ Quels métaux sont présents dans une bicyclette ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Les canettes sont constituées essentiellement de fer ou d'aluminium.

🔍 Comment font ces trieurs pour distinguer les métaux constituant ces canettes ?

SITUATION 2

Ce peintre recouvre ce hauban de pont en acier d'une peinture protectrice, pour l'empêcher de rouiller.

🔍 Tous les métaux doivent-ils être protégés ?



SITUATION 3

Ces cuisiniers ont choisi d'utiliser des casseroles en cuivre dont l'intérieur est recouvert d'étain.

🔍 Pour quelles raisons utilise-t-on du cuivre et de l'étain dans la confection de ces casseroles ?



Comment reconnaître quelques métaux usuels ?

Expérimentez

- Observez l'aspect de quatre lames métalliques en zinc (Zn), en cuivre (Cu), en aluminium (Al) et en fer (Fe), de mêmes dimensions (Fig. 1). Retirez celle que l'on distingue par sa couleur.
- Approchez un aimant de chacune des lames grises (Fig. 2).
- Mesurez la masse de l'aluminium et du zinc à l'aide d'une balance électronique (Fig. 3).

Faites attention !

Vérifiez que les lames soient bien découpées, afin de voir la couleur réelle du métal.

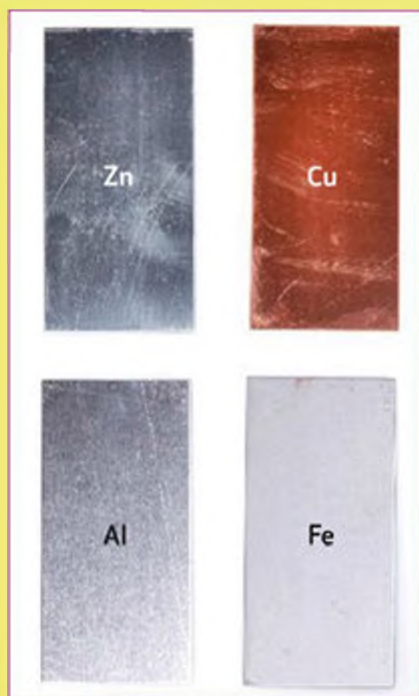


Fig. 1 Reconnaissance d'un métal par sa couleur

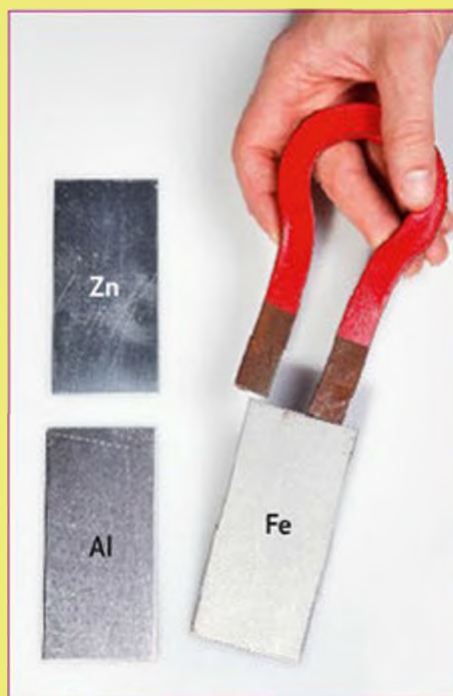


Fig. 2 Reconnaissance d'un métal par ses propriétés magnétiques



Fig. 3 Reconnaissance de l'aluminium et du zinc par pesée

Observez

1. Quel métal se distingue par sa couleur (Fig. 1) ?
2. Quel métal est attiré par l'aimant (Fig. 2) ?
3. Relevez les valeurs des masses des lames d'aluminium et de zinc (Fig. 3).

Interprétez

4. Quel est le seul métal que vous pouvez identifier grâce à sa couleur ?
5. Quel est le seul métal que vous pouvez identifier grâce à ses propriétés magnétiques (► [Coin ressource](#)) ?
6. Comment distinguer l'aluminium et le zinc (► [Coin ressource](#)) ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment reconnaître quelques métaux usuels ? »

Le coin

ressource

- Un métal a des propriétés magnétiques quand il est attiré par un aimant.
- Un métal est plus dense qu'un autre si, pour un même volume, la masse de l'un est supérieure à la masse de l'autre. Par exemple, le zinc est plus dense que l'aluminium.

Activité 2

Comment le fer et l'aluminium se comportent-ils à l'air ?

Expérimentez

- Placez un échantillon de laine de fer au fond d'une éprouvette, et un échantillon de laine d'aluminium dans une autre éprouvette.
- Placez ces éprouvettes retournées au-dessus d'un cristalliseur rempli d'eau, et remplissez-les d'environ 230 mL de dioxygène (Fig. 1).
- Après quelques jours, observez l'aspect de chaque métal puis relevez le volume final de dioxygène dans les éprouvettes (Fig. 2).

Faites attention !

Décapez le plus possible les échantillons de métal avec de la paille de fer.

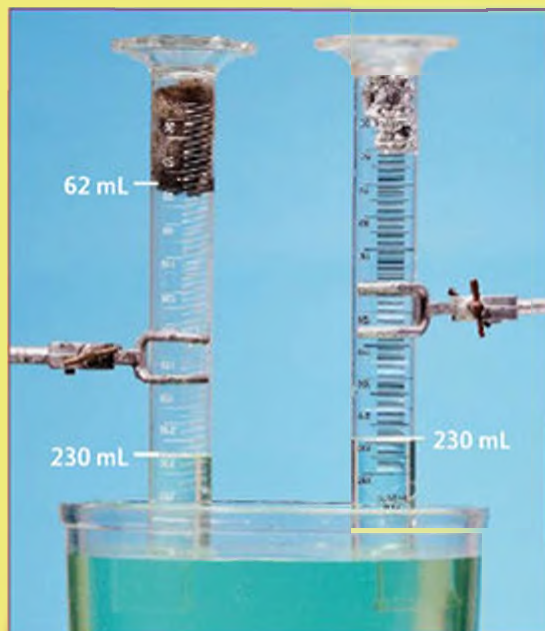


Fig. 1 Éprouvettes contenant du fer et de l'aluminium au début de l'expérience



Fig. 2 Éprouvettes contenant du fer et de l'aluminium après plusieurs jours

Observez

1. Quels sont les aspects des échantillons de métal avant et après l'expérience (Fig. 1 et 2) ?
2. Quels sont les volumes initiaux et finaux de dioxygène dans chaque éprouvette (Fig. 1 et 2) ?

Interprétez

3. Pourquoi le fer a-t-il changé d'aspect ? Pourquoi le dioxygène a-t-il disparu ?
4. Quel volume de dioxygène a disparu dans le cas du fer (Fig. 1 et 2) ? Dans le cas de l'aluminium (Fig. 1 et 2) ?
5. Pourquoi le dioxygène a-t-il disparu dans le cas du fer et pas dans le cas de l'aluminium (► **Coin ressource**) ?

Le coin

ressource

- La rouille est poreuse : les gaz et l'eau peuvent la traverser.
- L'alumine qui se forme sur l'aluminium est une couche fine, transparente et imperméable aux agents atmosphériques.

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment le fer et l'aluminium se comportent-ils à l'air ? »

Activité 3

Quelles propriétés des métaux sont utilisées dans un ordinateur ?

Étudiez des documents

Un ordinateur est constitué de plusieurs parties, comme la coque, le clavier, les câbles électriques ou les circuits imprimés. Dans toutes ces parties, on retrouve des métaux.

Selon le but recherché (solidité, légèreté, résistance à la corrosion...), le constructeur choisira parmi les métaux celui qui représente le meilleur compromis entre performances et prix de revient.

Fer

Couleur : gris.

Propriétés : grande résistance mécanique, peut être rendu inoxydable par mélange avec d'autres composants (avec du carbone, du chrome ou du nickel : on parle d'alliages).

Utilisé dans : structure, les boîtiers et les pièces qui doivent être résistantes. C'est le métal qui représente la plus grande partie de la masse d'un ordinateur, sous forme d'acier.

1

Aluminium

Couleur : gris.

Propriétés : bonne conductibilité électrique (entre le cuivre et le fer) et thermique, résistance mécanique, moins dense que les autres métaux usuels, malléabilité.

Utilisé dans : les coques des ordinateurs et des tablettes tactiles ; le radiateur des processeurs.

4

Or

Couleur : jaune.

Propriétés : un peu moins bonne conductibilité électrique que l'argent, résistance à la corrosion, malléabilité.

Utilisé dans : les microprocesseurs, les cartes-mères et les ordinateurs.

2

Argent

Couleur : gris.

Propriétés : meilleure conductibilité du courant électrique.

Utilisé dans : les touches des claviers et les circuits imprimés

3

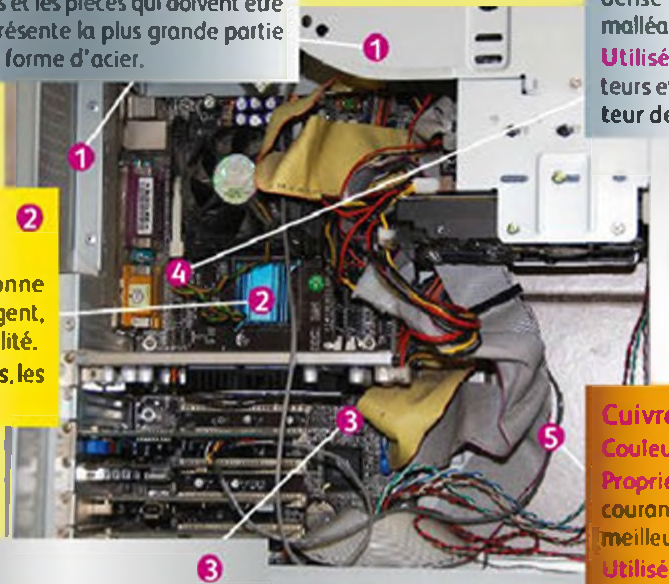
Cuivre

Couleur : orange.

Propriétés : bonne conductibilité du courant, moins bonne que l'or, mais meilleur marché ; ductilité.

Utilisé dans : les câbles électriques d'alimentation et les connexions sur les circuits imprimés, les haut-parleurs et les adaptateurs.

5



Extrayez des informations

1. Quel est le métal présent en plus grande quantité dans un ordinateur ?
2. Quelles sont les propriétés de l'aluminium ?
3. Quels composants d'un ordinateur contiennent du cuivre ?

Exploitez des informations

4. Classez les métaux cités du meilleur conducteur au moins bon conducteur.
5. Pourquoi parle-t-on de « compromis » lors du choix d'un métal pour un composant de l'ordinateur ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelles propriétés des métaux sont utilisées dans un ordinateur ? »

Vocabulaire

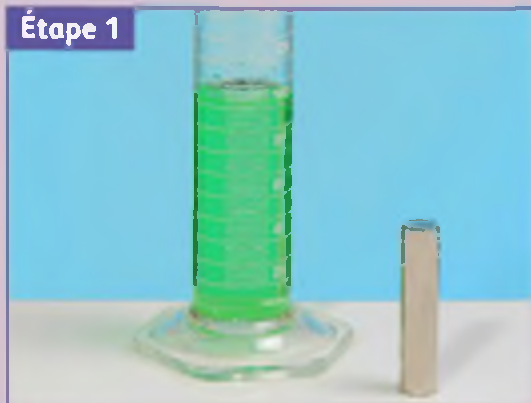
- **Malléabilité** : propriété de pouvoir être étiré en feuilles.
- **Ductilité** : propriété de pouvoir être étiré en fils sans rompre.

Déterminer la masse de 1 cm³ de métal

Déterminons la masse de 1 cm³ de zinc. En procédant de même avec d'autres métaux, on peut alors les distinguer.

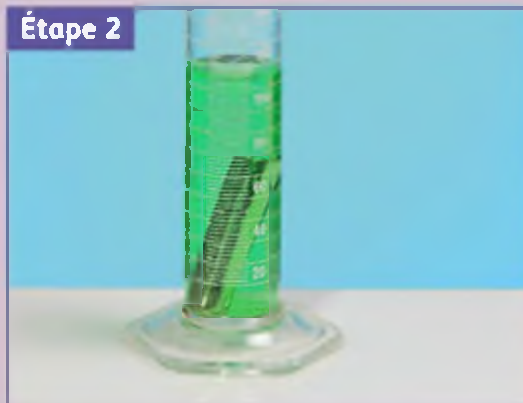
A. Mesure du volume

Étape 1



- Prenons un cylindre de zinc.
- Prenons une éprouvette graduée.
- Versons un volume d'eau de 100 mL afin de recouvrir le cylindre.

Étape 2



- Plaçons le cylindre dans l'éprouvette. Relevons le niveau final de l'eau : ici, 114 mL.
- Le volume de l'objet se détermine en effectuant la différence des volumes : $114 - 100 = 14 \text{ mL} = 14 \text{ cm}^3$.

B. Mesure de la masse

Étape 3



- Utilisons une balance électronique.
- Appuyons sur le bouton TARE et attendons que l'écran affiche 0.

Étape 4



- Plaçons le cylindre sur le plateau de la balance.
- Relevons la masse : ici 100 g. Un volume de 14 cm³ du métal a pour masse 100 g.
- Donc un volume de 1 cm³ possède une masse 14 fois plus faible. On trouve donc $100/14 = 7,1$, soit 7,1 g.



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

1 Comment choisit-on le volume d'eau à verser ? → Étape 1

2 Vous lisez sur l'éprouvette un volume de 114 mL. Que représente ce volume ? → Étape 2

3 Si la balance affichait 1, quelle pourrait en être la cause ? → Étape 3

4 Quelle serait la masse d'un cylindre de 9,3 cm³ du même métal ? → Étape 4

1 Distinction des métaux

→ Activité 1

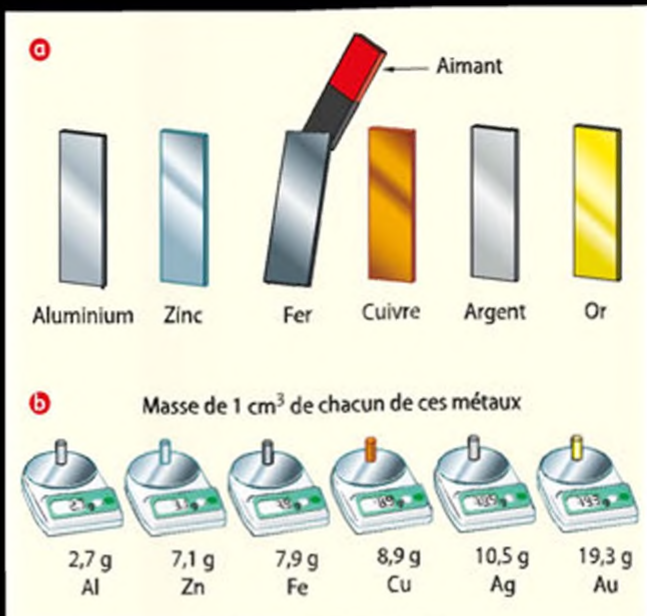
On peut distinguer les métaux par leur couleur, leurs propriétés magnétiques ou leur densité.

Les métaux ne possèdent pas tous la même couleur : le fer, le zinc, l'aluminium, l'argent sont gris, le cuivre est orange, l'or est jaune **a**

Le fer possède des propriétés magnétiques : il est attiré par un aimant **a**

Remarque. Le cobalt et le nickel sont eux aussi attirés par un aimant.

Des volumes identiques de métaux différents ont des masses plus ou moins grandes. On dit que les métaux sont plus ou moins denses **b**



À retenir

Les métaux peuvent être distingués grâce à leur couleur, leurs propriétés magnétiques ou leur densité.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 16

2 Comportement des métaux à l'air

→ Activité 2

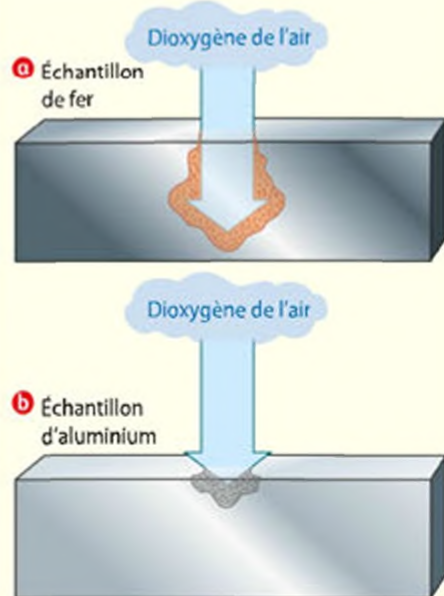
Sous l'action des agents atmosphériques (dioxygène, eau, dioxyde de carbone...), certains métaux s'altèrent à l'air : c'est la corrosion.

En présence d'eau, le fer réagit avec le dioxygène. Il se forme alors de la rouille. C'est une couche peu adhérente et poreuse : cette corrosion du fer se poursuit en profondeur **a**

L'aluminium réagit avec le dioxygène. Il se forme de l'alumine : c'est une pellicule imperméable et adhérente, protégeant le métal **b**

L'or, l'argent et le platine sont des métaux nobles : ils ne subissent pas de corrosion en profondeur.

Remarque. L'argent se corrodé en surface, mais pas l'or.



À retenir

Au contact de l'air, certains métaux s'altèrent complètement (le fer rouille), faiblement (l'aluminium, le zinc, le cuivre, l'argent), ou pas du tout (l'or).

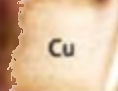
→ Exercices 4, 5 et 6, page 16

3 Propriétés des métaux

→ Activité 3

- Les métaux possèdent des **propriétés communes** :
 - l'éclat métallique (ex. : acier dans la fabrication des miroirs) ;
 - la conduction de la chaleur (ex. : cuivre des casseroles) ;
 - la conduction du courant électrique (ex. : cuivre dans les fils de connexion) ;
- Les métaux possèdent des **propriétés spécifiques** :
 - la densité (voir paragraphe 1) ;
 - la température de fusion (voir tableau) ;
 - la malléabilité ou capacité d'être étiré en feuilles (ex. : le zinc pour les toitures) ;
 - la ductilité ou capacité d'être étiré sans casser (ex. : l'or).

Chacune de ces propriétés correspond à une utilisation appropriée de chaque métal.

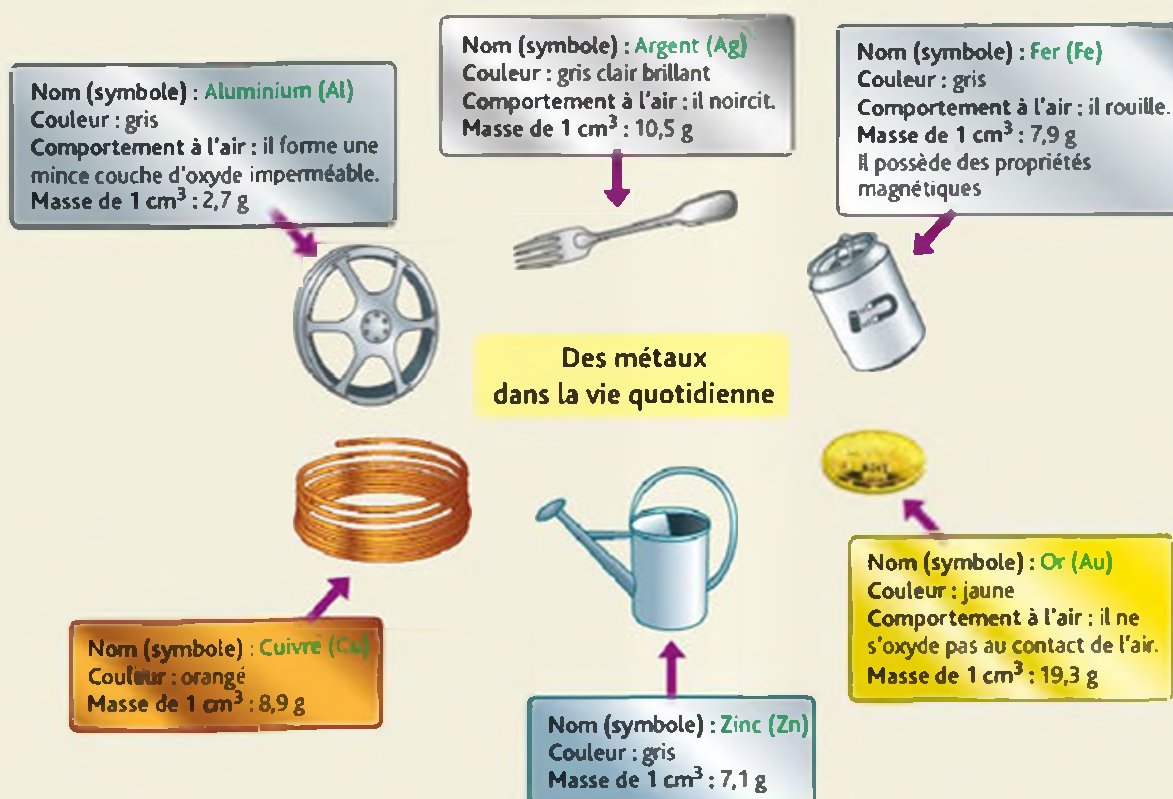
Métal	Exemples de propriétés (Comportement dans l'air)	Température de fusion (°C)
Al 	Faible densité (S'oxyde en surface)	660
Zn 	Malléable (S'oxyde en surface)	420
Fe 	Résistance mécanique (S'oxyde en profondeur)	1 535
Cu 	Bon conducteur de la chaleur et de l'électricité (S'oxyde en surface)	1 084
Ag 	Réfléchissant (S'oxyde en surface)	961
Au 	Inaltérable, ductile (Ne s'oxyde pas)	1 064

À retenir

Les propriétés d'un métal sont à l'origine de son utilisation.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 16

SCHEMA-BILAN



Histoire des arts

Le travail des métaux, c'est tout un art !



Fig. 1

Les débuts des métaux dans l'art

Depuis l'Antiquité, le travail des métaux est réputé comme un art. La tâche des forgerons consiste à chauffer un métal, puis à le marteler jusqu'à lui donner la forme souhaitée. À cette époque, peu de métaux sont connus : le plomb, le cuivre, l'or, l'argent, l'étain et le fer. Ce dernier est, vers 2000 av. J.-C., considéré comme un métal précieux.

Dès le III^e millénaire av. J.-C., les métaux sont également utilisés pour réaliser des sculptures. L'artiste réalise un modèle en cire qu'il recouvre d'argile. En cuisant le tout, l'argile durcit et la cire est évacuée par un orifice : on obtient un moule de la sculpture. Enfin, on verse dans ce moule un métal en fusion, en général du bronze. Une fois le métal refroidi, on brise le moule et la « sculpture » en métal est terminée (Fig. 1).

Un peu de finesse

L'or est employé en dorure d'art. On utilise la malléabilité du métal, c'est-à-dire sa capacité à être transformé en très fines feuilles. Ces feuilles sont appliquées au pinceau tant elles sont fines et fragiles : 125 nm ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$) d'épaisseur seulement ! Dans les livres, on réalise ainsi les enluminures les plus luxueuses.

L'or peut aussi être appliqué sur des bâtiments pour donner de l'éclat aux décorations, car il réfléchit la lumière durablement. En effet, il ne subit pas de corrosion. On peut aussi l'appliquer sur des sculptures, ce qui les protège du vieillissement (Fig. 2).



Fig. 2 Statue de la Bonne Mère sur la basilique Notre-Dame-de-la-Garde, à Marseille.

- 1 Quels sont les métaux utilisés dans l'Antiquité ?
- 2 Quel métal peut être utilisé dans des enluminures ?
- 3 Pourquoi faut-il chauffer les métaux dans les métiers de la forge ?
- 4 B2i Recherchez la composition du bronze et deux artistes l'ayant utilisé en sculpture, à la Renaissance et au XX^e siècle.

Les inox

On appelle inox les aciers inoxydables. Ce sont des alliages dans lesquels on trouve :

- du fer : c'est le principal constituant de l'alliage ;
- du chrome : au moins 12 %, c'est lui qui rend l'alliage moins sensible à la corrosion ;
- du nickel, qui améliore la ductilité ;
- du carbone : moins de 1 %. Il confère pourtant aux aciers leurs qualités propres : dureté, résistance aux chocs et élasticité !

Sur les inox sont gravées des indications quant à leur teneur en chrome et en nickel. Par exemple, 18/10 signifie que l'alliage contient 18 % de chrome et 10 % de nickel.

En langue anglaise, un acier inoxydable est dit *stainless* ce qui signifie « sans tache » – sous-entendu sans tache de corrosion. L'inox est de ce fait très apprécié dans les domaines où la propreté est un enjeu majeur, comme la santé ou l'alimentaire (Fig. 3).



Fig. 3

- 1 Quelle est la quantité minimale de chrome dans un acier inox ?
- 2 Pourquoi l'inox est-il utilisé dans les lieux nécessitant une grande propreté ?
- 3 **B2i** Recherchez quelles propriétés d'un acier sont modifiées lorsqu'on lui ajoute du cuivre ou du tungstène.

Santé

La biocompatibilité



Fig. 4 Une prothèse du col du fémur en titane.

Lorsqu'un organe est endommagé, il est parfois nécessaire de procéder à son remplacement par une prothèse en céramique, en matières plastiques ou en métal, comme l'acier ou le titane.

Chaque fois que l'on implante un corps étranger dans un patient, il faut s'assurer de sa biocompatibilité, c'est-à-dire de sa capacité à être toléré par l'organisme d'accueil. Pour être biocompatible, un métal doit supporter le contact prolongé avec les liquides. Il ne doit pas se dégrader trop vite, sous peine d'avoir à procéder à des opérations à répétitions pour le remplacer. Par exemple, une prothèse fémorale en métal a, de nos jours, une durée de vie de quinze ans.

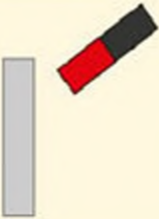
Dans les articulations, le métal choisi doit aussi être résistant aux frottements : de petits éclats de métal ne doivent pas s'échapper dans le corps et créer, par exemple, des hémorragies internes ou des réactions allergiques.

Pour ces raisons, le titane est actuellement l'un des métaux les plus utilisés (Fig. 4).

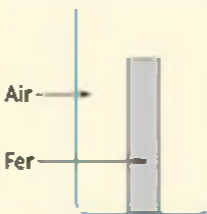
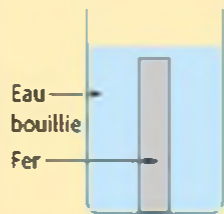
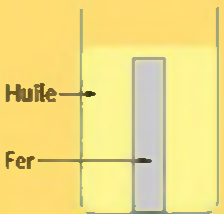
- 1 Qu'est-ce que la biocompatibilité ?
- 2 Pourquoi parle-t-on de résistance aux liquides pour un métal biocompatible ?
- 3 **B2i** Recherchez deux autres métaux utilisés en médecine pour leur biocompatibilité, et un métal utilisé pour ses propriétés antibiotiques.

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 217

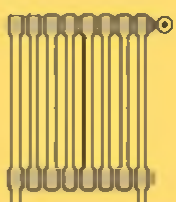
Distinction des métaux

	A	B	C
1 On peut distinguer un métal par...	sa couleur	ses propriétés magnétiques	sa densité
2 Quel métal possède des propriétés magnétiques ?	L'or	Le fer	Le cuivre
3 Laquelle de ces plaques est en zinc ?			

Corrosion des métaux

4 Certains métaux s'altèrent au contact...	du diazote	du dioxygène	de l'eau
5 Comment s'appelle le produit de la corrosion du fer ?	La corrosion	L'alumine	La rouille
6 Dans quel(s) cas le fer subira-t-il une corrosion ?			

Propriétés des métaux usuels

7 Tous les métaux sont...	inoxydables	magnétiques	conducteurs de l'électricité
8 Qu'est-ce que la ductilité ?	La capacité d'un métal à être étiré sans casser	La capacité d'un métal à être étiré en feuilles	La capacité d'un métal à résister à la rupture
9 Pour quel objet a-t-on utilisé la malléabilité du métal qui le compose ?			

Avez-vous compris l'essentiel ?

Identification des métaux

10 Couleur des métaux

Observez les différents échantillons métalliques ci-dessous.



Pour chaque question, justifiez votre réponse.

1. Quel lingot est en cuivre ?
2. De quel métal est constitué le lingot jaune ?
3. Quel pourrait être le métal constituant le dernier lingot ?

11 Comparaison des masses

Voici plusieurs objets, dont on donne les volumes et les masses.

	Masse	Volume
	0,074 kg	7 cm ³
	280 g	35 cm ³
	189 g	70 cm ³

L'aluminium est moins dense que le fer, lui-même moins dense que l'argent.

Identifiez le métal constituant chaque objet en indiquant votre raisonnement.

Corrosion des métaux

12 Comparaison du fer et de l'aluminium

Observez ces deux objets laissés quelques temps à l'air libre.



1. Quel objet est en aluminium ? Lequel est en fer ?
2. Quel est le produit formé lors de la corrosion du fer ? Lors de la corrosion de l'aluminium ?
3. Pourquoi un objet en fer exposé à l'air se corrompt-il entièrement ? Pourquoi n'est-ce pas le cas d'un objet en aluminium ?

13 Corrosion du fer

Pour éviter la corrosion du fer à l'air libre, on recouvre souvent ce métal d'une couche d'huile, comme par exemple cet engrenage.

1. Quels sont les réactifs de la corrosion du fer ?
2. Comment l'huile permet-elle d'éviter la corrosion du fer ?



Propriétés des métaux

14 Réalisation d'objets

Quelles propriétés du cuivre sont à l'origine de son utilisation dans :

1. les câbles électriques ?
2. les casseroles ?

Complétez votre réponse à l'aide du lexique suivant.

- a. Malléabilité : propriété d'un métal que l'on peut étendre en feuilles.
- b. Ductilité : propriété d'un métal que l'on peut étirer sans qu'il se rompe.
- c. Conductibilité thermique : propriété de transmettre la chaleur.
- d. Conductibilité électrique : propriété de transmettre le courant électrique.

15 Choix du métal

La photographie suivante présente des couverts en argent.



1. Pourquoi doit-on fréquemment nettoyer les couverts en argent ?
2. Pourquoi peut-on aussi réaliser des couverts en inox ? Justifiez.

Exercices

utilisez ce que vous avez appris

16 Quel métal choisir ?

Voici les cartes d'identité de deux métaux.

Une table de cuisson électrique est en acier (alliage contenant essentiellement du fer), le film alimentaire est réalisé en aluminium.

1. Justifiez le choix du métal pour la réalisation de ces objets.

2. a. Quel métal choisir pour la fabrication d'un panneau de signalisation ?

b. Quelle propriété du métal justifie votre choix ?

Nom : **Aluminium**

Couleur : argenté

Comportement à l'air : il forme une mince couche d'oxyde imperméable protectrice

Température de fusion : 660 °C

Autres : malléable (on peut l'aplatir en feuilles) ; bon conducteur de chaleur



Nom : **Fer**

Couleur : gris

Comportement à l'air : il rouille

Température de fusion : 1 535 °C

Autres : bon conducteur de chaleur



17 Une voiture qui fait peau neuve !

En jouant avec sa petite sœur, Kevin a fait une éraflure sur la voiture toute neuve de son père.

Son père est très en colère : « Je vais payer avec ton argent de poche pour faire repeindre la voiture ! »

– Repeindre la voiture, pour une si petite éraflure ! » se dit Kevin.



1. Dans quel métal les carrosseries de voitures sont-elles fabriquées ?

2. Quel est le rôle de la peinture ?

3. Expliquez pourquoi il vaut mieux repeindre la voiture.

18 Trier les métaux

Leïla a récupéré ces canettes de boissons.



1. À quelle famille appartiennent les matériaux traditionnellement utilisés pour la fabrication de ces canettes ?

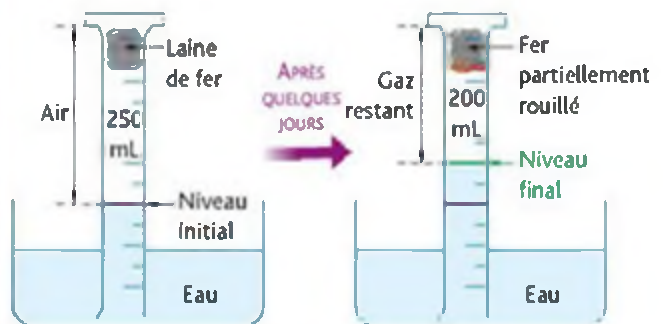
2. Indiquez laquelle des canettes précédentes est en fer et laquelle est en aluminium.

3. Comment Leïla pourra-t-elle les distinguer ?

19 L'air que l'on respire

La rouille se forme lorsque du fer se trouve en contact avec du dioxygène et de l'eau.

On a réalisé l'expérience suivante.



1. Quels sont les deux principaux constituants de l'air ?

2. Quel gaz intervient dans la formation de la rouille ?

3. Quel volume de gaz a disparu ?

4. Calculez la proportion de gaz disparu dans l'air de l'éprouvette. Quel est ce gaz ? Quel est le gaz restant dans l'éprouvette ?

5. Dédisez des réponses précédentes la composition de l'air en volume.

20 Des alliages drôlement utiles !

Ce document présente trois alliages.

Nom	Duralumin	Acier inox	Laiton
Composition en masse (limitée aux principaux constituants)	Aluminium 94 % Cuivre 4 %	Fer 73 % Chrome 18 % Nickel 8 %	Cuivre 60 % Zinc 30 %
Propriétés caractéristiques	Dur et léger	Inoxydable	Dur, fusible, se moule bien
Exemple d'usage	 Aéronautique	 Autocuiseur	 Robinet

1. Qu'est-ce qu'un alliage et quel est son intérêt ?

2. Justifiez l'emploi des alliages dans ces exemples.

21 Le lingot d'or

Lors de la Seconde Guerre mondiale, la réserve d'or des États-Unis située à fort Knox a abrité jusqu'à 20 205 t d'or. La masse de 1 cm³ d'or est de 19,3 g.



1. Calculez le volume d'un lingot d'or de 1 kg.
2. Combien de lingots d'or de 1 kg représentait la réserve de Fort Knox pendant la Seconde Guerre mondiale ?
3. Quel volume de métal se trouvait dans cette réserve ?

22 In English

In 1810, an Englishman, Peter Durand, received a patent from King George III to make food containers out of iron-plated cans. In those days, cans were made of iron and coated with a thin layer of tin.

The 2nd of September 2010 was the 75th anniversary of the first can (see opposite).

1. What metal were the first cans made of ?
2. What is the French for « iron » and for « tin » ?
3. Why were cans coated with a thin layer of tin ?

WEP ! Layer : couche ;
patent : brevet.



23 ... Vers la Seconde

Au Myanmar (anciennement Birmanie), un rocher est recouvert de feuilles d'or. Les feuilles d'or utilisées ont pour dimensions :

80 mm × 80 mm × 125 nm.

1. En assimilant ce rocher à une sphère de 15 m de circonférence, calculez son rayon R , puis la surface S de cette sphère ($S = 4\pi R^2$).
2. Évaluez le nombre de feuilles d'or nécessaires pour le recouvrir entièrement.
3. Calculez le volume d'or nécessaire à la dorure du rocher.
4. Sachant que 1 cm³ d'or a pour masse 19,6 g, quelle masse d'or a été employée pour recouvrir ce rocher ?



Devenez un expert !

24 Une affaire en or ?

Delphine retrouve parmi ses bijoux un bracelet lui venant de sa tante. Elle voudrait savoir s'il s'agit d'or ou de plaqué or, sans avoir besoin de se déplacer à la bijouterie.

« Avec tes ustensiles de cuisine, je peux te dire si ton bracelet est en or. » lui dit sa sœur Aurélie.

Avec une balance, elle trouve une masse de 61,8 g.



Votre mission Trouvez si le bijou est en or ou en plaqué or.

VOS INDICES : 1 cm³ d'or a pour masse 19,3 g.

25 Or rouge

Jean a acheté pour sa fiancée un bracelet en or rouge constitué de 6,70 cm³ d'un alliage d'or et de cuivre. Sur le certificat figurent les indications : or pur : 3,89 cm³ ; cuivre : 2,81 cm³.

Sa fiancée s'interroge sur le poids en carats de cette bague. Jean ne connaît pas la réponse et vous la demande.



Votre mission Que lui répondez-vous ?

VOS INDICES :

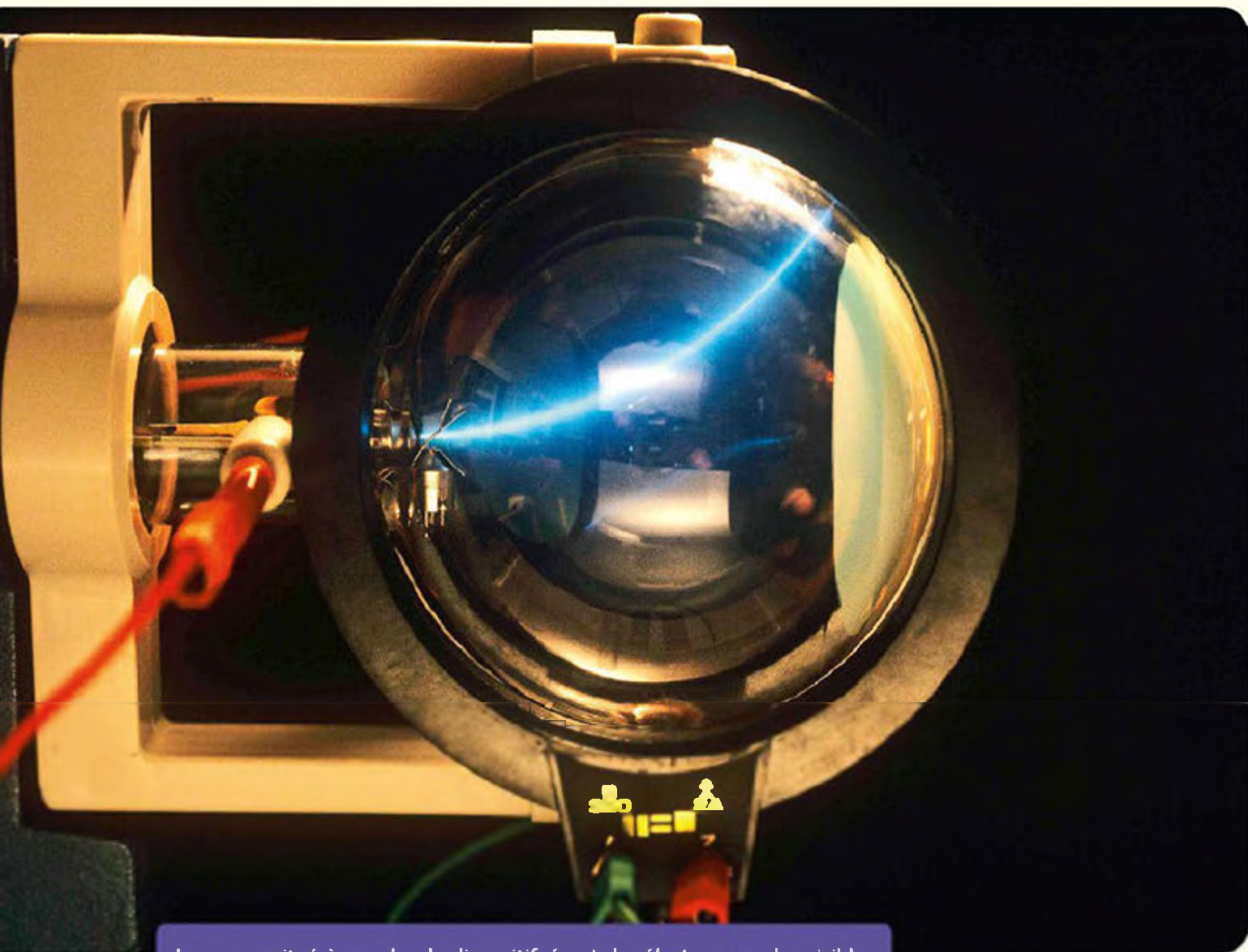
- Masse de 1 cm³ d'or : 19,3 g.
- Masse de 1 cm³ de cuivre : 8,9 g.
- De l'or à 15 carats signifie que dans 24 g d'alliage, on trouve 15 g d'or pur.

Conduction électrique dans les solides

Objectifs

- Comparer le caractère conducteur de différents solides.
- Interpréter la conduction électrique des métaux.
- Connaître la constitution d'un atome.

Pour commencer à réfléchir



Le canon, situé à gauche du dispositif, émet des électrons rendus visibles par fluorescence d'un gaz. Ces électrons sont déviés en passant entre une plaque chargée positivement et une plaque chargée négativement.

🔧 Pourquoi les électrons sont-ils déviés vers une des plaques ?

Pour démarrer des investigations

SITUATION 1

Ces techniciens enterrent une ligne électrique au lieu de la monter sur des pylônes.

- Pourquoi les fils enterrés ont-ils une gaine, alors que les fils sur les pylônes n'en ont pas ?



« Le courant électrique est dû à deux fluides, l'un positif et l'autre négatif, qui circulent en sens contraire »

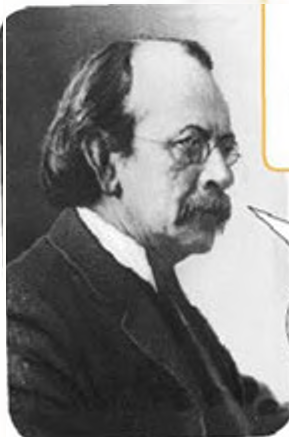
SITUATION 2

Ampère propose, par convention, que le sens du courant correspond à la circulation du fluide positif, celui qui part de la borne positive du générateur vers la borne négative.

- Le sens conventionnel du courant est-il le même que le sens de déplacement des électrons ?



André-Marie Ampère
1775-1836



Joseph John Thomson
1856-1940

« Le courant électrique est dû à un déplacement d'électrons ! »

SITUATION 3

Selon Georges Charpak, prix Nobel de physique : « La matière est composée d'atomes, eux-mêmes constitués de noyaux entourés d'un cortège d'électrons. »

- Comment a-t-on pu déterminer la structure de l'atome ?



Activité 1

Tous les solides conduisent-ils le courant électrique ?

Expérimentez

- Réalisez un circuit comportant (Fig. 1) :
 - un générateur,
 - une lampe,
 - un objet métallique placé entre deux pinces crocodiles (tige ou plaque de cuivre, de fer ou d'aluminium),
 - un ampèremètre.
- Fermez le circuit et relevez les indications de l'ampèremètre (Fig. 1).
- Remplacez l'objet métallique par d'autres objets non métalliques (tige de verre, de matière plastique, morceau de sucre...) (Fig. 2).
- Fermez le circuit et relevez les indications de l'ampèremètre (Fig. 2).

Faites attention !

Reliez la borne COM de l'ampèremètre à la borne – du générateur, et la borne mA au fil par lequel le courant arrive. Veillez à sélectionner le calibre adapté.

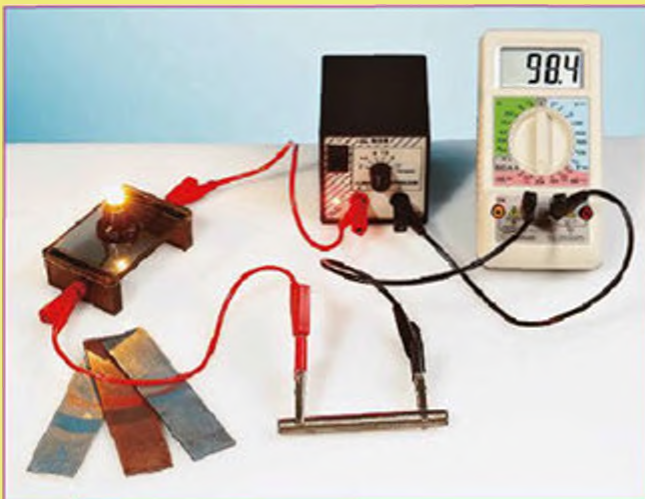


Fig. 1 Tests de passage du courant dans une tige de fer

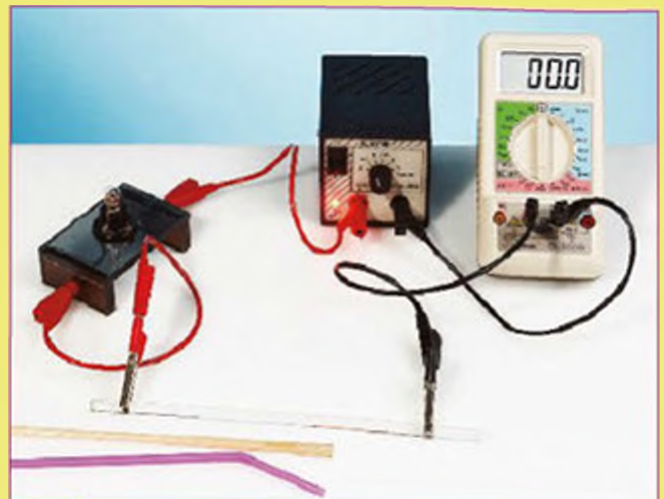


Fig. 2 Tests de passage du courant dans une baguette de verre

Observez

1. Quels sont l'état de la lampe et l'indication de l'ampèremètre (Fig. 1) ?
2. Quels sont l'état de la lampe et l'indication de l'ampèremètre (Fig. 2) ?

Interprétez

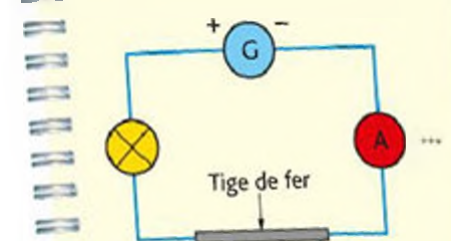
3. Reproduisez le schéma de la figure 1 en y indiquant l'intensité (► Pour vous aider).
4. Schématisez la figure 2 en y indiquant l'intensité.
5. Que peut-on dire des matériaux métalliques ? Comment les qualifie-t-on ?
6. Même question pour les matériaux non métalliques.

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Tous les solides conduisent-ils le courant électrique ? »

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma correspondant à la figure 1 :



Comment a-t-on découvert l'électron ?

Étudiez un document

- Vers la fin du XIX^e siècle, les lois et les principales applications du courant électrique étaient connues, mais sa nature restait mystérieuse.
- En 1871, le chercheur britannique W. Crookes réalise une expérience avec une ampoule de verre comportant deux tiges métalliques entre lesquelles il applique une tension de plusieurs milliers de volts (Fig. 1). Faisant le vide dans l'ampoule, il observe que le verre devient fluorescent à l'extrémité opposée à la tige métallique. Cette tige est reliée à la borne négative, appelée cathode.

La formation de l'ombre d'une croix placée dans le tube lui permet de comprendre que ces « rayons » sont constitués de particules se propageant en ligne droite à partir de la cathode (Fig. 2).

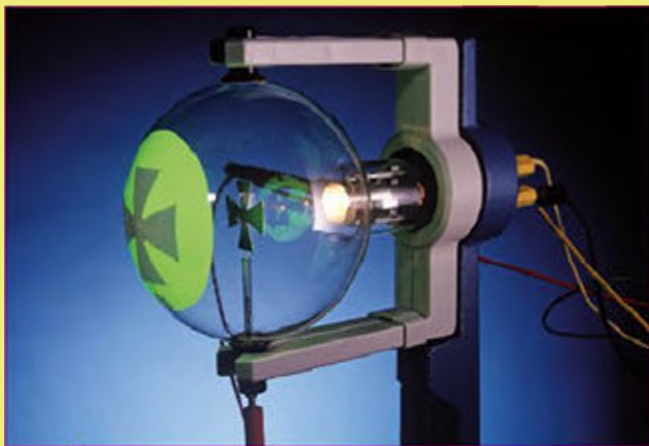


Fig. 1 Expérience de Crookes

- En 1895, le physicien français Jean Perrin observe que ces rayons « cathodiques » sont déviés par un corps électrisé, et il démontre ainsi qu'ils transportent de l'électricité négative.

Puis en 1897, J.J. Thomson, physicien britannique, prouve que ces rayons sont formés de particules extrêmement petites et légères dont il mesure la masse : ce sont les électrons, qui font partie des constituants de tous les atomes.

- Aujourd'hui, on sait que le courant électrique dans les conducteurs est un déplacement d'électrons de la borne négative du générateur vers la borne positive.



Fig. 2

Extrayez des informations

1. Qu'observe-t-on sur le verre, à l'extrémité de la cathode (Fig. 1 et 2) ?
2. Quelle expérience, complémentaire à l'expérience de Crookes, Jean Perrin a-t-il effectuée ?

Interprétez

3. Qu'a déduit Crookes de ses observations de l'ampoule de verre (► Coin ressource) ?
4. Pourquoi observe-t-on une ombre ayant une forme de croix ?
5. Comment J. Perrin a-t-il déduit le signe des particules des rayons « cathodiques » ?

Le coin

ressource

- Le choc des électrons sur le verre provoque sa fluorescence.

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment a-t-on découvert l'électron ? »

Comment a-t-on eu l'idée d'un modèle de l'atome ?

Étudiez un document

- En 1909, le physicien britannique Ernest Rutherford fabrique un dispositif destiné à étudier la structure de l'atome (Fig. 1) :
 - un émetteur radioactif émettant des particules α (alpha) chargées positivement et bombardant une feuille d'or constituée de 1 000 couches d'atomes ;
 - un détecteur placé sur un microscope pouvant tourner autour de la feuille d'or, enregistrant le choc des particules après la traversée de la feuille.
- Il observe (Fig. 2) que :
 - la majorité des particules α , qui sont plus petites que les atomes d'or, traversent la feuille sans être déviées et sans la trouer ;
 - une très faible minorité de particules semblent « rebondir » et se diriger dans différentes directions.
- À la suite de cette expérience, Rutherford propose un modèle planétaire pour représenter l'atome : les électrons, chargés négativement, tournent à très grande distance autour du noyau concentrant la masse de l'atome. Le noyau est chargé positivement.

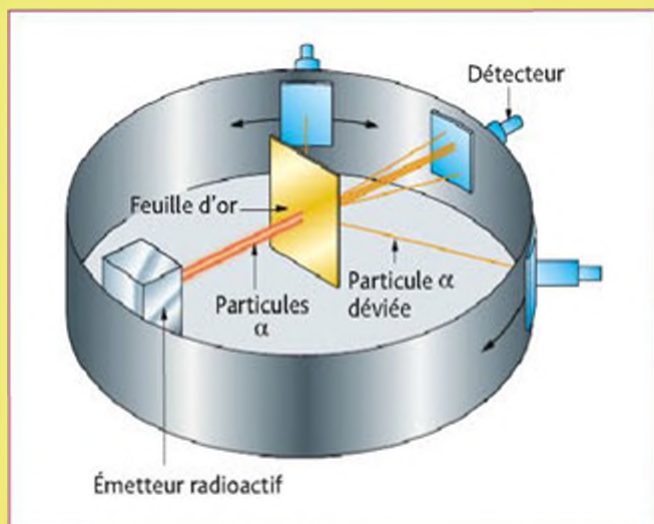


Fig. 1 Schéma du dispositif de l'expérience de E. Rutherford

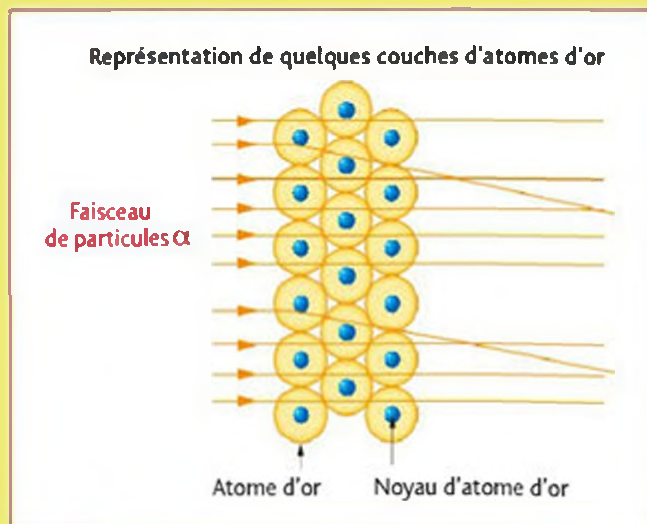


Fig. 2 Représentation du trajet des particules α traversant la feuille d'or

Extrayez des informations

1. Quel est le signe des particules α ?
2. Que deviennent les particules α après bombardement de la feuille d'or ?
3. Quel type de charge électrique est porté par le noyau ?

Interprétez

4. Pourquoi certaines particules α sont-elles déviées et d'autres pas ?
5. Rutherford a choisi le terme « lacunaire » en faisant référence à la structure de l'atome. Selon vous, pour quelle raison ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment a-t-on eu l'idée d'un modèle de l'atome ? »



Mettre en évidence les deux sortes d'électricité

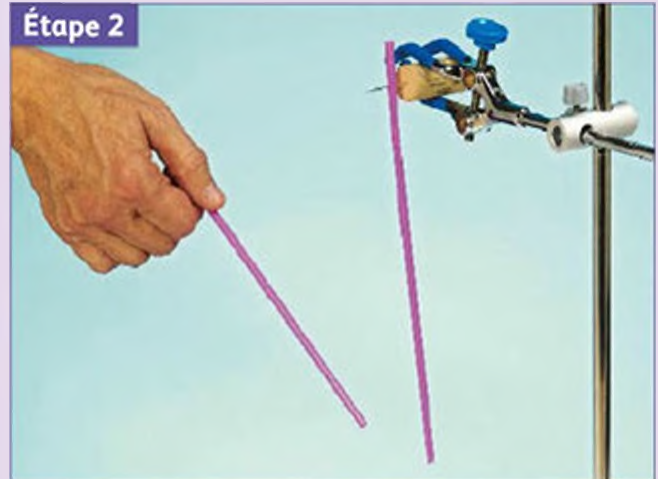
Un corps frotté attire les objets légers : on dit qu'il est électrisé.
Montrons qu'il existe deux sortes d'électricité.

Étape 1



- Électrisons une paille en matière plastique, en la frottant avec un mouchoir en papier. Par convention, l'électricité portée par le plastique est dite négative.
- La paille électrisée attire les corps légers.

Étape 2



- Suspendons la paille électrisée.
- Approchons une autre paille électrisée identique.
- La paille suspendue est repoussée.

Étape 3



- Électrisons une tige de verre, en la frottant avec un linge. Par convention, l'électricité portée par le verre est dite positive.
- La tige en verre attire des corps légers.

Étape 4



- Approchons la tige de verre électrisée de la paille électrisée.
- La paille suspendue est attirée.



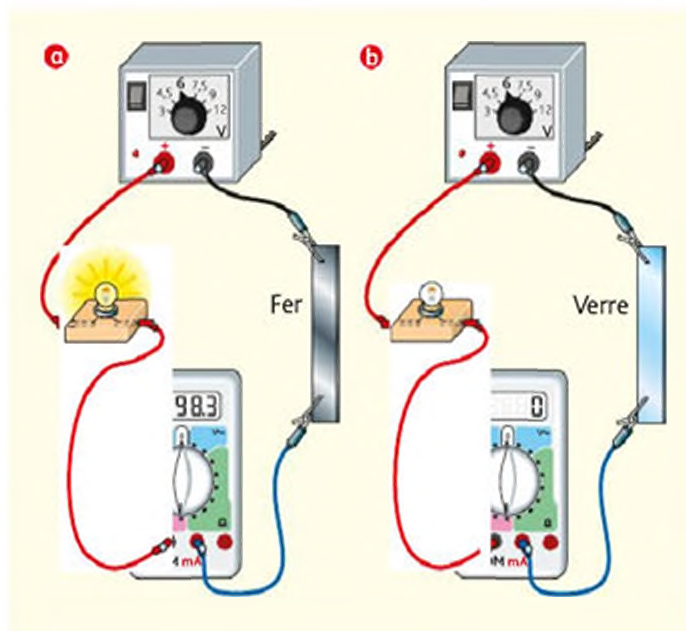
Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

- 1 Comment électrise-t-on une paille ?
→ Étape 1
- 2 Que se passe-t-il lorsqu'on rapproche des corps chargés de la même électricité ?
→ Étape 2
- 3 Comment électrise-t-on une baguette de verre ? → Étape 3
- 4 Que se passe-t-il lorsqu'on rapproche des corps chargés d'électricités différentes ?
→ Étape 4

1 La conduction électrique dans les solides

→ Activité 1

- Dans le circuit **a**, la lampe est allumée et l'intensité est non nulle. Le fer, comme tous les métaux, laisse passer le courant électrique. Ce sont des **conducteurs électriques**.
- Dans le circuit **b**, la lampe est éteinte et l'intensité est nulle. Le verre, comme le bois ou les matières plastiques, ne laisse pas passer le courant électrique. Ce sont des **isolants**.



À retenir

Tous les métaux conduisent le courant électrique, contrairement à d'autres solides qui sont dits isolants.

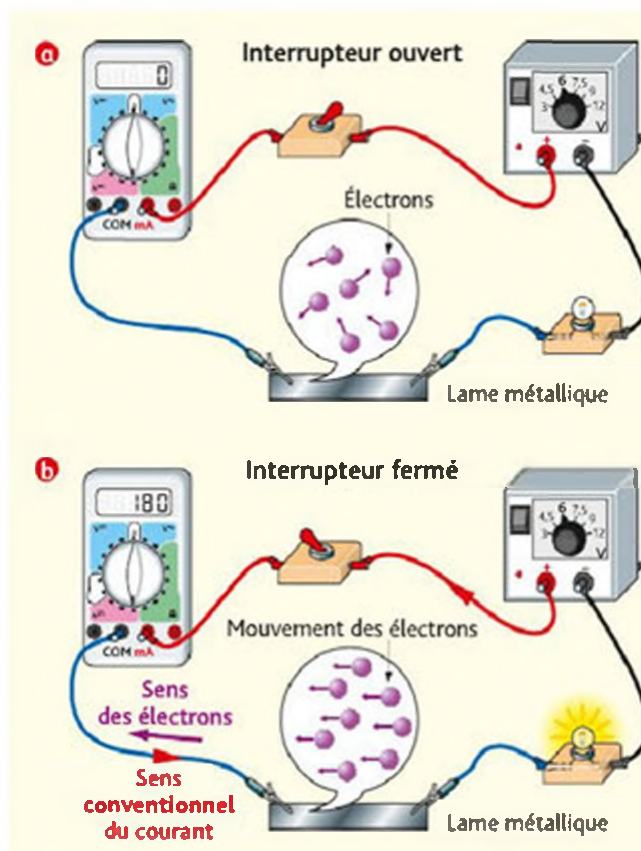
SOCLE

→ Exercices 1, 2 et 3, page 30

2 La conduction électrique dans les métaux

→ Activité 2

- Comme dans toute matière, les métaux contiennent de minuscules particules chargées d'électricité négative, que l'on appelle **électrons**. Certains de ces électrons sont **libres** de se déplacer **a**. Leur mouvement est désordonné.
- Sous l'action d'une tension électrique appliquée entre deux points d'un métal, les électrons libres prennent un **mouvement d'ensemble**. Ils se déplacent dans le **sens opposé** au sens conventionnel du courant c'est-à-dire de la borne - à la borne + du générateur **b**.
- Les isolants possèdent, eux aussi, des électrons mais ils ne sont pas libres de se déplacer. Le courant électrique ne peut donc pas passer.



À retenir

Dans les métaux, le courant électrique est dû à un déplacement d'électrons dans le sens inverse du sens conventionnel.

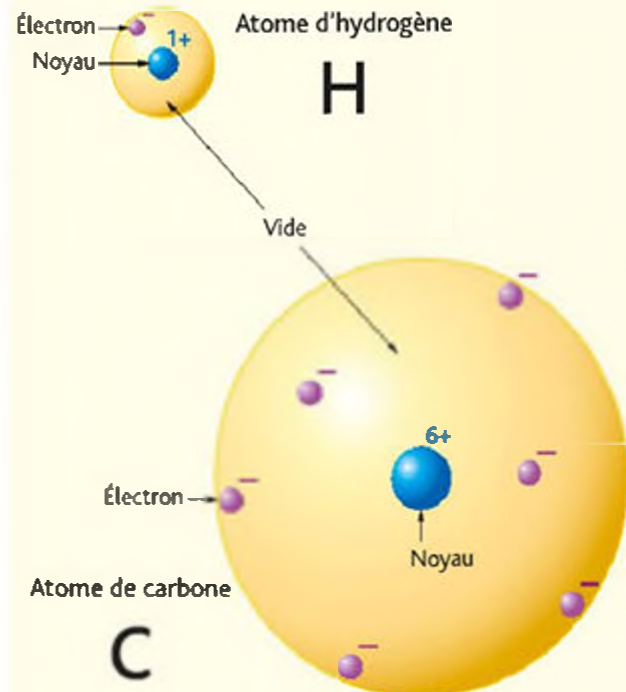
SOCLE

→ Exercices 4, 5 et 6, page 30

3 La constitution d'un atome

→ Activité 3

- L'atome est constitué d'un noyau autour duquel se déplacent des électrons.
- Les dimensions du noyau sont environ 100 000 fois inférieures à celles de l'atome ($\approx 0,1 \text{ nm}$ avec $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$). L'atome est donc formé essentiellement de vide. On dit qu'il a une structure **lacunaire**.
- La masse du noyau vaut des milliers de fois celle des électrons. La masse d'un atome est donc concentrée dans le noyau.
- Le noyau possède des **charges positives**, notées $+$, et chaque électron possède une **charge négative**, notée $-$.
- L'atome comporte autant de charges positives dans le noyau que d'électrons se déplaçant autour de celui-ci. Sa charge totale est donc nulle : un atome est **électriquement neutre**. Les **molécules**, étant formées d'atomes, sont **électriquement neutres**.
- Tous les électrons sont identiques, quel que soit l'atome auquel ils appartiennent. En revanche, tous les noyaux ne sont pas les mêmes : leur masse et leur charge varient selon le type d'atomes.
- Chaque atome possède un nombre déterminé d'électrons. Ce nombre se note Z .



À retenir

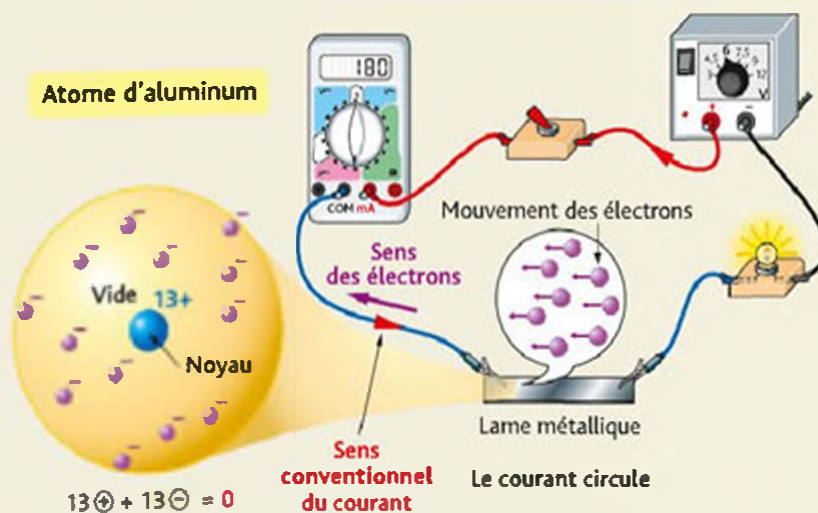
SOCLE

Un atome est constitué d'un noyau chargé positivement, entouré d'électrons chargés négativement. Il est électriquement neutre.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 30

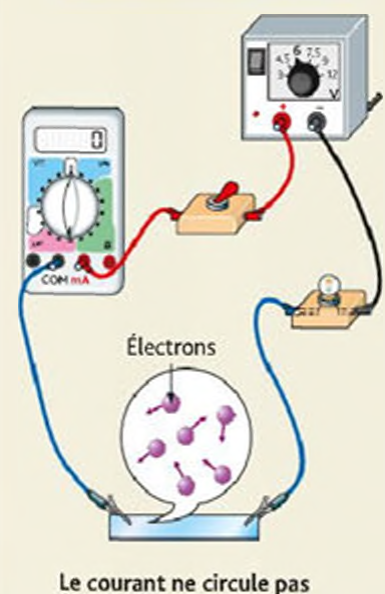
SCHEMA-BILAN

Courant dans un objet métallique



Un atome a une structure lacunaire.
Il est électriquement neutre.

Courant dans un objet non métallique



Histoire des sciences

Historique du modèle de l'atome

Quatre siècles av. J.-C., après avoir observé des grains de sable, le philosophe grec **Démocrite** émit l'idée que la matière était constituée de petites particules indivisibles, les atomes (« atomos » signifie insécable, en grec). Il fallut attendre le **xix^e siècle** et les travaux expérimentaux de

Dalton pour obtenir la démonstration que la matière était constituée d'atomes associés les uns aux autres.

Depuis, différentes représentations des atomes ont été proposées par les scientifiques au fur et à mesure de l'avancée des connaissances (**Fig. 1**).



Modèle de Thomson

1904

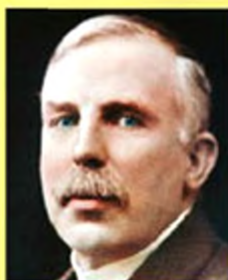


À la fin du **xx^e siècle**, **Joseph John Thomson** découvrit l'électron et proposa un modèle compact de l'atome comparable à un « pudding » chargé positivement et fourré d'électrons.

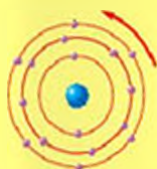


Modèle de Rutherford

1909



Ernest Rutherford découvrit que l'atome était constitué d'un noyau environ 100 000 fois plus petit que l'atome. Dans son modèle, datant de 1909, les électrons tournent autour du noyau de la même façon que les planètes tournent autour du Soleil.

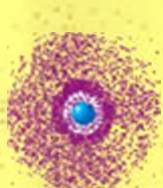


Modèle de Bohr

1913



En 1913, **Niels Bohr** montra que le modèle devait être perfectionné : les électrons se déplacent sur des « conches » (ou « orbites ») bien définies. Il peut y en avoir plusieurs sur une seule couche.



Modèle de Schrödinger

1925



C'est en 1925 que **Erwin Schrödinger** rejeta l'idée de « trajectoire » et proposa le modèle encore utilisé actuellement. La position des électrons ne peut être connue avec précision. Il définit des zones dans lesquelles on a plus ou moins de chance de les trouver.

Fig. 1

- 1 Qu'y a-t-il dans un atome, d'après Thomson ?
- 2 Quel modèle ressemble aux planètes autour du Soleil ?
- 3 Comparer les modèles de Bohr et de Schrödinger.
- 4 **B2i** Cherchez, dans le modèle de Bohr, les règles de répartition des électrons autour du noyau. Appliquez ces règles pour représenter les atomes d'hydrogène, de carbone, d'oxygène et d'azote.

Ni isolants ni conducteurs

Beaucoup d'objets de notre quotidien, comme les micro-ordinateurs ou les consoles de jeu, sont composés de circuits intégrés couramment appelés « puces » électroniques.

Le premier circuit intégré a été inventé, en 1958, par l'ingénieur américain J. Kilby. Depuis, les puces (Fig. 2 a) et les microprocesseurs sont utilisés, entre autres, dans les ordinateurs et n'ont cessé d'évoluer. Ils exécutent les instructions et traitent les données des programmes. Les puces sont aussi capables de contenir et de traiter différentes données et de gérer des informations personnelles (carte bancaire, carte de téléphone ou carte Vitale) (Fig. 2 b).

Pour les fabriquer, on utilise un matériau semi-conducteur qui a des propriétés intermédiaires entre celles des isolants et celles des conducteurs. On utilise, par exemple, le silicium (Si), très pur, élaboré à partir de sable, dans des salles dites blanches où la teneur en poussières doit être un million de fois plus faible que celle de l'air extérieur (Fig. 3). Pour le rendre plus conducteur, on lui incorpore certains atomes « étrangers » d'arsenic ou de phosphore : on dit alors qu'il est dopé.



Fig. 2

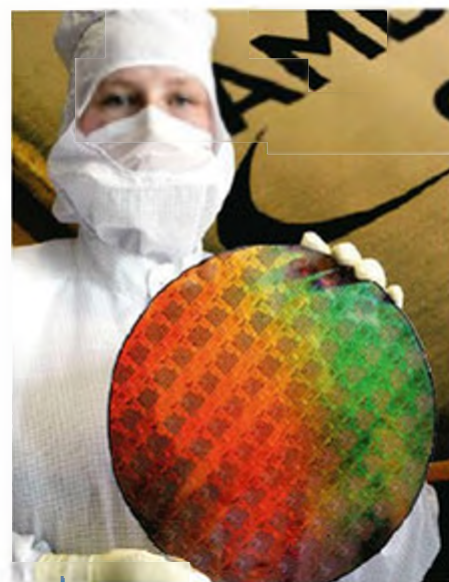


Fig. 3 Plaque de silicium servant de support à la fabrication de circuits intégrés.

- 1 Quelle est la propriété principale d'un semi-conducteur ?
- 2 Pourquoi le silicium doit-il être purifié dans des salles dites blanches ?
- 3  Recherchez trois autres exemples d'utilisation de puces électroniques.

Énergie

Le noyau, et après ?

Depuis les études sur l'atome, les scientifiques ont rivalisé d'ingéniosité pour comprendre de quoi était fait le noyau. Celui-ci est formé de deux particules différentes, le proton (découvert par Wien en 1898) et le neutron (Chadwick, 1932) (Fig. 4). Ces deux particules ont des caractéristiques très proches, mais le proton est chargé positivement alors que le neutron n'est pas chargé.

L'étude du noyau de l'atome a donné naissance à la physique « nucléaire », à l'origine de la majorité de la production d'énergie électrique en France. L'atome le plus utilisé pour fournir de l'énergie est l'uranium (Fig. 5). C'est aussi le plus lourd, parmi les atomes naturels.

- 1 Quelles sont les différentes particules dessinées sur la figure 5 ?
- 2 Quelles sont les différences entre ces particules ?
- 3  Recherchez l'indication de la classification périodique (en fin de manuel) qui permet de trouver le nombre de protons présents dans un atome.

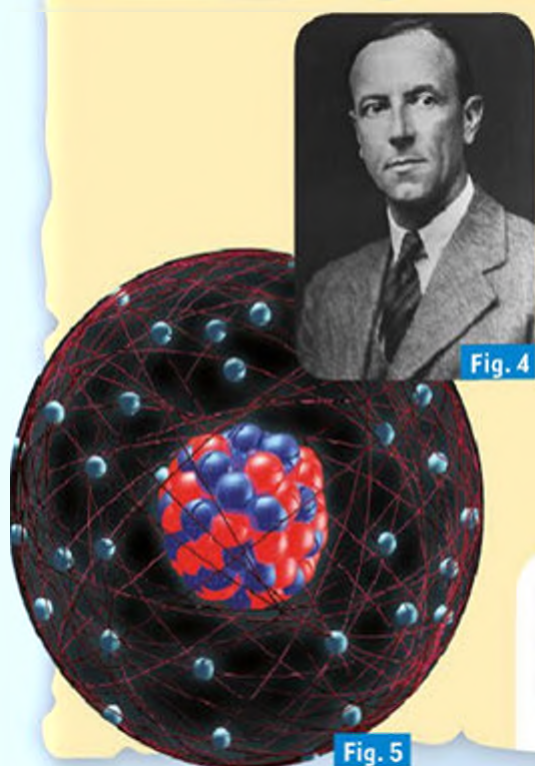


Fig. 4

Fig. 5

Exercices

Testez vos connaissances

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 217

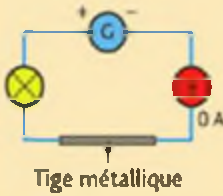
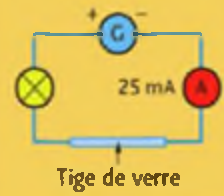
Conduction dans les solides

SOCLE

A

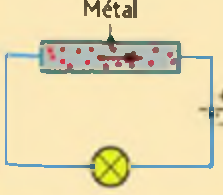
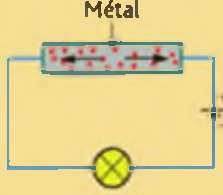
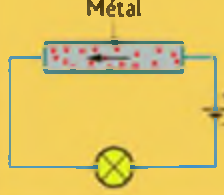
B

C

1 Les métaux conduisent le courant électrique : ils sont...	non passants	conducteurs	isolants
2 Pourquoi un objet en bois ne conduit-il pas le courant électrique ?	Il est conducteur	Il n'est ni conducteur ni isolant	Il est isolant
3 Dans quel schéma l'indication de l'ampèremètre est-elle correcte ?			

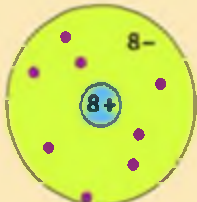
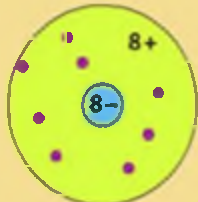
Conduction dans les métaux

SOCLE

4 Dans les métaux, le sens conventionnel du courant et celui du déplacement des électrons sont...	identiques	opposés	inverses
5 Pourquoi un métal conduit-il le courant électrique ?	Ses atomes se déplacent	Ses électrons libres se déplacent	Tous ses électrons se déplacent
6 Dans quel schéma le sens de déplacement des électrons libres est-il correct ?			

Constitution d'un atome

SOCLE

7 Un atome est constitué d'un noyau chargé positivement et d'électrons...	chargés positivement	neutres	chargés négativement
8 L'atome de chlore possède 17 électrons. Combien possède-t-il de charges positives dans son noyau ?	Aucune	Dix-sept	Dix-huit
9 Quelle est la bonne représentation de l'atome d'oxygène ($Z = 8$) ?			

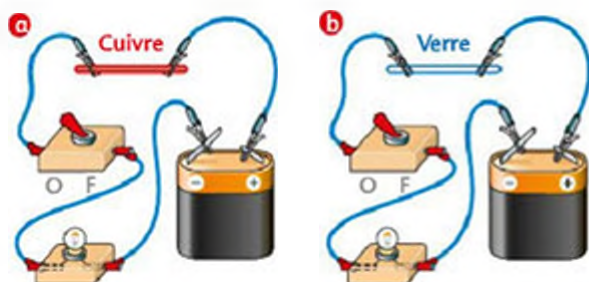
Avez-vous compris l'essentiel ?

Conduction électrique
dans les solides

SOCLE

10 Le passage du courant

On considère les circuits suivants :



1. Le cuivre laisse-t-il passer le courant électrique ?
2. Même question pour le verre.
3. Pour chacun des dessins, indiquez l'état de la lampe quand on ferme le circuit.

11 Les différents matériaux

Chacun des objets ci-dessous a été introduit dans un circuit comprenant un générateur et un ampèremètre. Seuls les ampèremètres ont été représentés.

1. Parmi ces différents objets, lesquels sont conducteurs ?
2. Associez les différents objets aux ampèremètres.



1 Vase en verre



2 Règle en bois



3 Bague en or



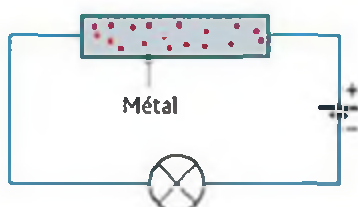
4 Casserole en cuivre

Conduction électrique
dans les métaux

SOCLE

12 Nature du courant électrique dans un métal

Reproduisez et complétez le schéma ci-dessous, en répondant aux questions.



1. Quelles sont les particules qui se déplacent dans le métal ?
2. Précisez le sens de leur déplacement et le sens du courant électrique.

13 Origine du courant électrique

Parmi les phrases suivantes, lesquelles sont correctes ? Justifiez et corrigez les phrases fausses.

- a. Le générateur crée les électrons du circuit électrique.
- b. Le générateur fonctionne comme une pompe qui aspirerait les électrons par la borne - et les refoulerait par la borne +.
- c. Le générateur impose aux électrons de se déplacer.
- d. Le générateur fait circuler les électrons libres de la borne - à la borne +.

Constitution d'un atome

SOCLE

14 Changement d'échelle

Un ballon de football a pour diamètre 22 cm. Un atome est environ 100 000 fois plus gros que son noyau.

1. Si le noyau d'un atome était ramené à la taille du ballon de football, à quelle distance se situeraient les électrons ?
2. Comparez cette distance avec la taille du terrain de football, qui est de 100 m de long.



15 Atome d'oxygène

L'atome d'oxygène, de symbole O, a pour numéro atomique $Z = 8$.

1. Combien possède-t-il d'électrons ?
2. Combien possède-t-il de charges dans le noyau ?
3. Quelle est la charge totale de l'atome d'oxygène ?
4. Comment qualifie-t-on alors l'atome ?

16 Rayon d'un atome

Convertissez, en nanomètre (nm), la valeur du rayon de l'atome, dans les cas suivants.

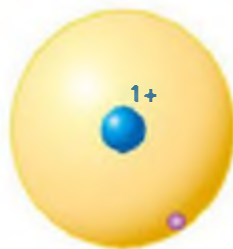
- Argent (Ag) : 160×10^{-9} mm
- Fer (Fe) : 140×10^{-10} cm
- Cuivre (Cu) : 135×10^{-12} m

Exercices

Utilisez ce que vous avez appris

17 Comparaison des masses

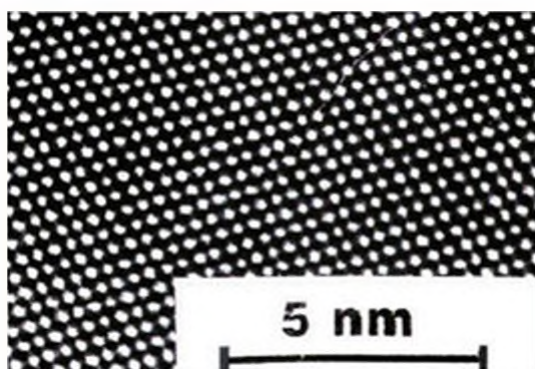
L'atome d'hydrogène est le plus simple des atomes. Le noyau comporte une seule particule chargée, de masse $1,67 \times 10^{-27}$ kg, et un électron, de masse $9,1 \times 10^{-31}$ kg.



1. Effectuez le quotient $\frac{m(\text{noyau})}{m(\text{électron})}$ où m est la masse.
2. Que peut-on en conclure quant à la répartition des masses dans un atome ?

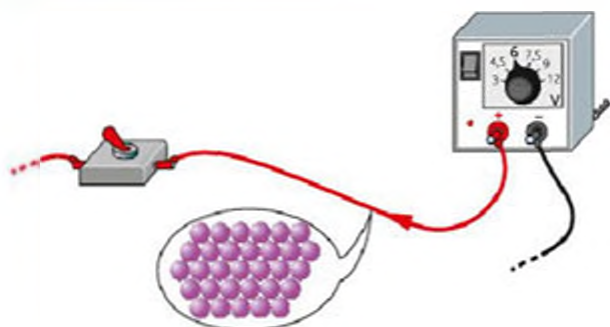
18 Dimension de l'atome

Le microscope électronique à balayage a permis d'obtenir des images d'atomes (points blancs).



1. Déterminez le diamètre d'un de ces atomes.
2. Quel est le grandissement de l'image ?

19 Le nombre d'atomes



Lors de la réalisation d'un montage électrique, on utilise parfois des fils de cuivre de 30 cm de long.

Sachant que le rayon de l'atome de cuivre est de 0,135 nm, combien d'atomes de cuivre pourrait-on aligner les uns à la suite des autres, dans un fil électrique ?

Données : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

20 Quel atome !

Le dessin ci-dessous représente partiellement un atome de numéro atomique $Z = 16$.

1. Combien d'électrons et de charges positives cet atome possède-t-il ?
2. Reproduisez et complétez ce dessin.



3. En utilisant la classification périodique des atomes, en fin de manuel, donnez le nom de l'atome dont il s'agit.

21 Plus ou moins conducteur ou isolant

Le tableau ci-dessous donne la résistance électrique R d'un fil de 1 m de long et de 0,5 mm de diamètre, pour différents métaux.

1. Classez ces métaux du plus conducteur au moins conducteur.
2. Dans quel métal les électrons se déplacent-ils le plus facilement ? Le moins facilement ?

Métal	Fer	Aluminium	Cuivre	Tungstène	Alliage Ni-Cr
$R (\Omega)$	0,51	0,13	0,08	0,31	6,1

22 Les électrons dans les métaux

1. Recherchez, en fin de manuel, les symboles des atomes de fer, de cuivre, d'aluminium, d'argent et d'or.
2. Indiquez, sous chaque symbole, le nombre d'électrons que possède l'atome correspondant.
3. Quel atome contient le plus d'électrons ?
4. Quel atome en contient le moins ?

23 À propos de l'ampère

Le coulomb (C) est l'unité de charge électrique.

« L'ampère correspond au passage d'une charge électrique Q de 1 coulomb (C) par seconde. »

1. **62i** Qui était Coulomb ?
2. Déterminez le nombre d'électrons par seconde traversant une section de fil parcouru par un courant de 1 A.

Données :

$Q = I \cdot t$ (avec Q en C, I en A, t en s)

Charge de l'électron (sans le signe) :

$q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$



24 In English

On a website devoted to Marie Curie (1867-1934), one finds the following sentence about radioactive atoms, « Mary then makes a hypothesis that is going to revolutionize science. She says that the radiation emitted by these atoms does not depend on a molecular order but on the structure of the atom itself.



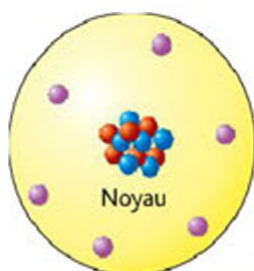
This assumption is critical, because at the time it was believed that the atom was the smallest element of matter. »

1. At the time of Marie Curie, what was the smallest known particle of matter ?
2. Where does the radioactivity appear to come from ?
3.  Do some research to find who Marie Curie was.

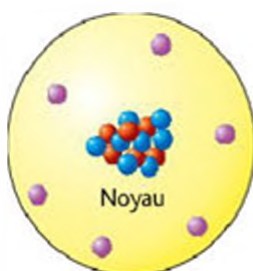
HELP ! Matter : matière ; particle : particule.

25 ... Vers la Seconde

Le noyau d'un atome est composé de particules appelées nucléons. Les nucléons sont soit des protons, représentés en rouge, soit des neutrons, représentés en bleu.



Carbone 12



Carbone 14

A. Le noyau de l'atome de carbone noté $^{12}_6\text{C}$, possède 12 nucléons et 6 protons. Chaque proton possède une charge positive.

1. Combien de charges positives l'atome de carbone 12 possède-t-il ? Combien d'électrons possède-t-il ?
2. Calculez la masse de son noyau.
3. Calculez la masse des électrons.
4. Comparez la masse des électrons et celle du noyau.
5. Calculez la masse de l'atome de carbone.
6. Il existe aussi l'atome de carbone 14 dont le noyau possède 14 nucléons et 6 protons.
7. Combien de neutrons possède-t-il ?
8. Quelle différence existe-t-il avec un atome de carbone 12 ?
9.  Citez une application du carbone 14.

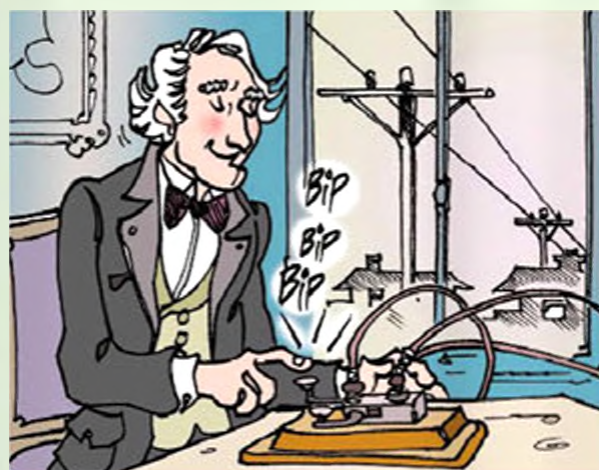
Données : masse du nucléon : $m_n = 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

Masse de l'électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Devenez un expert !

26 L'information est en marche !

En 1835, Samuel Morse transmet le premier message à distance à l'aide d'impulsions électriques circulant dans des fils reliant Baltimore à Washington (57 km). Le premier message codé arriva quasi instantanément à destination alors que le mouvement d'ensemble des électrons n'est que de 60 cm par heure.



Votre mission Trouvez l'explication à cette arrivée quasi immédiate du message.

VOS INDICES :  Il y a vitesse et célérité...

27 Le fer plein d'atomes

La photo montre un objet en fer.

Gauthier prétend qu'il peut trouver le nombre d'atomes de fer contenu dans cet objet en déterminant son volume :



Votre mission Trouvez un ordre de grandeur du nombre d'atomes de fer présents dans cet objet en fer.

VOS INDICES : Chaque atome de fer a pour diamètre 0,248 nm.

– Chacun peut être inclus dans un cube ayant pour côté le diamètre de l'atome. Les volumes de la sphère et du cube peuvent être considérés suffisamment proches.

– Les cubes sont accolés les uns aux autres.



Conduction électrique dans les solutions aqueuses

Objectifs

- Distinguer les solutions conductrices des solutions non conductrices du courant électrique.
- Connaître la nature du courant électrique dans les solutions aqueuses.
- Savoir ce qu'est un ion.

Pour commencer à réfléchir



L'eau de mer conduit le courant électrique. Pour contrôler la salinité de cette eau, on effectue des mesures électriques.

➔ Pourquoi l'eau de mer conduit-elle le courant électrique ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Shirley et Margot réalisent un circuit comportant un générateur et deux électrodes plongeant dans une cuve contenant de l'eau. L'ampèremètre ne détecte pas de courant notable.

➡ **Que faire pour que le courant circule ?**

SITUATION 2

Du cuivre très pur peut être obtenu grâce au passage du courant électrique dans une solution de sulfate de cuivre.

➡ **Quelle est la nature du courant électrique dans le sulfate de cuivre ?**



SITUATION 3

Jade et Laura remarquent que le cuivre métallique est orange, alors que la solution de sulfate de cuivre est bleue.

➡ **Quelle différence y a-t-il entre un atome et un ion ?**

Activité 1

Toutes les solutions conduisent-elles le courant électrique ?

Expérimentez

- Réalisez un circuit test comportant un générateur éteint, une lampe, deux électrodes plongeant dans un bécher et un ampèremètre.
- Versez une solution de saccharose (eau sucrée) dans le bécher et faites fonctionner le générateur (Fig. 1).
- Arrêtez le générateur test et remplacez l'eau sucrée par une solution de chlorure de sodium (eau salée).
- Appuyez sur le bouton « marche » du générateur (Fig. 2).

Faites attention !

Les électrodes ne doivent pas se toucher, afin que le courant puisse bien circuler dans la solution.



Fig. 1 Test de passage du courant avec de l'eau sucrée



Fig. 2 Test de passage du courant avec de l'eau salée

Observez

1. Quels sont l'état de la lampe et l'indication de l'ampèremètre (Fig. 1) ?
2. Quels sont l'état de la lampe et l'indication de l'ampèremètre (Fig. 2) ?

Interprétez

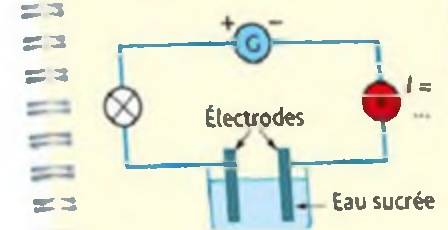
3. Reproduisez et complétez le schéma de la figure 1 en indiquant la valeur de l'intensité. Même question pour la figure 2 (► Pour vous aider).
4. Que pouvez-vous déduire de l'état de la lampe et de l'indication de l'ampèremètre (Fig. 1) ? Comment qualifie-t-on cette solution ?
5. Que pouvez-vous déduire de l'état de la lampe et de l'indication de l'ampèremètre (Fig. 2) ? Comment qualifie-t-on cette solution ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Toutes les solutions conduisent-elles le courant électrique ? »

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma correspondant à la figure 1 :



Activité 2

Quelle est la nature du courant électrique dans une solution ?

Expérimentez

- Appliquez deux électrodes de carbone sur une feuille de papier filtre imprégnée d'une solution conductrice incolore (**Fig. 1**).
- Au centre de la feuille, déposez des cristaux colorés de sulfate de cuivre (la couleur bleue est due aux ions cuivre chargés positivement) et de permanganate de potassium (la couleur violette est due aux ions permanganate chargés négativement).
- Reliez une électrode à la borne + du générateur éteint et l'autre à la borne - d'entrée d'un ampèremètre. Reliez sa borne COM à la borne - du générateur.
- Mettez en marche et observez l'aspect du papier après une vingtaine de minutes.

Faites attention !

Assurez-vous que le contact entre chaque électrode et le papier soit le plus parfait possible, pour que le circuit soit fermé. Le courant doit circuler dans la solution qui imprègne le papier filtre.



Fig. 1 Préparation du dispositif

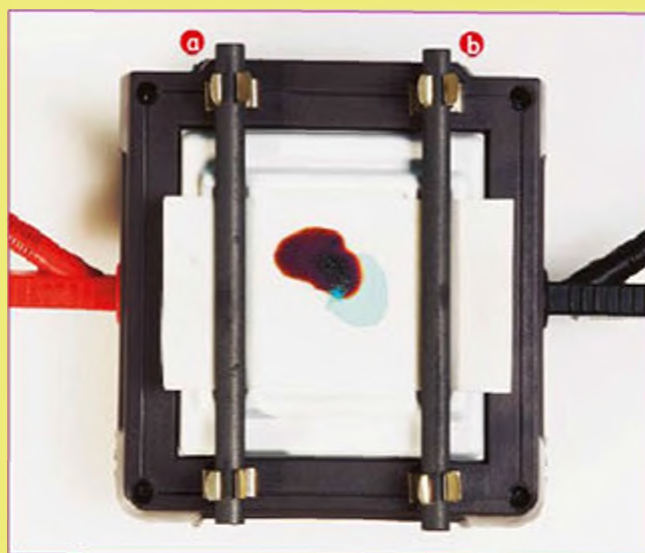


Fig. 2 Aspect du papier après 20 minutes

Observez

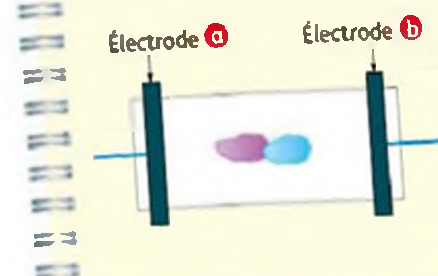
1. À quelle borne du générateur est reliée l'électrode **a** (**Fig. 1**) ? L'électrode **b** ?
2. Indiquez la couleur de la tache qui s'étale vers chacune des électrodes (**Fig. 2**).

Interprétez

3. Quel est le sens du courant traversant le papier filtre (**Fig. 1**) ?
4. Quels ions se déplacent dans le sens du courant ?
5. Quels ions se déplacent dans le sens inverse du courant ?
6. Reproduisez et complétez le schéma de la **figure 2** en indiquant le sens de déplacement des deux types d'ions (► **Pour vous aider**).

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma correspondant à la **figure 2** :



Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelle est la nature du courant électrique dans une solution ? »

Quelle est la différence entre un atome et un ion ?

Étudiez un document

Un atome est électriquement neutre. Il comporte autant de charges positives que de charges négatives. Chaque charge positive du noyau est représentée par un « + ». Chaque électron possède une charge négative représentée par un « - ».

Représentations d'atomes et d'ions

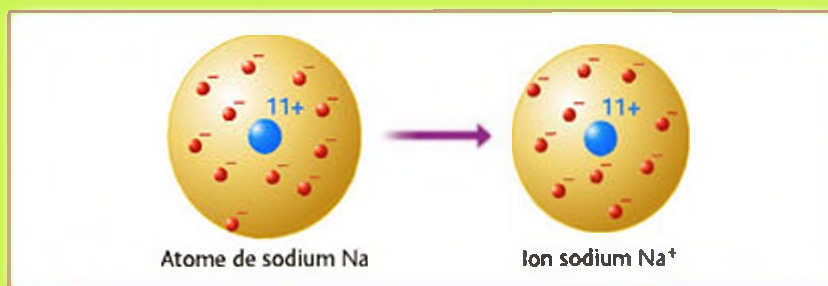


Fig. 1 Cas du sodium

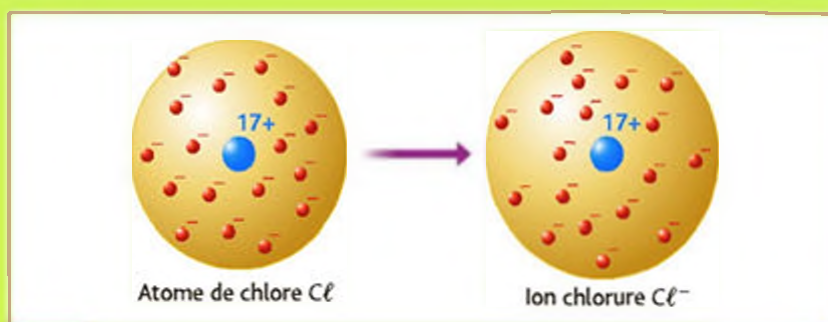


Fig. 2 Cas du chlore

Extrayez des informations

1. Quel est le nombre de charges positives contenues dans le noyau de l'atome et de l'ion qui lui correspond (Fig. 1) (► **Coin ressource**) ?
Même question pour la figure 2.
2. Combien d'électrons possède l'atome de sodium (Fig. 1) ? L'ion sodium ?
3. Combien d'électrons possède l'atome de chlore (Fig. 2) ? L'ion chlorure ?

Exploitez les informations

4. Faites la somme algébrique des charges de l'ion sodium. S'agit-il d'un ion positif ou négatif ?
5. Mêmes questions pour l'ion chlorure.
6. Quelle est la différence entre l'ion sodium et l'atome de sodium ? Entre l'ion chlorure et l'atome de chlore ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelle est la différence entre un atome et un ion ? »

Le coin

ressource

■ Les dessins ne sont pas des images d'atomes ou d'ions. Ils représentent simplement la répartition des charges électriques dans l'atome ou l'ion.

Retrouver la formule d'un ion

Sachant que l'ion magnésium est un atome de magnésium qui a perdu deux électrons et que l'ion oxygène est un atome d'oxygène qui a gagné deux électrons, déterminons la formule de ces ions.

Étapes	Ion magnésium	Ion oxygène
Étape 1 Trouvons les symboles des atomes. ■ Utilisons le tableau périodique en fin de manuel.	Mg	O
Étape 2 Relevons leurs numéros atomiques. ■ C'est aussi leur nombre Z d'électrons.	L'atome de magnésium comporte 12 électrons.	L'atome d'oxygène comporte 8 électrons.
Étape 3 Calculons le nombre de charges positives. ■ Le nombre de charges positives peut être trouvé en utilisant l'« électroneutralité » de l'atome. ■ Ce nombre est donc égal, lui aussi, au numéro atomique Z.	$Z = 12$ donc 12 charges positives  Atome de magnésium	$Z = 8$ donc 8 charges positives  Atome d'oxygène
Étape 4 Faisons le bilan des charges des ions. ■ Le nombre de charges – est égal au nombre d'électrons de l'ion. ■ Le nombre de charges + est le même que celui de l'atome.	L'ion magnésium est un atome de magnésium qui a perdu 2 électrons. Charges négatives : $12 \ominus - 2 \ominus = 10 \ominus$ Charges positives : 12 +	L'ion oxygène est un atome d'oxygène qui a gagné 2 électrons. Charges négatives : $8 \ominus + 2 \ominus = 10 \ominus$ Charges positives : 8 +
Étape 5 Déduisons la charge des ions. ■ C'est la somme algébrique des charges.	$12 \oplus + 10 \ominus = 2 \oplus$  Ion magnésium	$8 \oplus + 10 \ominus = 2 \ominus$  Ion oxygène
Étape 6 Écrivons la formule des ions. ■ Indiquons en haut et à droite du symbole de l'atome le nombre de charges en excès, suivi du signe + ou –. ■ Si le chiffre est égal à 1, on ne l'écrit pas. Par exemple, l'ion potassium s'écrit K^+ et non K^{1+} .	Mg^{2+}	O^{2-}



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

1 Pourquoi le magnésium, comme tous les atomes, est-il électriquement neutre ?
 → Étape 3

2 Qu'est-ce qui différencie un atome d'un ion ? → Étape 4

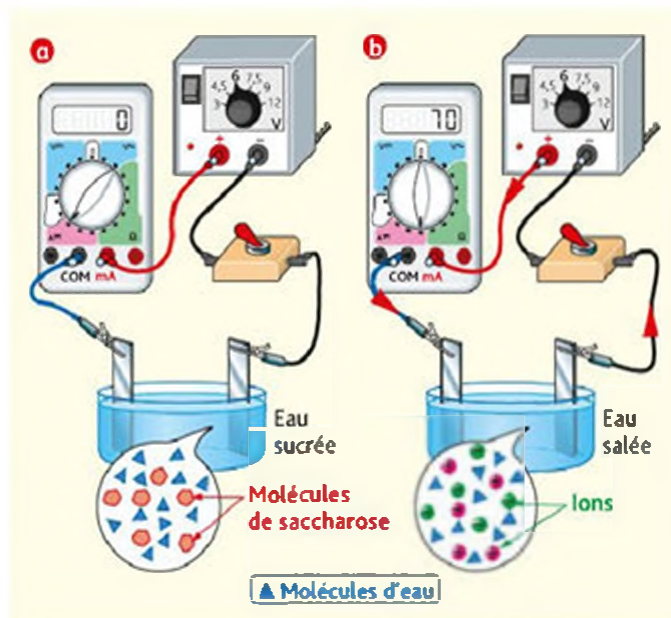
3 Pourquoi la somme algébrique des charges de l'ion oxygène est-elle égale à « $2 \ominus$ » ? → Étape 5

4 Comment écrit-on la formule d'un ion ? → Étape 6

1 Conduction électrique des solutions ioniques

→ Activité 1

- Les cristaux de sucre sont constitués de molécules électriquement neutres. Ces dernières se dispersent dans l'eau, lors de la dissolution. On obtient une **solution moléculaire**. Celle-ci ne conduit pas le courant électrique **a**.
- Les cristaux de sel (chlorure de sodium) sont constitués de particules liées entre elles, que l'on appelle des ions. Lors de la dissolution, les ions se dispersent dans l'eau et sont donc libres de se déplacer sous l'effet d'une tension électrique : on obtient une **solution ionique**, conductrice du courant électrique **b**.



À retenir

Les solutions ioniques sont conductrices car elles contiennent des ions libres de se déplacer.

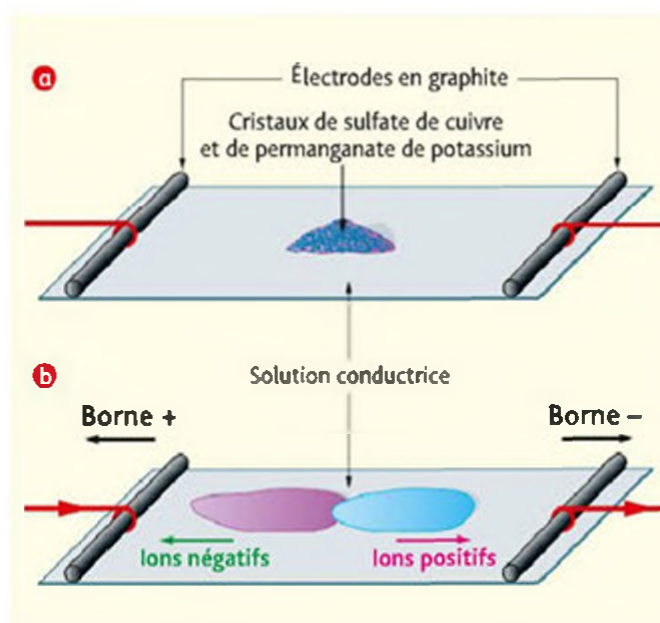
SOCLE

→ Exercices 1, 2 et 3, page 44

2 Le courant dans les solutions ioniques

→ Activité 2

- On dépose des cristaux de sulfate de cuivre et de permanganate de potassium sur du papier imprégné d'une solution conductrice **a**.
- Le sulfate de cuivre contient des ions cuivre positifs et bleus en solution aqueuse. Le permanganate de potassium contient des ions permanganate négatifs et violets en solution aqueuse.
- Quand on applique une tension entre les électrodes, on observe l'apparition d'une coloration bleue vers l'électrode reliée à la borne négative, et violette vers l'électrode reliée à la borne positive du générateur **b**.
- Les ions positifs se déplacent dans le sens du courant, tandis que les ions négatifs se déplacent dans le sens inverse du courant. Le passage du courant électrique résulte donc de la **double migration** des ions positifs et des ions négatifs.



À retenir

Le courant électrique dans une solution est dû au déplacement des ions positifs dans le sens du courant et des ions négatifs en sens inverse.

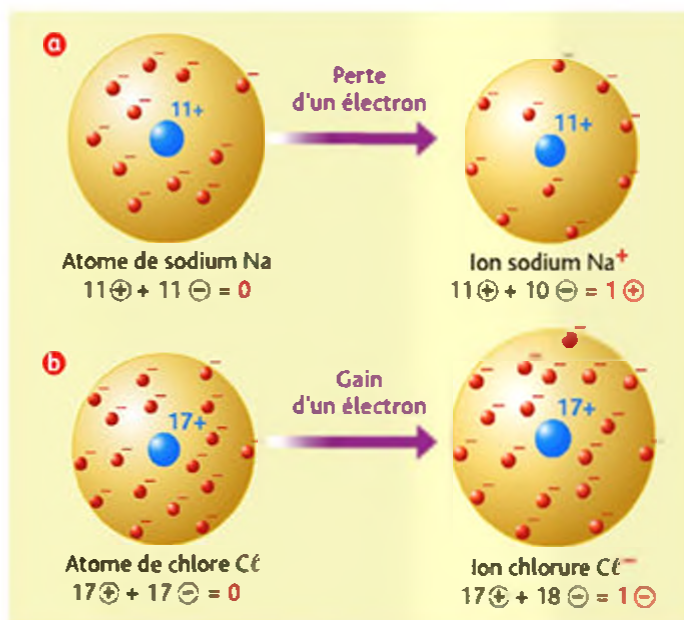
→ Exercices 4, 5 et 6, page 44

3 Différence entre atomes et ions

→ Activité 3

- L'atome de sodium perd un électron et devient l'ion sodium de formule Na^+ **a**.
- L'atome de chlore gagne un électron et devient l'ion chlorure de formule Cl^- **b**.
- Lorsqu'un atome perd ou gagne un ou plusieurs électrons, il devient un ion **chargé** soit positivement, soit négativement. Certains atomes se transforment en ions positifs alors que d'autres se transforment en ions négatifs.
- Les ions et l'atome correspondant possèdent un **noyau strictement identique**, mais un nombre d'électrons différent.

Remarque. Il existe des ions plus complexes, formés de groupements d'atomes.



À retenir

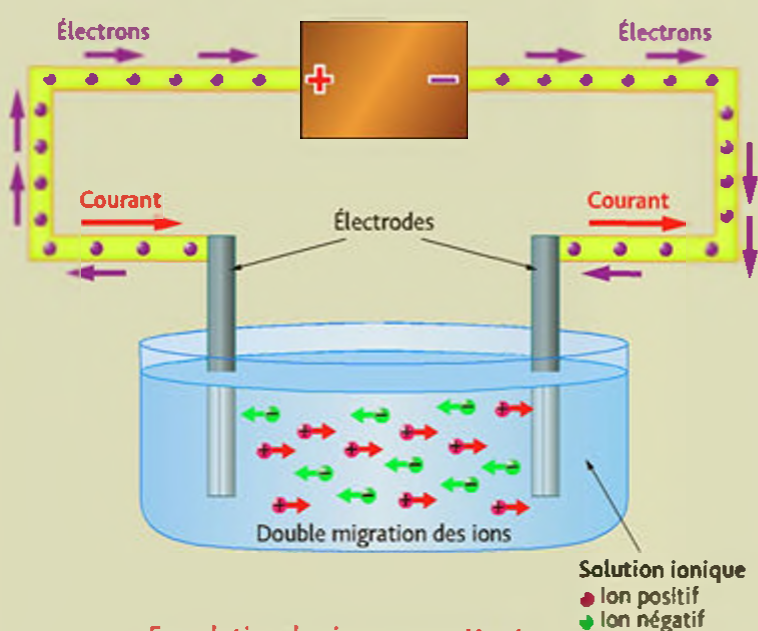
Un ion simple provient d'un atome ayant gagné ou perdu un ou plusieurs électrons : il est électriquement chargé.

SOCLE

→ Exercices 7, 8 et 9, page 44

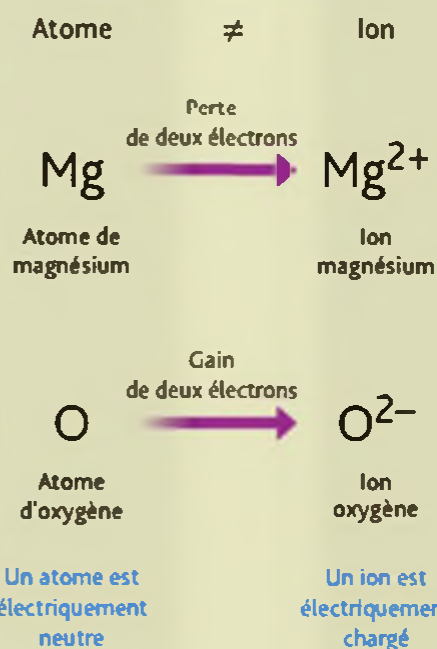
SCHEMA-BILAN

Les ions en solution



En solution, les ions permettent le passage du courant

Atomes et ions



Histoire des sciences

La conduction électrique dans les liquides

Les premières théories

À la fin du XVIII^e siècle, les premières découvertes sur la conduction du courant électrique ont été faites à partir d'expériences sur les grenouilles. Le physicien et médecin italien Luigi Galvani, pensa que le courant était d'origine biologique. Il fit le lien entre muscle, nerf et électricité, en faisant passer du courant dans le corps d'une grenouille, à l'aide d'une pile (Fig. 1). Le physicien Alessandro Volta s'opposa à Galvani sur l'origine et le transfert de l'électricité. Il mit au point la première pile électrique en empilant des disques métalliques pour simuler la structure des muscles, et remplaça le liquide des organismes par de l'eau salée.

Theodor von Grotthuss, chimiste allemand, étudia leurs travaux, et proposa une explication de la conduction électrique, vers 1806 : il y aurait dans les liquides des particules permettant le passage du courant dans les solutions.

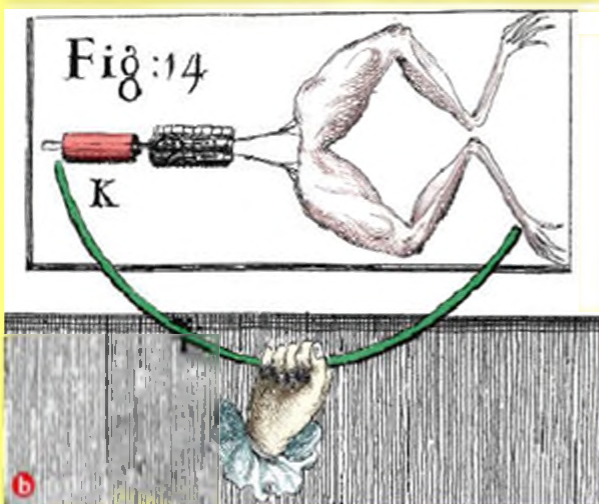


Fig. 1

- a L. Galvani (1737-1798) représenté dans son laboratoire.
- b Grossissement du schéma expliquant le passage du courant électrique provoquant le mouvement des pattes d'une grenouille.

Une lente évolution du modèle

Michael Faraday (Angleterre) analysa et dépassa l'intuition de Grotthuss. Il fut le premier à élaborer une description globale du phénomène : un modèle. Il appela « ions » (« qui se meuvent », en grec) les particules responsables du passage du courant dans les solutions. Ces ions sont apportés dans la solution par des substances dissoutes.

En 1883, Svante Arrhenius (Suède) (Fig. 2) perfectionna ce modèle de façon déterminante : les ions sont présents dans la solution, même sans courant électrique, et libres de se déplacer. Il reçut le prix Nobel en 1903, pour ses travaux.

Les travaux de Peter Debye (Pays-Bas), en 1923, marqueront les dernières étapes vers le modèle actuel, en décrivant précisément la conductivité électrique dans les solutions.



Fig. 2

- 1 Que supposait Grotthuss au sujet de la conduction électrique ?
- 2 Quel perfectionnement apporta Michael Faraday ?
- 3 Quelle est la théorie d'Arrhenius ?
- 4 B2i Recherchez l'origine du prix Nobel.

La galvanoplastie

Pour réaliser des transformations chimiques on peut utiliser un procédé électrochimique appelé électrolyse, qui convertit de l'énergie électrique en énergie chimique.

Elle consiste à faire passer un courant électrique dans une solution comportant des ions et dans laquelle des électrodes sont immergées. Cette technique permet, par exemple, de recouvrir un objet d'un dépôt métallique (la galvanoplastie). Des réactions chimiques ont lieu au niveau des électrodes : les ions métalliques dissous dans la solution se déplacent et l'objet immergé, qui constitue l'électrode négative, se recouvre d'une fine couche de métal (Fig. 3).

La galvanoplastie permet également de créer, ou de reproduire, un objet à partir de moules recouverts de graphite mais aussi d'obtenir des dépôts métalliques de très grande pureté. Cette dernière propriété est notamment utilisée en électronique, où les dépôts d'or sont utilisés pour réaliser des surfaces de contacts durables et résistantes à de nombreuses utilisations.



Fig. 3

- 1 Qu'est-ce qu'une électrolyse ?
- 2 En quoi consiste la galvanoplastie ?
- 3 **B21** Recherchez d'autres techniques de dépôt métallique.

Santé

Les ions dans l'organisme

On dénombre un certain nombre d'ions (calcium, magnésium, sodium, potassium...) dont l'organisme a besoin en quantités définies quotidiennement (Fig. 4). Ces ions sont essentiels pour des réactions métaboliques et comme matière constitutive (par exemple les os) des différents tissus de l'organisme. Ils ont également une fonction de messenger, capitale dans l'information entre différents tissus (par exemple, le calcium dans la régulation de la pression sanguine).

Le chrome sert lors de la régulation de l'insuline, le zinc intervient dans la synthèse des protéines, le magnésium est surtout connu pour préserver l'équilibre nerveux et musculaire, c'est un anti-stress naturel, le fer est utilisé au niveau des globules rouges pour fixer l'hémoglobine sur le sang.

On peut trouver les ions dans les eaux minérales et la nourriture, mais en cas de carence, il existe des compléments alimentaires à utiliser en quantités raisonnables.

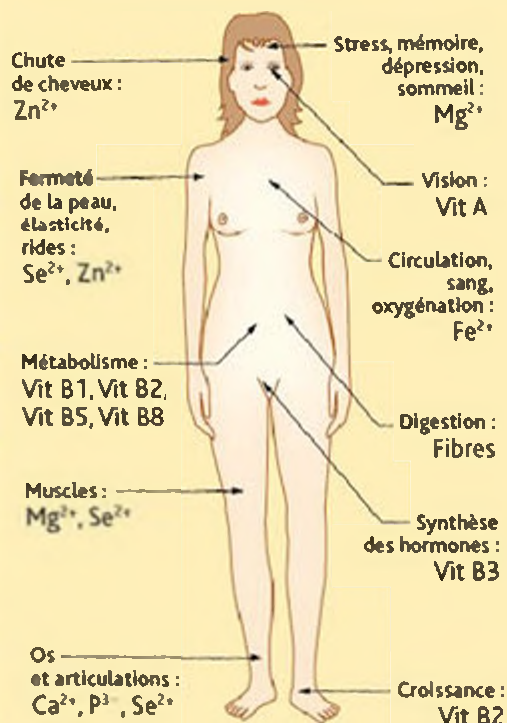


Fig. 4 Rôle des vitamines, des minéraux et des oligo-éléments.

- 1 Quel est le rôle du magnésium dans l'organisme ? Quel est le rôle du fer ?
- 2 Pourquoi doit-on avoir une alimentation variée pour être en bonne santé ?
- 3 **B21** Recherchez ce que peut entraîner une carence en calcium et vitamine D.

Exercices

Testez vos connaissances

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 217

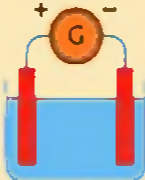
Conduction dans les solutions

SOCLE

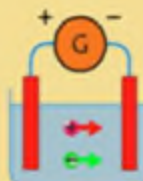
A

B

C

1 Les solutions ioniques contiennent des ions libres de se déplacer : elles sont...	isolantes	conductrices	résistantes
2 On réalise un circuit comportant un générateur, un ampèremètre et un récipient contenant de l'eau pure. Qu'indique l'ampèremètre ?	100 mA	25 mA	0 A
3 Parmi ces trois récipients, quel est celui qui contient un liquide conducteur du courant électrique ?	 Eau salée	 Eau pure	 Eau sucrée

Le courant dans les solutions ioniques

4 Le courant électrique dans une solution est dû au déplacement des...	ions	atomes	molécules
5 Quels ions sont responsables du passage du courant dans les solutions ioniques ?	Seuls les ions positifs	Seuls les ions négatifs	Les ions positifs et les ions négatifs
6 Dans quel schéma le déplacement des ions est-il correctement représenté ?			

Différence entre atomes et ions

SOCLE

7 Un ion est électriquement...	neutre	déchargé	chargé
8 Quelle modification un atome subit-il pour devenir un ion ?	Il perd un ou plusieurs électrons	Il perd des charges positives	Il gagne un ou plusieurs électrons
9 Quels schémas représentent un ion ?			

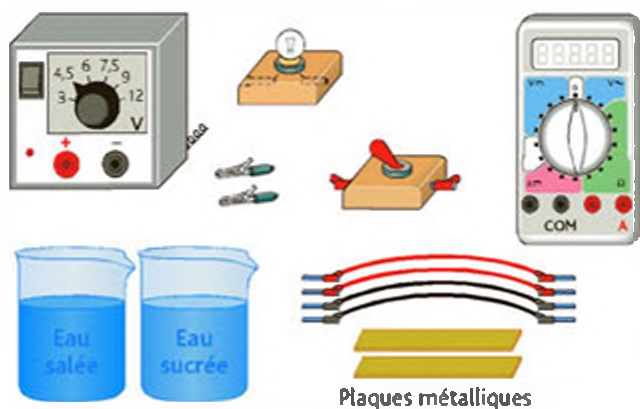
Avez-vous compris l'essentiel ?

Conduction électrique
dans les solutions ioniques

SOCLE

10 Dessin d'un montage

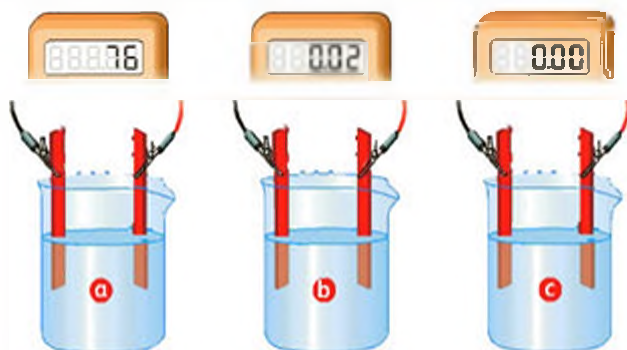
On dispose du matériel ci-dessous.



1. Choisissez les éléments nécessaires pour réaliser un circuit dans lequel la lampe s'allume. Une des deux solutions doit faire partie du circuit.
2. Schématisez ce circuit.

11 Reconnaissance d'une solution ionique

On dispose de trois solutions aqueuses (eau sucrée, eau distillée et eau salée), chacune montée en série avec un générateur et un ampèremètre. Pour chacun des trois montages on n'a représenté que l'indication de l'ampèremètre. Parmi ces solutions, laquelle contient du sel ? Pourquoi ?



Courant dans les solutions ioniques

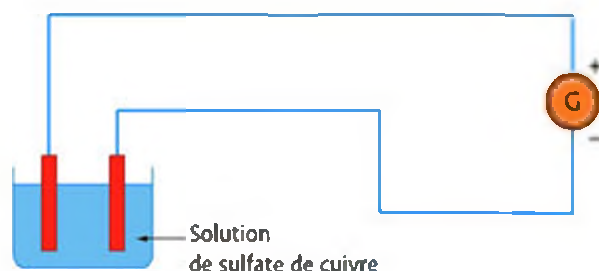
12 Origine du courant dans les solutions

1. Recopiez le dessin en plaçant les particules dans les solutions correspondantes.
2. Précisez les sens de déplacement éventuel des molécules et des ions.



13 Nature du courant dans les solutions ioniques

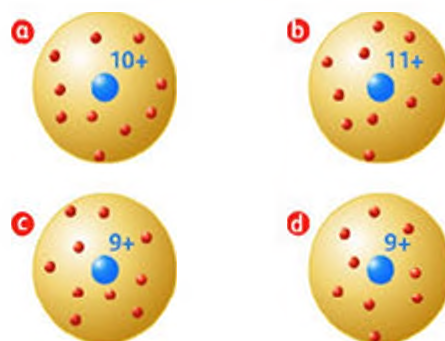
1. Reproduisez le schéma ci-dessous. Indiquez en légende la nature et le sens de déplacement des particules dont le déplacement constitue le courant électrique.
2. Rédigez une phrase expliquant le passage du courant dans la solution, en utilisant les mots et expressions suivants : déplacement des ions ; courant électrique ; solution ionique ; résulte.

Différence entre
atomes et ions

SOCLE

14 Différence ion-atome

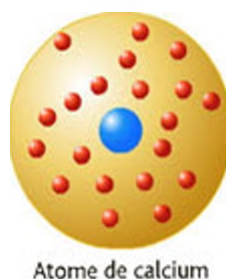
1. Expliquez la différence entre un atome et un ion.
2. Parmi les dessins suivants lesquels représentent des atomes ? Des ions ? Justifiez les réponses.



15 Atome et ion correspondant

L'atome de calcium donne l'ion Ca^{2+} .

1. Combien de charges positives possède l'atome de calcium ?
2. Combien de charges positives possède l'ion calcium ?
3. Décrire l'ion calcium à partir de l'atome de calcium.
4. En déduire combien d'électrons possède l'ion calcium.



Atome de calcium

Exercices

Utilisez ce que vous avez appris

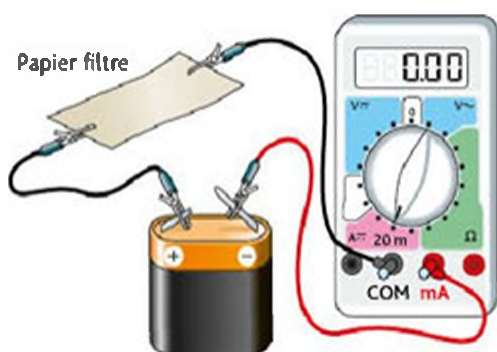
16 Les solutions

Un circuit comporte un générateur, un ampèremètre, un interrupteur, un bécher contenant de l'eau distillée, dans lequel plongent deux électrodes de graphite.

1. Schématisez ce circuit, interrupteur ouvert.
2. Le courant circule-t-il quand on ferme l'interrupteur ? Justifiez votre réponse.
3. Qu'indique l'ampèremètre ?
4. On ajoute du sucre dans le bécher. Le courant circule-t-il ? Justifiez votre réponse.
5. On ajoute ensuite de la soude. Pourquoi la solution conduit-elle le courant électrique ?

17 Où vont les ions ?

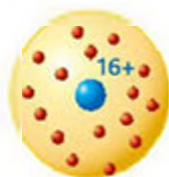
On considère le circuit suivant :



1. Le papier filtre est sec. Pourquoi le courant ne circule-t-il pas ?
2. On imprègne le papier filtre d'une solution de nitrate de potassium. Pourquoi le courant circule-t-il ?
3. Expliquez la différence entre le passage du courant dans le fil électrique et dans la solution imprégnant le papier filtre.
4. Schématisez le circuit et complétez-le en indiquant les sens de déplacement des ions sur le papier.

18 L'ion sulfure

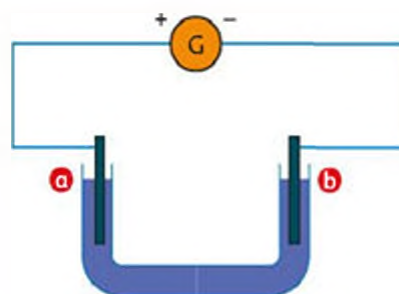
L'atome de soufre est présent en quantité importante à proximité des volcans. Il possède 16 électrons. L'ion sulfure a pour formule S^{2-} .



1. Combien d'électrons possède l'ion ? Justifiez votre réponse.
2. Combien de charges positives possède-t-il ?
3. Quelle est la différence entre l'atome de soufre et l'ion sulfure ?

19 Le retour des couleurs

Un tube en U contient un mélange d'une solution de sulfate de cuivre (couleur bleue due aux ions cuivre) et d'une solution de permanganate de potassium (couleur violette due aux ions permanganate).



1. Reproduisez le schéma. Représentez le sens du courant et le sens de déplacement des électrons dans les fils.
2. Représentez les sens de déplacement des ions positifs et des ions négatifs dans le mélange des solutions.
3. Après quelques minutes, une coloration violette apparaît en (a) et une coloration bleue apparaît en (b). Expliquez l'origine de ces colorations.

20 La composition de certains ions

Certains ions dissous colorent la solution dans laquelle ils sont présents. En particulier, l'ion Fe^{2+} colore une solution en vert (a), alors que l'ion Fe^{3+} la colore en rouille (b). Donnée : pour l'atome de fer, $Z = 26$.



1. Quel est le nombre de charges positives dans les noyaux des ions Fe^{2+} et Fe^{3+} ?
2. Quel est le nombre d'électrons dans chacun de ces ions ?
3. Conclure sur les différences entre un atome de fer, un ion Fe^{2+} et un ion Fe^{3+} .

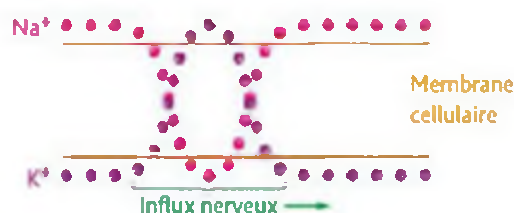
21 La formule d'un ion

L'atome de fluor F a pour numéro atomique $Z = 9$. L'ion fluorure possède un électron de plus que le fluor.

1. Combien l'ion possède-t-il de charges positives ?
2. Combien possède-t-il d'électrons ?
3. Donnez la formule de l'ion fluorure.

22 Influx nerveux

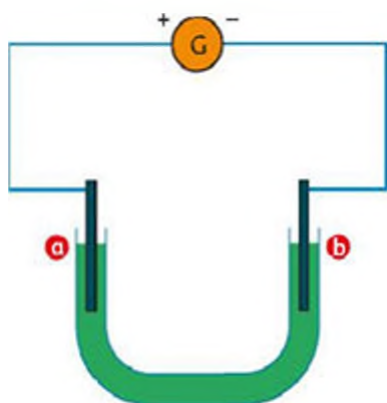
Le schéma ci-dessous décrit le déplacement des ions impliqués dans la circulation de l'influx nerveux dans le corps humain. La membrane cellulaire est la surface entourant la cellule nerveuse.



1. Quels ions se déplacent lors du passage de l'influx nerveux ?
2. Comparez le sens de déplacement des ions et celui de l'influx nerveux.
3. En déduire comment le courant électrique circule dans les nerfs.

23 In English

A solution of copper sulphate contains positive ions, producing a blue color ; a solution of potassium dichromate contains negative ions, producing a yellow color. Both solutions are mixed in a U-tube and the circuit is closed as shown below. A current flows through the circuit.

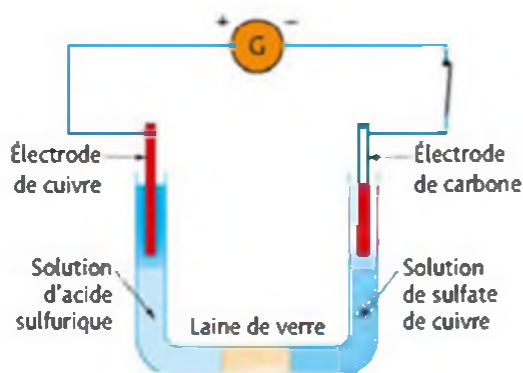


1. Copy the diagram. Show the direction of the current and the direction of movement of the electrons in the solution.
2. Why does the current flow in the mixture contained in the U-tube ?
3. After a few minutes, a yellow color appears in **a** and a blue color appears in **b**. What is the origin of these colors ?
4. Show the movement of the ions inside the U-tube.

24 ... Vers la Seconde

Dans le montage ci-dessous, un tampon de laine de verre empêche les solutions de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique de se mélanger.

Une heure après avoir fermé le circuit, on observe une couleur bleue apparaissant autour de l'électrode de cuivre. La solution se décolore autour de l'électrode de carbone, qui se recouvre de cuivre rouge.



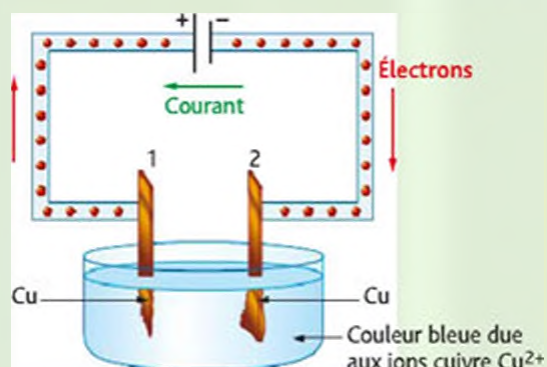
1. Recherchez l'origine de l'apparition de la coloration bleue autour de l'électrode de cuivre.
2. a. D'où provient le dépôt de cuivre rouge autour de l'électrode de carbone ?
b. Pourquoi la solution de sulfate de cuivre se décolore-t-elle ?
3. Recherchez le rôle des électrons dans ces deux transformations chimiques.

Devenez un expert !

25 Un troc pas équitable

Élise fait passer un courant électrique dans une solution de sulfate de cuivre dans laquelle trempent deux électrodes de cuivre.

Petit à petit, elle constate qu'une électrode de cuivre placée dans la solution grossit, alors que l'autre diminue de taille.



Votre mission : Trouvez ce qui arrive au cuivre à chaque électrode.

VOS INDICES : Un ion Cu^{2+} est un atome de Cu qui a perdu deux électrons.

26 Où sont les bornes ?

Alexis possède un générateur dont la nature des bornes n'est pas indiquée. Mélanie affirme qu'elle est capable d'identifier les bornes, sans appareil électrique, en utilisant uniquement quelques produits et phénomènes chimiques.



Votre mission : Imaginez un test pour identifier les bornes du générateur.

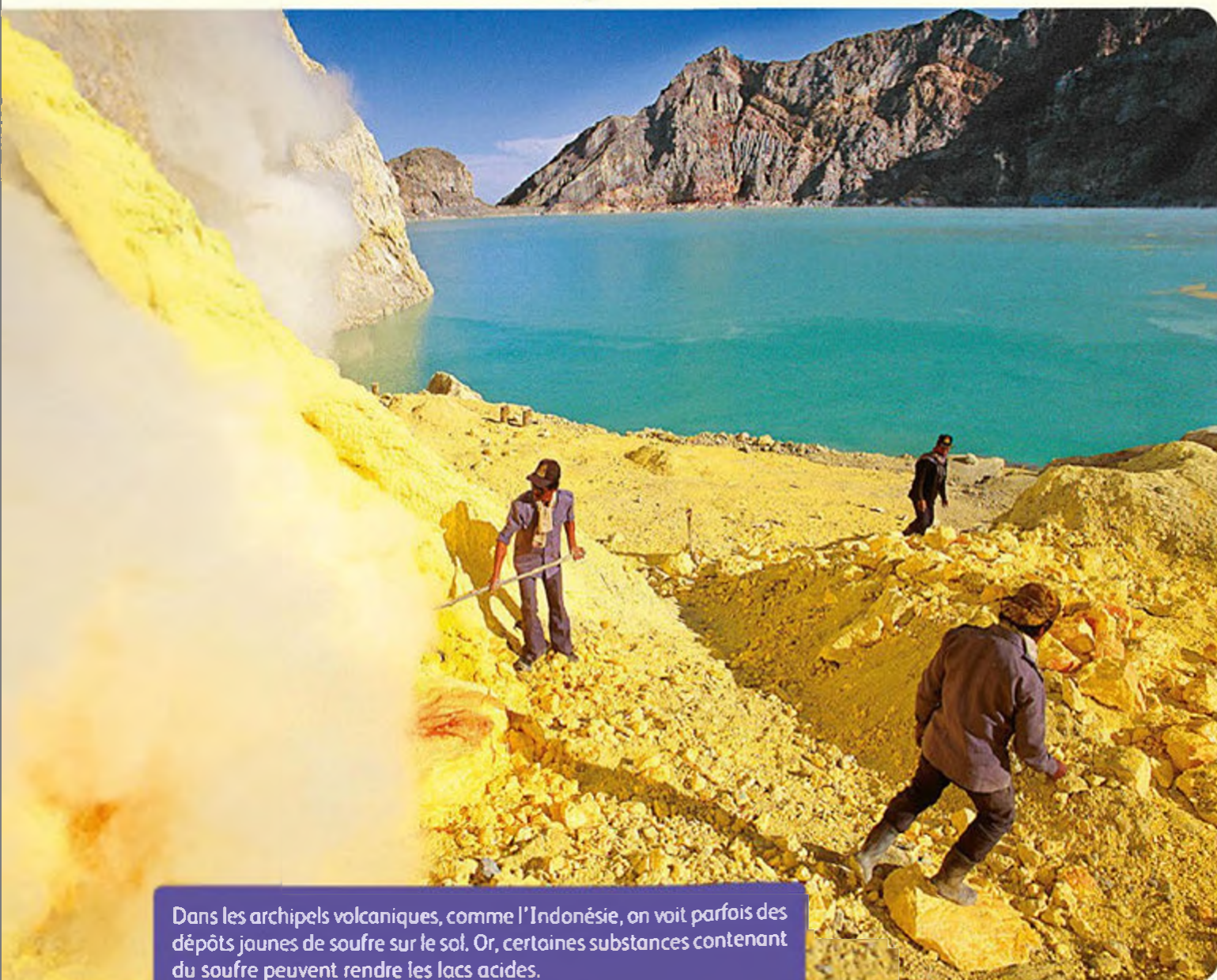
VOS INDICES : Les ions Cu^{2+} sont bleus et les ions permanganate sont violets.

Tests de reconnaissance de quelques ions

Objectifs

- Reconnaître la présence de certains ions dans une solution aqueuse.
- Distinguer les solutions neutres, acides et basiques.
- Identifier les dangers des solutions acides et basiques concentrées.

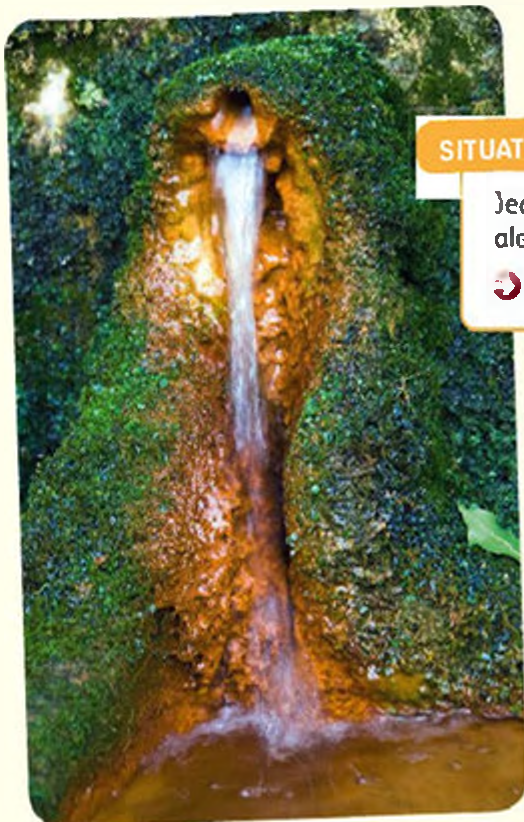
Pour commencer à réfléchir



Dans les archipels volcaniques, comme l'Indonésie, on voit parfois des dépôts jaunes de soufre sur le sol. Or, certaines substances contenant du soufre peuvent rendre les lacs acides.

👉 Comment savoir si l'eau d'un lac est acide ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Jean et Lucas sont frappés par la couleur des rives aux alentours de cette source d'eau ferrugineuse.

➡ Pourquoi qualifie-t-on cette eau de ferrugineuse ?

SITUATION 2

Pour éviter que l'eau d'une piscine ne se trouble, son pH doit être compris entre 7,2 et 7,4.

➡ Comment vérifier si la valeur du pH est bien comprise dans cet intervalle ?



SITUATION 3

Afin de réduire la masse des emballages, les produits d'entretien sont de plus en plus souvent concentrés. De ce fait, ils sont plus dangereux.

➡ Quelles sont les précautions à prendre pour les utiliser ?

Activité 1

Comment reconnaître la présence des ions chlorure, cuivre, fer II et fer III, dans une solution ?

Expérimentez

- Versez respectivement dans quatre tubes à essai : quelques millilitres de solutions de chlorure de sodium **a**, de sulfate de cuivre **b**, de sulfate de fer II **c** et de chlorure de fer III **d** (Fig. 1).
- À l'aide d'une pipette, ajoutez quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent dans la solution de chlorure de sodium (Fig. 2).
- Avec une autre pipette, ajoutez quelques gouttes de soude dans les trois autres tubes (Fig. 2).

Faites attention !

Pour réaliser un test, versez quelques millilitres de la solution à tester; puis ajoutez quelques gouttes du réactif approprié.



Fig. 1 Solutions à tester

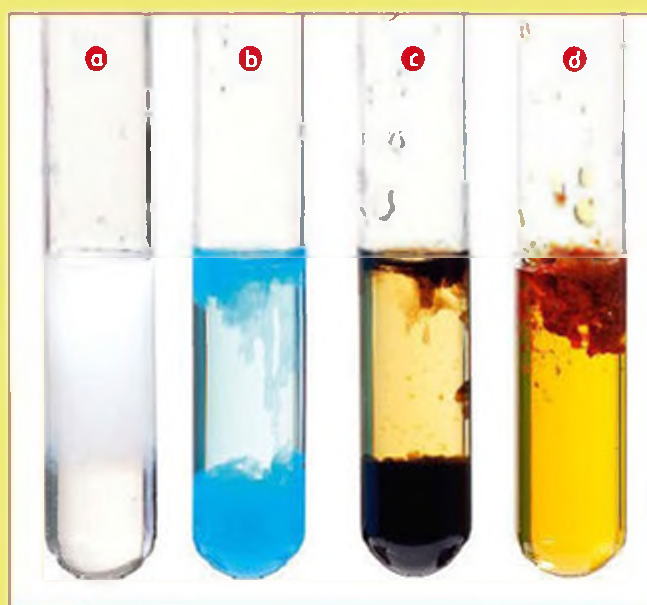


Fig. 2 Précipités obtenus après ajout du réactif approprié

Observez

1. Dans un tableau, relevez le nom de la solution testée en précisant l'ion à identifier, le nom du réactif et la couleur du précipité obtenu (Fig. 1 et 2) (► [coin ressource](#)).

Interprétez

2. Comment met-on en évidence les ions chlorure dans une solution (Fig. 2) ?
3. Comment met-on en évidence les ions cuivre dans une solution (Fig. 2) ?
4. Comment pouvez-vous distinguer les ions fer II des ions fer III (Fig. 2) ?

Concluez

5. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment reconnaître la présence des ions chlorure, cuivre, fer II et fer III dans une solution ? »

Le coin

ressource

Ion	Formule
Chlorure	Cl^-
Fer II	Fe^{2+}
Fer III	Fe^{3+}
Cuivre	Cu^{2+}
Sodium	Na^+

Comment distinguer les solutions acides, neutres et basiques ?

Expérimentez

- Dans un bécher, versez 50 mL environ de boisson au cola.
- À l'aide d'un pH-mètre, mesurez son pH (**Fig. 1**).
- Réalisez la même opération avec d'autres solutions : du jus de citron, du vinaigre, de l'eau minérale (**Fig. 2**), de l'eau de Javel (**Fig. 3**), de la soude et de l'ammoniaque.

Faites attention !

Avant de changer le pH-mètre de solution, rincez-le et essuyez-le avec du papier absorbant. En fin d'utilisation, remettez le bouchon protecteur.



Fig. 1 Mesure du pH d'une boisson au cola



Fig. 2 Mesure du pH d'une eau minérale



Fig. 3 Mesure du pH d'une solution d'eau de Javel

Observez

1. Relevez le pH de chacune des solutions testées.
2. Quelles sont les solutions, comme celle de la **figure 1**, dont le pH est inférieur à celui de l'eau minérale ?
3. Quelles sont les solutions, comme celle de la **figure 3**, dont le pH est supérieur à celui de l'eau minérale ?

Interprétez

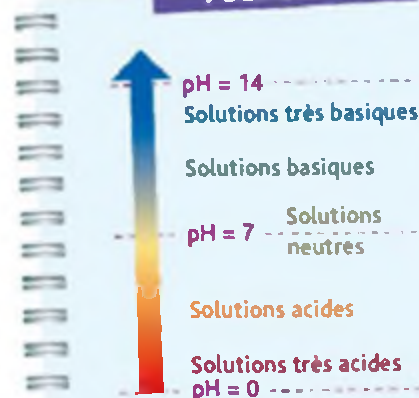
4. Quelles sont, parmi celles testées, les solutions acides (► **Coin ressource**) ?
5. Quelles sont, parmi celles testées, les solutions basiques (► **Coin ressource**) ?
6. L'eau minérale est-elle acide, basique ou neutre ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment distinguer les solutions acides, neutres et basiques ? »

Le coin

ressource



Activité 3

Quels sont les dangers des produits concentrés ? Quelles précautions faut-il prendre pour les utiliser ?

Étudiez un document

- On trouve communément à la maison des produits chimiques, comme, par exemple, des détartrants ou des décapants liquides. La plupart des produits ménagers sont des produits acides ou basiques concentrés.
- Ci-contre (Fig. 1 et 2) sont reproduites les étiquettes de deux flacons contenant de l'acide chlorhydrique à des concentrations différentes.
- Tous les contenants de produits chimiques portent des étiquettes sur lesquelles figurent des symboles et des avertissements codés (Fig. 3), qui indiquent comment utiliser le produit sans danger.

Acide chlorhydrique

34 % – d. 1,17

• Pureté min. : 34 %

• d : 1,17

Environ 11 M

Liquide incolore ou légèrement jaunâtre, odeur piquante.

H314 – H335

P102 – P280 – P260

P305 + P351 + P338 + P310 + P321

P303 + P361 + P352



Danger



Fig. 1 Un détartrant WC

Acide chlorhydrique

Solution titrée

1 M = 1 mol/L

Solution prête à l'emploi

P102 – P280



Fig. 2 Une solution acide diluée pour laboratoire

H314 Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires.

H335 Peut irriter les voies respiratoires.

P102 Tenir hors de portée des enfants.

P280 Porter des gants et des vêtements de protection, un équipement de protection des yeux, du visage.

P260 Ne pas respirer les vapeurs.

P305-P351-P338-P310-P321 En cas de contact avec les yeux, rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Appeler immédia-

tement un centre antipoison. Traitement spécifique.

P303-P361-P352 En cas de contact avec la peau, les cheveux, enlever immédiatement les vêtements contaminés, rincer la peau à l'eau, se doucher.

Fig. 3 Mentions de danger H et conseils de prudence P

Extrayez des informations

1. Que signifient les lettres H et P ?
2. Quels sont les dangers repérés par les étiquettes (Fig. 1 et 2) ?
3. Combien d'indications codées (H ou P) comporte l'étiquette de chacun des produits présentés (Fig. 1 et 2) ?

Exploitez les informations

4. Quel flacon contient l'acide le plus dangereux ?
5. Comment rendre un acide moins dangereux ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quels sont les dangers des produits concentrés ? Quelles précautions faut-il prendre pour les utiliser ? »

Le coin

ressource

- Les dangers sont les conséquences d'une exposition au produit.
- Les précautions sont les gestes à accomplir pour réduire les risques ou cours de l'utilisation d'un produit.

Diluer une solution acide

Les produits ménagers sont souvent des solutions acides ou basiques très concentrées. Pour les utiliser, il peut être nécessaire d'effectuer une dilution, c'est-à-dire d'y ajouter de l'eau.

Étape 1



Étape 2



Étape 3



Étape 4



Étape 1

- Versons dans un bécher une petite quantité de détartrant.
- Mesurons le pH de la solution de détartrant.
- Notons que le pH est de 0,53 que nous arrondissons à 0,5.
- La solution est donc très acide.

Étape 2

- Versons 10 mL de détartrant dans un bécher contenant 90 mL d'eau.
- Attention ! **Versons toujours l'acide dans l'eau** et jamais l'eau dans l'acide pour éviter un échauffement brutal et des projections.
- Notons que le pH est de 1,54 que nous arrondissons à 1,5.
- Le pH a augmenté. La solution est moins acide.

Étape 3

- Répétons les mêmes opérations que précédemment.
- Notons que le pH est de 2,66 que nous arrondissons à 2,7.
- Le pH a encore augmenté, la solution est moins acide.

Étape 4

- Prélevons 10 mL de la solution précédente et versons-les dans un volume d'eau.
- Le pH est proche de 6, la solution est encore acide.
- En poursuivant la même opération plusieurs fois, le pH se rapproche progressivement du pH de l'eau, c'est-à-dire de celui d'une solution neutre.



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

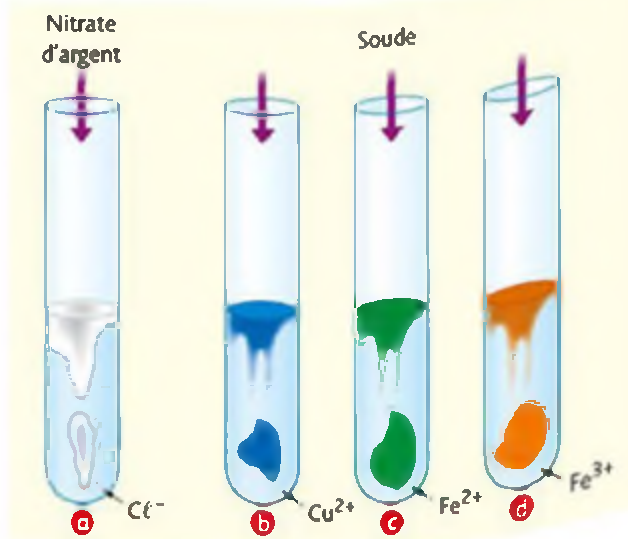
- 1 Pourquoi faut-il porter une blouse, des gants et des lunettes ? → Étape 1
- 2 Pourquoi ne verse-t-on pas du détartrant, puis de l'eau ? → Étape 2
- 3 Au cours de la dilution, comment varie le pH ? → Étape 3
- 4 Quelle est la valeur limite du pH si on poursuit la dilution ? → Étape 4

1 Tests de reconnaissance de quelques ions

→ Activité 1

- Pour identifier un ion dans une solution, on verse dans celle-ci une petite quantité d'un réactif approprié et on observe l'apparition d'un solide coloré appelé **précipité**.
- Le tableau suivant récapitule les réactifs utilisés pour reconnaître chacun des ions et les couleurs des précipités observés.

Ion identifié	Réactif	Précipité...
Chlorure – Cl^-	Solution de nitrate d'argent	blanc qui noircit à la lumière a
Cuivre – Cu^{2+}	Soude	bleu b
Fer II – Fe^{2+}		vert c
Fer III – Fe^{3+}		rouille d



À retenir

Les ions chlorure Cl^- et les ions métalliques Cu^{2+} , Fe^{2+} et Fe^{3+} peuvent être mis en évidence en solution par des tests de reconnaissance : ils forment des précipités de couleurs différentes.

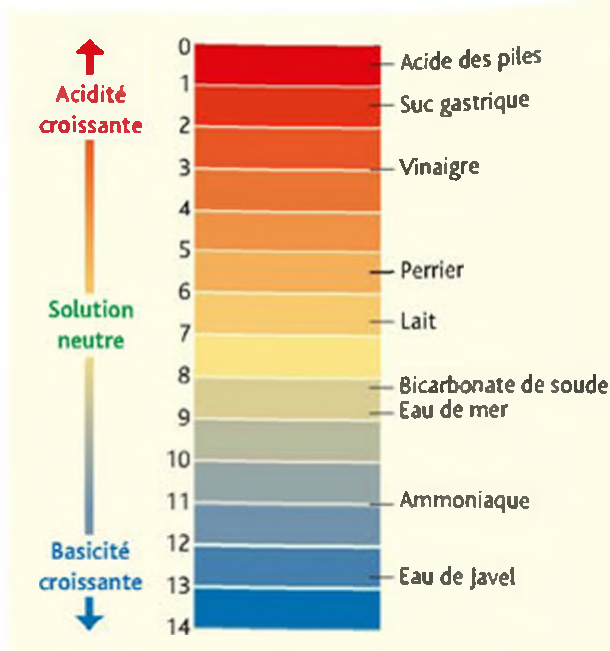
SOCLE

→ Exercices 1, 2 et 3, page 58

2 Le pH des solutions aqueuses

→ Activité 2

- Le pH permet d'évaluer l'acidité ou la basicité d'une solution. C'est un nombre **sans unité**, compris entre 0 et 14.
- Les mesures de pH effectuées à l'aide d'un pH-mètre ou d'un ruban de papier pH, indiquent que :
 - l'eau pure est un liquide **neutre**, son pH est égal à 7 ;
 - une solution **acide** a un pH inférieur à 7 ;
 - une solution **basique** a un pH supérieur à 7.
- Toutes les solutions aqueuses contiennent des ions **hydrogène H^+** et **hydroxyde HO^-** . Une solution neutre contient autant d'ions H^+ que d'ions HO^- . Une solution acide contient plus d'ions H^+ que d'ions HO^- . Une solution basique contient plus d'ions HO^- que d'ions H^+ .



À retenir

Une solution est acide si son pH est inférieur à 7, neutre s'il est égal à 7, et basique s'il est supérieur à 7.

SOCLE

→ Exercices 4, 5 et 6, page 58

3 Les dangers des produits acides ou basiques concentrés

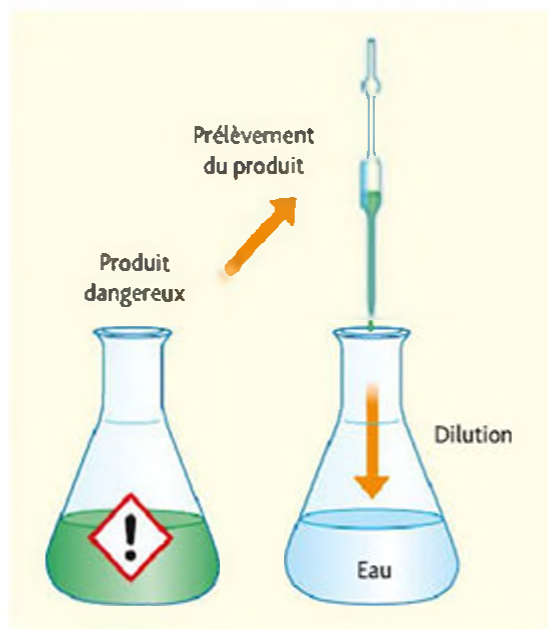
→ Activité 3

- Les solutions acides ou basiques concentrées présentent des dangers (corrosifs, irritants...). Les pictogrammes de sécurité indiquent les dangers encourus.
- Diluer une solution permet de faire tendre son pH vers la valeur 7 : la solution devient alors moins acide (ou moins basique). Lors de la dilution des solutions acides et basiques concentrées, il faut respecter les consignes de sécurité.
- Après toute utilisation de ces solutions, il faut respecter les règles d'élimination et de stockage car certaines solutions présentent un danger pour l'environnement.

À retenir

Les produits acides ou basiques concentrés présentent un danger pour la santé des utilisateurs et pour l'environnement. On diminue leurs dangers en les diluant.

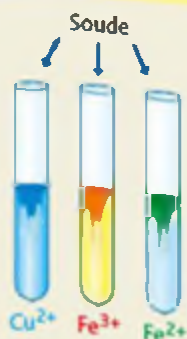
SOCLE



→ Exercices 7, 8 et 9, page 58

SCHEMA-BILAN

Tests de reconnaissance de quelques ions

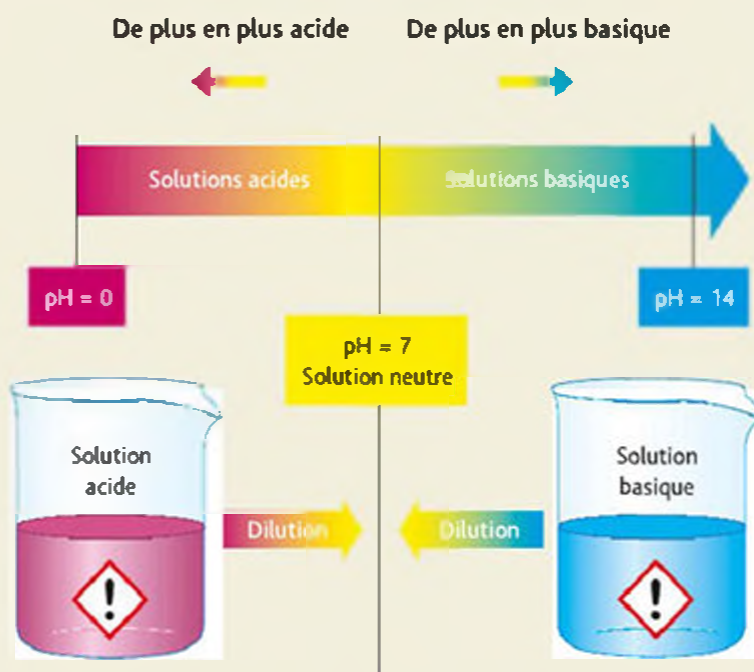


Solution de nitrate d'argent

Cl^-



Le pH des solutions aqueuses



La dilution d'un produit concentré le rend moins dangereux

Le pH fait le ménage

Les nombreux produits ménagers utilisés quotidiennement contiennent des liquides acides ou basiques (Fig. 3).

Pour lutter contre les dépôts de calcaire (ou tartre) sur les canalisations, dans les cafetières, dans les lave-linge, on pourrait penser utiliser un acide comme l'acide chlorhydrique, mais il présente des dangers, c'est pourquoi on l'utilise exceptionnellement. On lui préfère des substances acides naturelles, comme le jus de citron ou le vinaigre blanc à l'odeur caractéristique, et beaucoup moins dangereux.

L'eau de Javel est une solution basique. Elle se présente sous forme liquide (en bouteilles ou en berlingots) ou sous forme solide (en pastilles). Elle est commercialisée dans des emballages en matière plastique à différents niveaux de dilution. La quantité de chlore est exprimée en pourcentage de chlore actif (c.a.). Il représente la masse de dichlore formé à partir de 100 g d'eau de Javel. On trouve par exemple des bouteilles d'eau de Javel à 2,6 % de chlore actif et des berlingots d'eau de Javel concentrée à 9,6 % de chlore actif. L'eau de Javel ne doit pas être mélangée à une substance acide, comme un détartrant, car un gaz dangereux serait produit : du dichlore.



Fig. 3

- 1 Comment lutte-t-on contre le tartre présent dans les maisons ?
- 2 Quelles sont les utilisations principales de l'eau de Javel ?
- 3 **B21** Recherchez quelle est la différence entre chlore actif et chlore libre.



Fig. 4 Une forêt du nord de l'Allemagne en 1970, puis en 1985.

Environnement

Plus acide, tu meurs !

Les émissions d'oxyde de soufre, d'azote et de dioxyde de carbone ont un effet direct sur l'acidité des océans. Le pH des eaux de surface est en baisse constante, c'est-à-dire que l'acidité des océans augmente. On observe le déplacement de certaines espèces, la diminution de la formation de plancton, le développement d'algues toxiques pour d'autres espèces... Certains poissons risquent de mourir de faim.

En ce qui concerne les forêts (Fig. 4) et l'agriculture, les pluies acides infligent des dommages aux feuilles, empêchent la germination, retardent le développement, abîment les racines et augmentent probablement la sensibilité des végétaux face aux insectes et aux maladies.

Enfin, les pluies acides posent de nombreux risques pour la santé publique. Acidifiés, les approvisionnements en eau potable peuvent être contaminés car les métaux lourds (toxiques) y sont plus facilement dissous. La concentration accrue des métaux lourds dans les poissons vivant dans les lacs et les rivières acidifiés peut présenter un risque pour les populations qui en consomment une grande quantité.

- 1 Qu'est-ce qui est responsable de l'augmentation de l'acidité de l'eau des océans ?
- 2 Quelles sont les conséquences de ce phénomène ?
- 3 **B21** Recherchez d'autres effets de l'augmentation de l'acidité due aux pluies acides sur notre planète.

Exercices

Testez vos connaissances

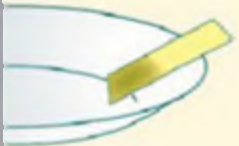
Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 217

Tests de reconnaissance des ions

	A	B	C
1 Pour reconnaître les ions Cl^- , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , on utilise la couleur des...	produits	précipités	réactifs
2 Quel réactif utilise-t-on pour mettre en évidence l'ion chlorure Cl^- ?	La soude	Le nitrate d'argent	Le sulfate de cuivre
3 Quel schéma correspond au test caractéristique de l'ion fer II ?			

pH des solutions aqueuses

SOCLE

4 En solution aqueuse, le pH est un nombre compris entre...	0 et 7	7 et 14	0 et 14
5 On considère une solution d'ammoniaque de pH égal à 10.	Elle est acide	Elle est neutre	Elle est basique
6 On dépose quelques gouttes de vinaigre sur du papier pH. Sachant que le vinaigre est un acide, quelle couleur le papier pH prend-il alors ?			



Danger des produits acides ou basiques concentrés

SOCLE

7 Pour diminuer le danger d'une solution acide, on la...	concentre	dilue	précipite
8 Comment varie le pH lors de la dilution d'un produit de pH = 9 ?	Il ne change pas	Il augmente	Il diminue
9 Laquelle de ces manipulations présente un danger ?			

Avez-vous compris l'essentiel ?

Tests de reconnaissance de quelques ions

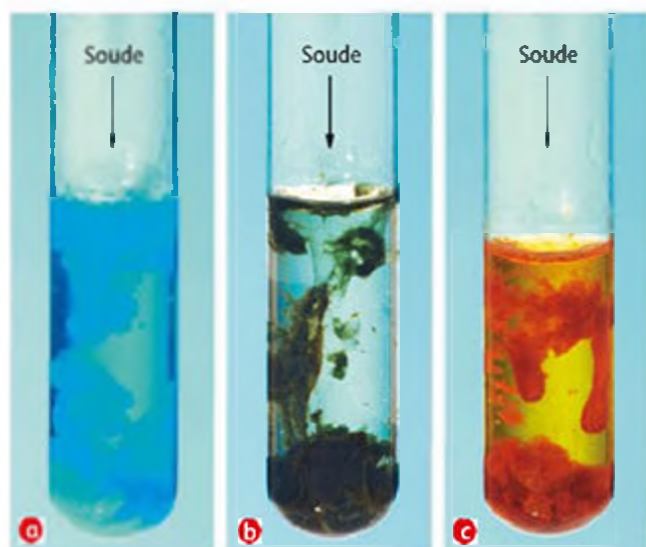
10 L'ion chlorure

L'eau salée contient les ions Na^+ et Cl^- .

1. Quel réactif permet de mettre en évidence l'ion chlorure ?
2. Qu'observe-t-on en rajoutant ce réactif ?
3. Qu'observe-t-on quelques instants plus tard ?

11 Identifier un ion

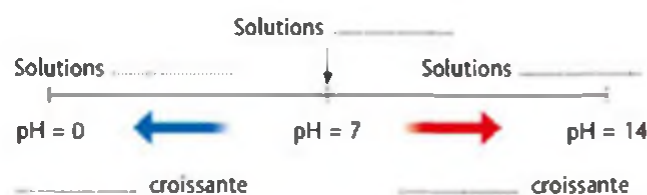
Indiquez pour chacun des tests suivants le nom et la formule de l'ion identifié.



SOCLE

12 Légèrer une échelle de pH

Recopiez et complétez le schéma avec les mots suivants : acidité, acides, basicité, basiques, neutres.



13 Mesure du pH

On étudie le pH d'une solution d'ammoniaque.

1. Cette boisson est-elle acide ? Pourquoi ?
2. Quel est le nom de l'appareil utilisé ?
3. Comment aurait-on pu mesurer le pH autrement ?



Les dangers des produits acides ou basiques concentrés

SOCLE

14 Évaluer un danger expérimental

Élodie réalise la dilution d'une solution d'acide chlorhydrique.



1. Pour quelle raison a-t-on collé un pictogramme sur le récipient ?
2. Le geste effectué est-il correct ?

15 Dilution d'une solution

1. Remettre les schémas d'une dilution dans l'ordre.

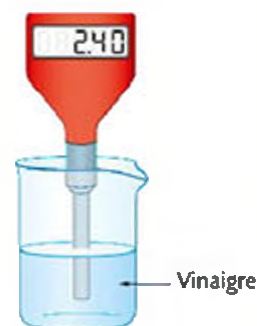


2. Comment évolue le pH entre la première et la dernière étape ?
3. Comment évolue le pH au cours de cette dilution ?

16 Diluer du vinaigre

Un pH-mètre plongé dans du vinaigre indique 2,40.

1. Le vinaigre est-il acide ou basique ?
2. Que peut-on en déduire sur les quantités des ions H^+ et HO^- ?
3. En ajoutant de l'eau dans ce vinaigre, comment varierait le pH ?



Exercices

Utilisez ce que vous avez appris

17 Mélanges de solutions

Obtient-on une solution acide, basique ou neutre en mélangeant :

- un jus de citron et un soda au cola ?
- une solution d'eau de Javel et de la soude ?
- un jus de citron et de l'eau ?

18 L'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution fréquemment utilisée comme désinfectant et comme décolorant. C'est un produit toxique et corrosif, qui provoque des brûlures sur la peau et les yeux, surtout quand elle est sous forme concentrée dans les berlingots en plastique.

L'eau de Javel contenue dans le berlingot doit souvent être diluée, comme proposé sur la photo ci-dessous.



1. Observez les schémas. Pourquoi le mode d'emploi est-il correct ?
2. Que signifie le pictogramme sur le berlingot ? Est-il en accord avec le texte au-dessous ?
3. Pourquoi ne faut-il pas conserver de l'eau de Javel dans une bouteille d'eau minérale ?
4. Comment varie le pH de l'eau de Javel (solution basique) lors de sa dilution ?

19 Des indicateurs naturels

Le jus de chou rouge prend différentes couleurs suivant le pH :



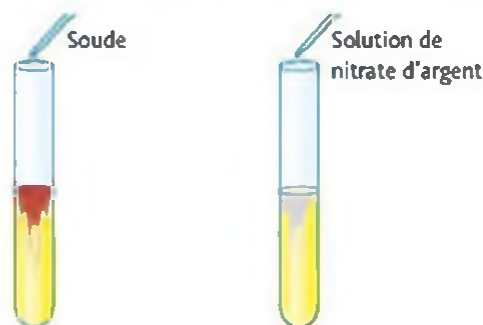
On mesure le pH de certaines solutions :

eau de mer (8,5) ; eau de pluie (6,2) ; eau de Javel (11,1) ; vinaigre (2,9) ; Coca-Cola (2,5) ; vin (4) ; Perrier (6,1) ; jus de pomme (4,2).

1. Quelle serait la couleur du jus de chou rouge dans chacune de ces solutions ?
2. Classez ces solutions de la plus acide à la plus basique.
3. Il arrive parfois qu'on ajoute un peu d'eau dans le vin. Comment varie alors le pH ?

20 Identification des ions d'une solution

Aurélien réalise les deux expériences ci-dessous afin de déterminer la composition d'une solution inconnue :



1. Quels ions Aurélien a-t-elle mis en évidence ?
2. Quel est le nom de la solution inconnue ?

21 La piscine

Pour tester la qualité des eaux d'une piscine, Naïs réalise deux tests rapides : la teneur en chlore et la mesure du pH. Elle verse un échantillon d'eau dans deux tubes, puis elle ajoute les réactifs tests.



1. Le pH de l'eau de la piscine doit-il être modifié ? Si oui, doit-on ajouter une solution acide ou basique ?
2. Naïs dispose de deux boîtes, sur lesquelles on lit « pH plus » et « pH moins ». Laquelle doit-elle utiliser ?
3. Sachant que l'on utilise un traitement à base de chlore, faut-il rehausser la teneur en chlore, la diminuer ou ne rien faire ?

22 Nombre d'ions

Une solution de pH = 7 contient 6×10^{16} ions H^+ pour un litre de solution. De plus, le pH diminue d'une unité quand on multiplie par 10 le nombre d'ions H^+ dans un litre de solution. Quel sera le pH d'une solution qui contient 1 000 fois plus d'ions H^+ par litre qu'une solution de pH 7 ?

23 In English

We measured the pH of some common domestic products :



1. What can we use to measure the pH of these solutions ?
2. Indicate for each product if it is acid, neutral or alkaline.
3. Classify the above products according to their degree of acidity, from the most to the least acidic.

WHELP ! Alkaline : basique (ou alcalin) ; unblocker : déboucheur ; bleach : eau de Javel.

24 ... Veis la Seconde

Diluer 10 fois une solution revient à rajouter de l'eau jusqu'à ce que le volume final soit 10 fois plus grand que le volume de départ.

Kévin dilue 10 fois une solution de pH égal à 2.



1. Dans quel volume d'eau doit-il verser 10 mL d'acide ?
2. Le pH de la solution obtenue est-il égal à 1 ou à 3 ? Justifiez votre réponse.
3. Vers quelle valeur tend le pH lorsqu'on ajoute de plus en plus d'eau ?
4. Pourrait-on obtenir une solution basique en diluant une solution acide ?
5. Après la dilution, dans la solution obtenue, Kévin a-t-il plus d'acide, la même quantité d'acide ou moins d'acide ? Justifiez votre réponse.

Devenez un expert !

25 Combattre l'acidité gastrique

La mère de Sarah est incommodée car certains aliments lui provoquent des remontées acides et sa digestion est perturbée. Son médecin, pour la soigner, lui prescrit un médicament anti-acide.

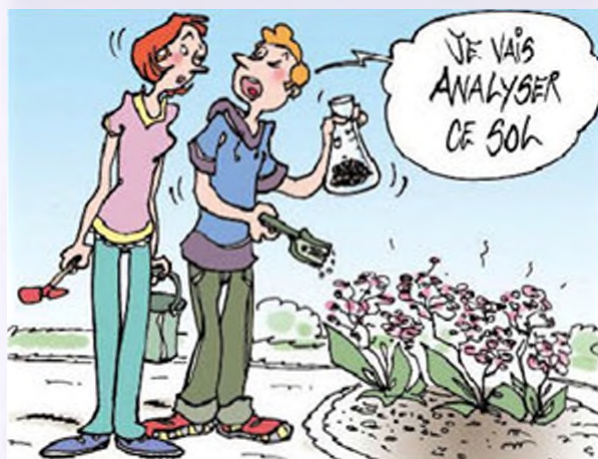


Votre mission Trouvez comment ce médicament combat l'acidité.

VOS INDICES : Sur la boîte du médicament figure l'indication pH : 9-11.

26 Le bon engrais

Françoise essaye de cultiver des hortensias dans son jardin mais est très déçue du résultat obtenu : elle n'obtient que peu de fleurs.



Votre mission Trouvez pourquoi Françoise n'obtient que peu de fleurs.

VOS INDICES : pH de différentes terres :
 – terrain calcaire : pH > 8,
 – terre de bruyère : pH = 4.

Réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique

Objectifs

- Reconnaître les ions présents dans l'acide chlorhydrique.
- Mettre en évidence les produits de la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique.
- Écrire le bilan de la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique.

Pour commencer à réfléchir

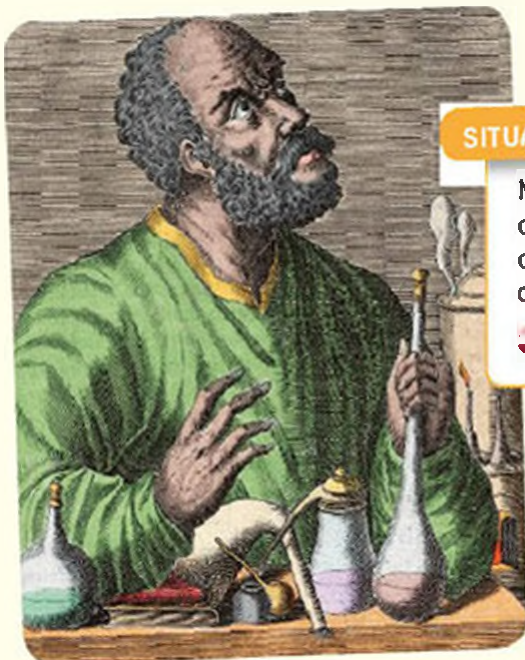


Sur les étiquettes de certains pesticides figure, entre autres, l'indication « corrosif ».

Ces produits sont vendus dans des flacons en plastique.

➔ Pourquoi n'est-il pas possible de conserver ces pesticides dans des récipients métalliques ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Muni de fioles et de cornues, l'alchimiste Jabir Ibn Hayyan découvrit, en l'an 800, le chlorure d'hydrogène. Ce gaz donne de l'acide chlorhydrique après sa dissolution dans l'eau. L'acide chlorhydrique a longtemps été appelé « esprit de sel ».

➤ D'où provient l'appellation « esprit de sel » ?



SITUATION 2

Les canettes de soda sont soit en acier soit en aluminium.

➤ Pourquoi recouvre-t-on de vernis l'intérieur des canettes de boisson ?



SITUATION 3

Un clou en fer immergé dans de l'acide chlorhydrique disparaît après quelques minutes. Quentin affirme que le fer s'est dissous et Axel pense que le fer a été consommé.

➤ Qui a raison ?

Activité 1

Quels sont les ions présents dans l'acide chlorhydrique ?

Expérimentez

- Sur l'étiquette d'un flacon d'acide chlorhydrique, on voit un pictogramme de sécurité (Fig. 1).
- Versez de l'acide chlorhydrique dilué dans un bécher. Mesurez son pH (Fig. 2).
- Versez une petite quantité d'acide chlorhydrique dilué dans un tube à essai. À l'aide d'une pipette, ajoutez quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent (Fig. 3).

Faites attention !

Pour manipuler de l'acide chlorhydrique, il est nécessaire de porter des gants et des lunettes.



Fig. 1 Étiquette de l'acide chlorhydrique



Fig. 2 Mesure du pH



Fig. 3 Après ajout de nitrate d'argent

Observez

1. Que signifie le pictogramme présent sur le flacon d'acide chlorhydrique (Fig. 1) ? Quel est l'aspect de la solution ?
2. Quel est le pH de l'acide chlorhydrique (Fig. 2) ?
3. Quelle est la couleur du précipité obtenu immédiatement après l'ajout du nitrate d'argent (Fig. 3) ? Après un certain temps d'exposition à la lumière ?

Interprétez

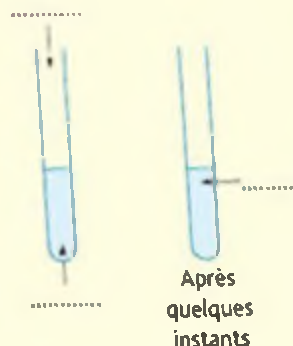
4. Quels sont les ions dont on reconnaît la présence en mesurant le pH ?
5. Quels sont les ions mis en évidence à l'aide de la solution de nitrate d'argent ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quels sont les ions présents dans l'acide chlorhydrique ? » Vous pouvez faire des schémas pour illustrer votre réponse (► Pour vous aider).

Pour vous aider à schématiser

► Voici un exemple de schéma incomplet correspondant à la figure 3 :



Que produit la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer ?

Expérimentez

- Introduisez des clous en fer dans un tube à essai et recouvrez-les d'acide chlorhydrique dilué (**Fig. 1**).
- Approchez une allumette enflammée de l'ouverture du tube à essai (**Fig. 2**).
- Lorsque le dégagement gazeux cesse, versez quelques millilitres dans un second tube à essai.
- À l'aide d'une pipette, ajoutez quelques gouttes d'une solution de soude dans le second tube (**Fig. 3**).

Faites attention !

Cette réaction présente des risques de projection. Vous devez manipuler au-dessus de l'évier et diriger le tube à essai vers le mur.

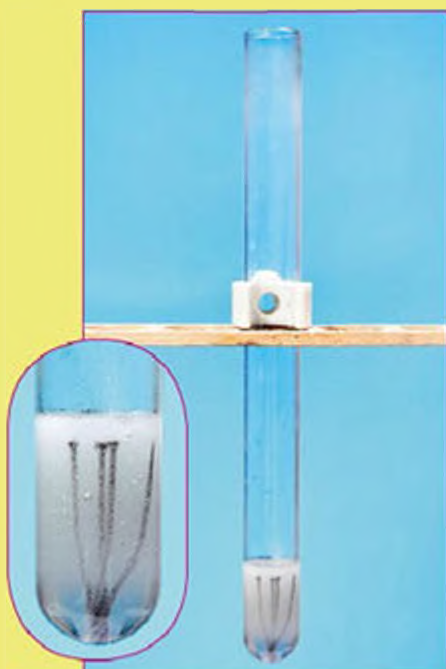


Fig. 1 Après ajout d'acide chlorhydrique



Fig. 2 Mise en évidence du gaz qui se dégage

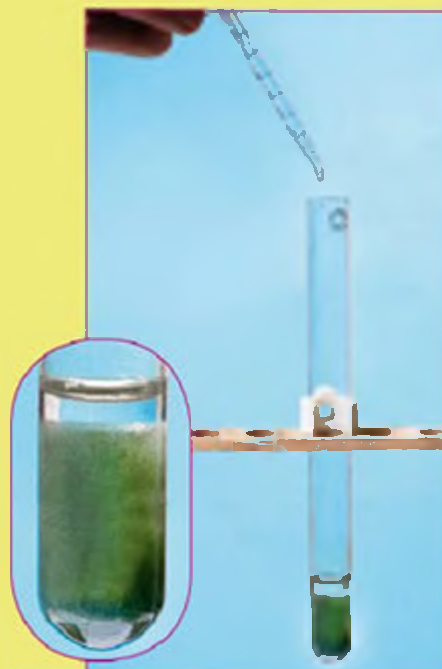


Fig. 3 Après ajout de soude

Observez

1. Qu'observez-vous dans le tube (**Fig. 1**) ?
2. Que se passe-t-il lorsqu'on approche une allumette enflammée de l'ouverture du tube (**Fig. 2**) ?
3. Quelle est la couleur du précipité obtenu après ajout de la soude (**Fig. 3**) ?

Interprétez

4. Quel est le gaz qui se dégage (► **Coin ressource**) ?
5. Quel est l'ion mis en évidence par la soude ?
6. Quels sont les critères montrant qu'il s'agit d'une transformation chimique ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Que produit la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer ? »

Le coin

ressource

- Le dihydrogène est un gaz incolore et inodore.
- En présence d'une flamme, il produit un bruit caractéristique, appelé « jappement ».

Activité 3

Qu'est-ce qui disparaît lors de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer ?

Expérimentez

- Introduisez des clous en fer dans un tube à essai et recouvrez-les d'acide chlorhydrique dilué.
- À l'aide du papier pH, mesurez le pH de la solution obtenue (Fig. 1).
- Lorsque le dégagement gazeux cesse, mesurez de nouveau le pH en procédant de manière identique (Fig. 2).
- Versez environ 1 mL de la solution obtenue dans un second tube à essai.
- Avec une pipette, ajoutez dans le tube quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent (Fig. 3).

Faites attention !

Pour mesurer le pH, ne pas tremper directement le papier pH dans le liquide, mais en prélever une goutte avec un agitateur et la déposer sur le papier pH.

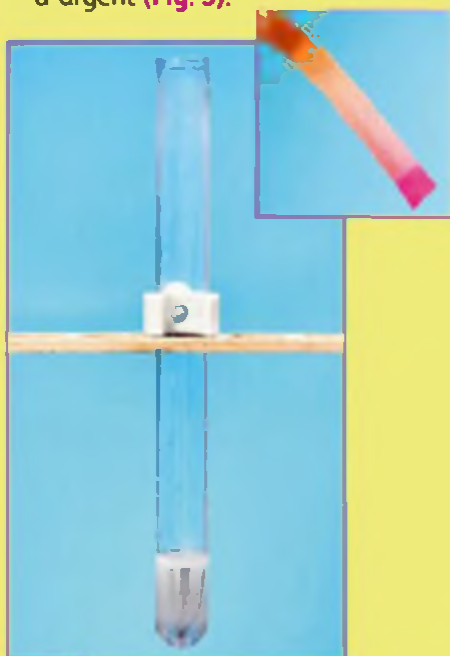


Fig. 1 Mesure du pH initial

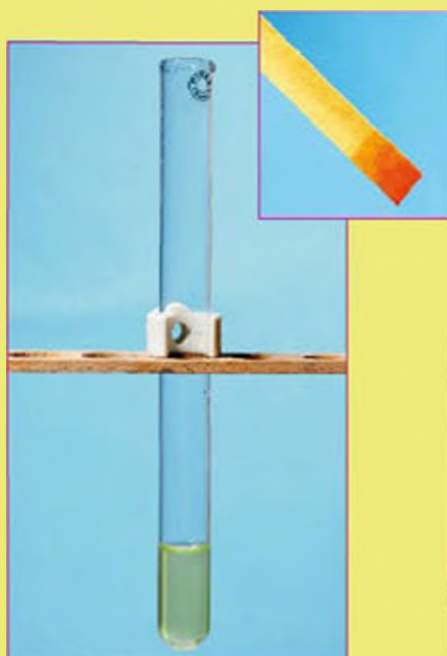


Fig. 2 Mesure du pH final



Fig. 3 Après ajout de nitrate d'argent

Observez

1. Quelle est la valeur du pH initial (Fig. 1) ? Du pH final (Fig. 2) ?
(► **Coin ressource**) ?
2. Quelle couleur prend la solution (Fig. 2) ?
3. Qu'est-il arrivé aux clous en fer ?
4. Qu'observe-t-on quand on verse du nitrate d'argent (Fig. 3) ?

Interprétez

5. Comment varie le pH lors de la transformation chimique ? Que pouvez-vous en déduire concernant les ions hydrogène H^+ ?
6. Quels sont les ions mis en évidence par l'ajout de nitrate d'argent ? Que pouvez-vous en déduire concernant ces ions ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Qu'est-ce qui disparaît lors de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer ? »

Le coin

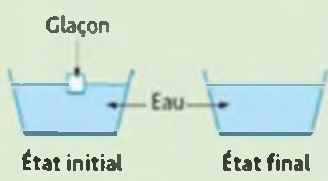
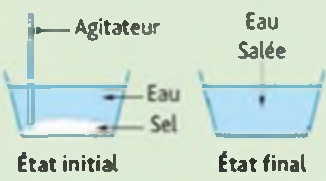
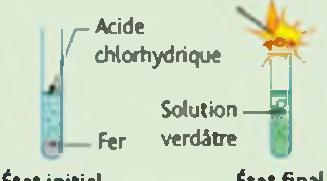
ressource

À chaque couleur du papier pH correspond une valeur du pH donnée par l'échelle des teintes.



Reconnaître une transformation chimique

Quels sont les critères qui permettent de distinguer une transformation chimique d'une transformation physique ?

Exemples	Fusion de la glace	Dissolution du sel dans l'eau	Action de l'acide chlorhydrique sur le fer
Critères			
1. Une modification d'état physique a-t-elle lieu ?	OUI État initial : solide État final : liquide	OUI État initial : solide + liquide État final : liquide	OUI État initial : solide + liquide État final : liquide + gaz
2. Des substances semblent-elles avoir disparu ?	OUI Le glaçon.	OUI Le sel.	OUI Le fer.
3. Ont-elles réellement disparu ?	NON L'eau a changé d'état.	NON Le sel s'est dissous dans l'eau.	? Les critères suivants sont nécessaires pour répondre.
4. Peut-on retrouver les substances initiales ?	OUI En refroidissant de l'eau liquide, on peut reformer un glaçon.	OUI Par évaporation de l'eau, on retrouve les cristaux de sel.	NON Une évaporation ne permet pas de récupérer le fer.
5. De nouvelles espèces chimiques sont-elles apparues ?	NON Il s'agit toujours de l'eau.	NON Le sel est toujours présent dans l'eau.	OUI • Un dégagement gazeux (dihydrogène) • Des ions Fe^{2+}
6. Peut-on isoler de nouvelles substances ?	NON	NON	OUI • Le gaz peut être recueilli par dégagement sur une cuve à eau. • Un solide verdâtre peut être obtenu par évaporation de la solution finale.

Avez-vous bien compris les différents critères ?



1 Pourquoi la fusion de la glace est-elle une transformation physique ? Donnez les différents critères correspondants.

2 Quels critères montrent que la dissolution du sel dans l'eau est une transformation physique ?

3 Relevez les différents critères permettant de montrer que l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer est une transformation chimique.

1 L'acide chlorhydrique

→ Activité 1

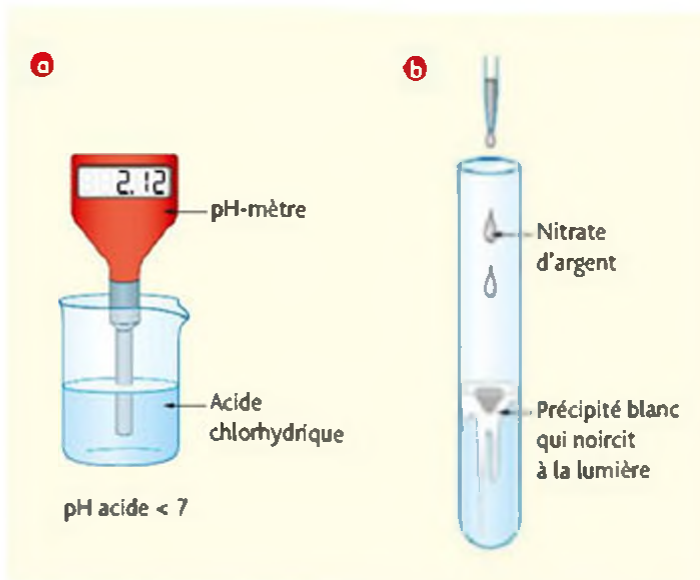
- L'acide chlorhydrique est un liquide incolore et corrosif. Il doit être manipulé avec précautions (gants, lunettes).

Les ions hydrogène

- Le pH de l'acide chlorhydrique est inférieur à 7. Cette valeur confirme son caractère acide **a**.
- L'acide chlorhydrique contient donc des ions hydrogène, de formule H^+ .

Les ions chlorure

- En versant quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent dans un tube à essai contenant de l'acide chlorhydrique, il se forme un précipité blanc qui noircit à la lumière **b**.
- L'acide chlorhydrique contient donc des ions chlorure, de formule Cl^- .



À retenir

L'acide chlorhydrique contient des ions hydrogène H^+ et des ions chlorure Cl^- en solution dans l'eau.

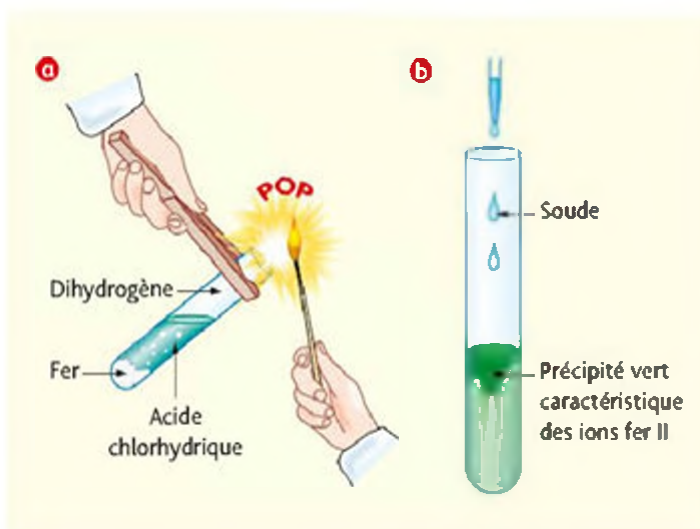
SOCLE

→ Exercices 1, 2 et 3, page 72

2 L'acide chlorhydrique réagit avec le fer

→ Activité 2

- Lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique dans un tube à essai contenant du fer, il se produit un dégagement gazeux.
- En approchant une flamme de ce gaz, il se produit un « joppement » caractéristique du dihydrogène, de formule H_2 **a**.
- En versant quelques gouttes de soude dans la solution finale, on observe un précipité vert **b** : la solution contient des ions fer II, de formule Fe^{2+} .
- De nouvelles espèces chimiques se sont formées : il s'agit donc d'une transformation chimique.



À retenir

Une transformation chimique a lieu lorsqu'on met de l'acide chlorhydrique en contact avec du fer.

SOCLE

→ Exercices 4, 5 et 6, page 72

3 Bilan de la réaction

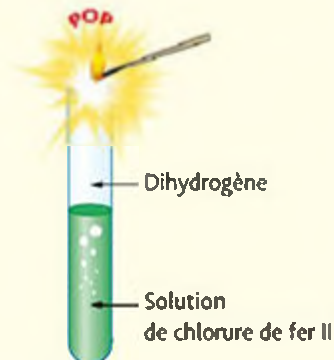
→ Activité 3

- En versant de l'acide chlorhydrique dans un tube à essai contenant du fer, le fer et les ions hydrogène disparaissent. Le pH de la solution augmente, il se forme des ions fer II et du dihydrogène.
- Les ions chlorure sont toujours présents.
- La solution finale, qui contient des ions chlorure et des ions fer II, est une solution de chlorure de fer II.
- L'acide chlorhydrique et le fer sont consommés : ce sont les réactifs. Du dihydrogène et le chlorure de fer II se sont formés : ce sont les produits de cette transformation chimique.

a Les réactifs



b Les produits



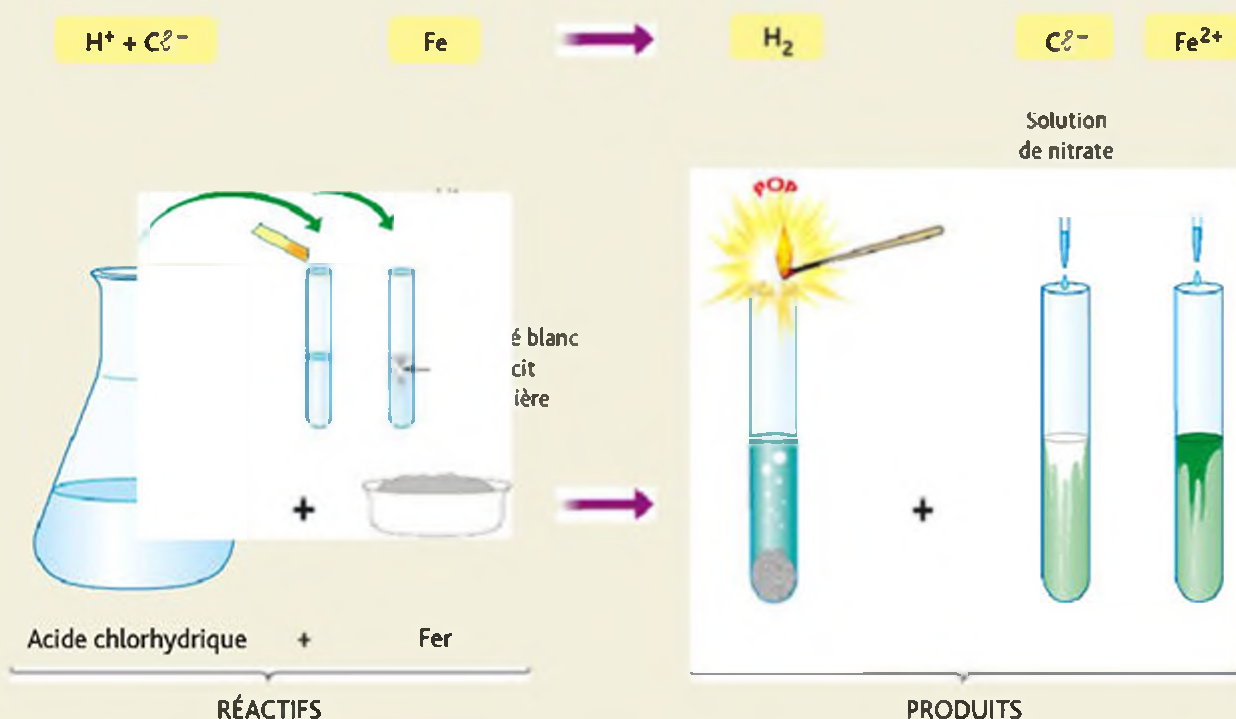
À retenir

SOCLE

Le bilan de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le fer s'écrit :
 Acide chlorhydrique + fer → dihydrogène + chlorure de fer II

→ Exercices 7, 8 et 9, page 72

SCHÉMA-BILAN



Histoire des techniques

Les débuts de l'aérostation

Les premiers essais de vols en ballon

À partir de 1782, les frères Joseph et Étienne Montgolfier multiplièrent les expériences consistant à gonfler des ballons avec de l'air chaud.

En 1783, un scientifique français, Jacques Charles, travaillant sur les gaz, confirma que le dihydrogène, découvert une quinzaine d'années auparavant, était quatorze fois plus léger que l'air. Il eut l'idée de l'utiliser pour gonfler un ballon aérostatique. Une compétition entre les frères Montgolfier et Jacques Charles était lancée.

Mis en œuvre par les frères Montgolfier, le premier vol habité eut lieu le 21 novembre 1783 (Fig. 1), montrant qu'il était possible d'emmener des passagers avec un ballon gonflé à l'air chaud.



Fig. 1

Les premiers vols en ballon à hydrogène

Dix jours plus tard, Jacques Charles mit au point un ballon gonflé au dihydrogène. Il produisit le gaz nécessaire en versant de l'acide vitriolique (sulfurique) sur du fer.

Pour sa première ascension (Fig. 2), Jacques Charles imagina presque tout le matériel aérostatique actuel et se servit d'un baromètre pour suivre les déplacements verticaux du ballon, la pression atmosphérique diminuant avec l'altitude. Il avait inventé le principe de l'altimètre.

Accompagné de Marie-Noël Robert, il décolla du jardin royal des Tuileries, à Paris. Le ballon effectua un trajet de 36 kilomètres en deux heures. Ce vol terminé, Jacques Charles redécolla aussitôt. Le ballon s'éleva rapidement à une altitude de 3 300 m. Saisi par le froid glacial, il redescendit et atterrit dans la nuit. Cet exploit valut à Jacques Charles une grande popularité.



Fig. 2

- 1 Pourquoi Jacques Charles utilisa-t-il du dihydrogène ?
- 2 Comment Jacques Charles procéda-t-il pour produire le dihydrogène nécessaire à son vol ?
- 3 B2i Pourquoi le dihydrogène n'est-il plus utilisé actuellement pour les ballons à gaz ?
- 4 B2i Rédigez un texte (cinq lignes maximum) après avoir recherché quelle expérience célèbre H. Cavendish a réalisée à propos de l'hydrogène.

Le fer et l'acide phosphorique

Le fer est attaqué par l'acide chlorhydrique, mais ce n'est pas le cas avec tous les acides.

Par exemple, lors de l'action de l'acide phosphorique sur le fer, il se produit une réaction de corrosion qui protège le métal ; c'est un procédé industriel appelé phosphatation ou parkérisation.

La pièce métallique à protéger est traitée par une solution chaude contenant des phosphates et de l'acide phosphorique. Il se forme alors à sa surface une pellicule imperméable, qui la protège de la corrosion.

Les carrosseries automobiles sont ainsi traitées avant d'être peintes. Si ce procédé connaît actuellement son heure de gloire, c'est parce qu'il est employé couramment pour protéger toutes les pièces métalliques destinées au « tuning » (Fig. 3).



Fig. 3

- 1 Qu'appelle-t-on parkérisation ?
- 2 Pourquoi le fer n'est-il pas attaqué par l'acide phosphorique ?
- 3 Recherchez quelles pièces d'une voiture peuvent subir ce traitement.



Fig. 4

Santé

Une santé de fer

Le fer est un des sels minéraux indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Les ions fer ont, entre autres, un rôle primordial dans la constitution de l'hémoglobine, contenue dans les globules rouges du sang, et de la myoglobine, contenue dans les muscles.

Or une partie du fer présent dans l'organisme est éliminée chaque jour. Ces pertes sont remplacées par des apports alimentaires. Si les apports sont insuffisants par rapport aux pertes, il s'installe un déséquilibre, avec une carence en fer qui a des conséquences sur la santé : anémie, réduction de la capacité physique et intellectuelle, diminution de la résistance aux infections...

Les aliments contiennent des quantités variables de fer. Inutile d'ingurgiter des tonnes d'épinards, car les aliments les plus riches en fer sont les abats, les viandes et les légumes secs. Les légumes verts, notamment les épinards, sont plutôt pauvres en fer, contrairement à ce que croit Popeye (Fig. 4).

- 1 Où trouve-t-on le fer dans l'organisme ?
- 2 Quels sont les risques d'une carence en fer ?
- 3 Recherchez les cinq aliments les plus riches en fer.

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 217

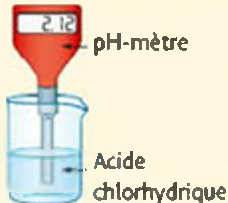
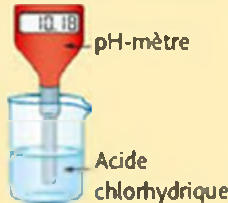
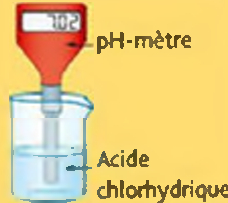
L'acide chlorhydrique

SOCLE

A

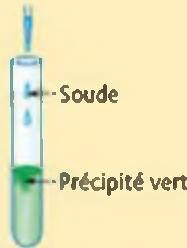
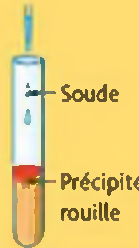
B

C

1 L'acide chlorhydrique contient essentiellement des ions...	Cl^-	HO^-	H^+
2 Quels sont les ions responsables de l'acidité de l'acide chlorhydrique ?	Les ions Cl^-	Les ions H^+	Les ions Fe^{2+}
3 Dans quel schéma l'indication du pH-mètre est-elle correcte ?			

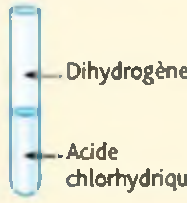
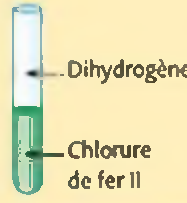
L'acide chlorhydrique réagit avec le fer

SOCLE

4 Puisque de nouvelles espèces chimiques se forment lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique sur du fer, il s'agit...	d'une transformation chimique	d'un changement d'état	d'une dissolution
5 Que devient le fer quand il est mis en présence d'acide chlorhydrique ?	Il reste intact	Il se dissout	Il se transforme en ions
6 Quel dessin montre que l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer produit des ions Fe^{2+} ?			

Bilan de la réaction

SOCLE

7 Le bilan de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le fer est :	Acide chlorhydrique + Fer ↓ Dihydrogène + Chlorure de fer II	Acide chlorhydrique + Fer + Dihydrogène ↓ Chlorure de fer II	Acide chlorhydrique + Dihydrogène ↓ Fer + Chlorure de fer II
8 Comment constate-t-on que des ions H^+ disparaissent ?	Le pH augmente	Le pH varie	Le pH diminue
9 Quel dessin correspond aux produits de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le fer ?			

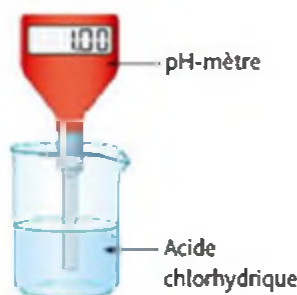
Avez-vous compris l'essentiel ?

L'acide chlorhydrique

SOCLE

10 Caractère acide de l'acide chlorhydrique

Un pH-mètre est plongé dans un bécher contenant de l'acide chlorhydrique.



1. Que nous apprend l'indication du pH-mètre ?
2. Quel ion a été mis en évidence ?

11 Ions de l'acide chlorhydrique

Vous versez quelques gouttes de nitrate d'argent dans un tube à essai contenant de l'acide chlorhydrique.

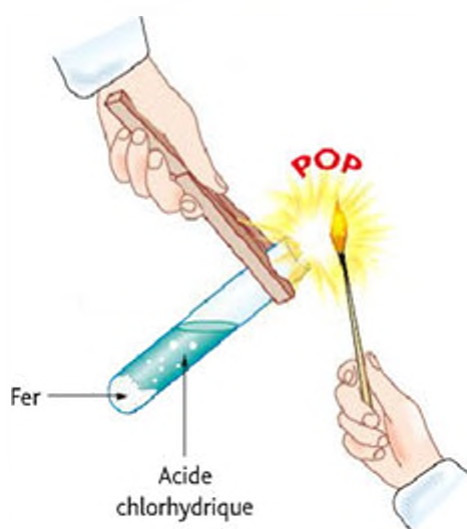
1. Qu'observez-vous immédiatement après avoir versé le nitrate d'argent ?
2. Qu'observez-vous après avoir laissé le tube à essai quelques minutes à la lumière ?
3. Quels sont les ions présents dans l'acide chlorhydrique mis en évidence par ce test ?

L'acide chlorhydrique réagit avec le fer

SOCLE

12 Interprétation d'une expérience

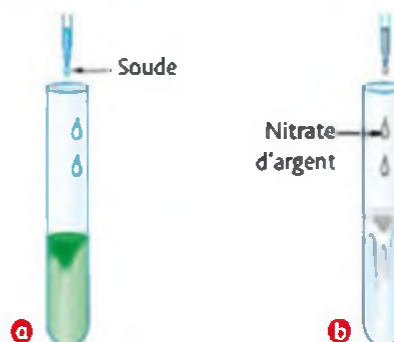
On fait réagir de l'acide chlorhydrique sur du fer.



1. Que se passe-t-il lorsqu'on approche une allumette enflammée de l'ouverture du tube à essai ?
2. Dans l'expérience ci-dessus, quel produit a-t-on identifié ?

13 Produits de la transformation chimique

Au cours de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le fer, du dihydrogène se dégage et des ions métalliques sont produits. Pour identifier ces ions, on prélève un peu de solution une fois le dégagement gazeux terminé. Puis on ajoute au prélèvement un peu de soude.



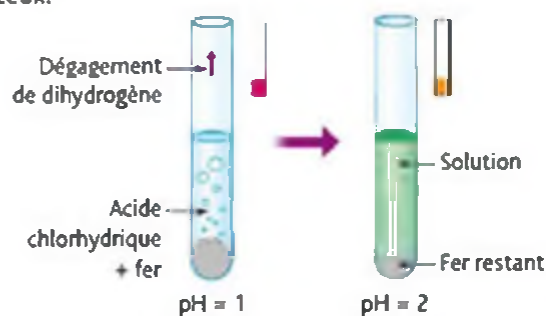
1. Qu'observe-t-on après avoir versé la soude (a) ?
2. Quel ion métallique a-t-on identifié ?
3. En ajoutant quelques gouttes de nitrate d'argent à un second prélèvement (b), on observe un précipité blanc qui noircit à la lumière.
 - a. Quel ion est mis en évidence ?
 - b. D'où provient cet ion ?

Bilan de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le fer

SOCLE

14 Analyse d'un résultat d'expérience

On verse dans un tube à essai de l'acide chlorhydrique et quelques brins de paille de fer. On observe un dégagement gazeux.



1. La solution finale contient-elle encore de l'acide ? Justifiez.
2. Pourquoi le pH de la solution a-t-il augmenté ?
3. Comment interprétez-vous la coloration verte de la solution ?
4. Quels sont les produits de cette transformation ?

15 Bilan d'une transformation chimique

On fait réagir de l'acide chlorhydrique et du fer.

1. Quels ions se forment ? Comment les mettre en évidence ?
2. Quels ions disparaissent ? Comment le vérifier ?
3. Quels sont les réactifs ? Les produits ?
4. Écrivez le bilan littéral de cette transformation chimique.

16 La dilution d'un acide

On mesure le pH d'une solution d'acide chlorhydrique **a**. On ajoute de l'eau, puis on mesure le pH de la solution obtenue **b**.



1. Comment varie le pH ? Pourquoi ?
2. La solution finale **b** est-elle de l'acide chlorhydrique ? Justifiez votre réponse.

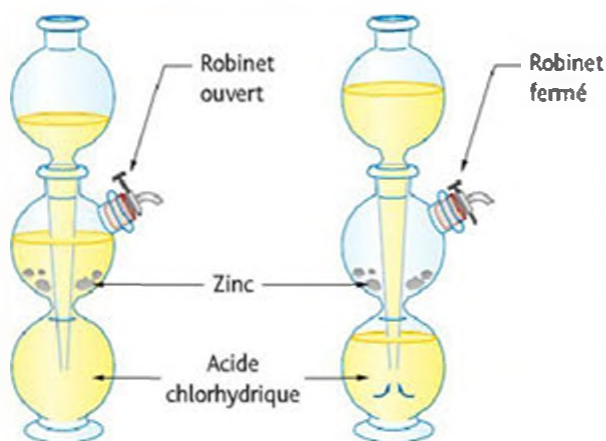
17 Choix d'un contenant

Le vinaigre est une solution contenant de l'acide acétique. Émilie souhaiterait faire une vinaigrette. Deux saladiers sont à sa disposition. Le premier est en acier, le second est en inox. Le fer est un composant de l'acier.

1. Sachant que l'acide acétique se comporte comme l'acide chlorhydrique vis-à-vis du fer, peut-elle utiliser le récipient en acier pour préparer sa vinaigrette ?
2. **62i** Après réflexion, Émilie fait le choix d'utiliser le saladier en inox. Qu'est-ce que l'« inox » ?

18 Production du dihydrogène au laboratoire

Autrefois, pour produire du dihydrogène, le professeur pouvait utiliser l'appareil de Kipp représenté ci-dessous :



Le bilan de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le zinc est similaire à celui de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le fer.

1. Écrire le bilan littéral de cette transformation ?
2. Pourquoi le zinc entre-t-il en contact avec l'acide, robinet ouvert ?
3. Pourquoi l'acide ne recouvre-t-il pas le zinc, robinet fermé ?

19 Composition d'un trombone

Nadia possède un trombone métallique et souhaite savoir en quel métal il est fait.



1. Elle met le trombone dans un tube à essai et y verse un peu d'acide chlorhydrique. Il se dégage un gaz qui produit un « jappement » lorsqu'elle approche une allumette enflammée à l'orifice du tube. Quel est le gaz formé ?
2. Elle prélève un peu de la solution finale, y verse quelques gouttes de soude et observe un précipité vert. Quels sont les ions mis en évidence ?
3. De quel métal est fait le trombone ?
4. Écrivez le bilan de la réaction entre le métal du trombone et l'acide chlorhydrique.

20 Le danger d'une expérience

L'expérience schématisée a été à l'origine d'un grave accident. C'est lorsque l'expérimentateur a approché la flamme de l'extrémité du tube que l'explosion s'est produite.



1. Quels gaz se trouvent initialement dans le flacon ?
2. Quel gaz se forme au cours de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le fer ?
3. Quels sont donc les gaz présents dans le flacon à la fin de la réaction ?
4. Expliquez ce qui s'est passé en approchant l'allumette enflammée.
5. **62i** Recherchez un dispositif permettant de réaliser cette expérience sans danger.

21 In English

Steel is an alloy made from iron to which a small percentage of carbon is added. Coca-Cola® is an acid drink packaged in steel cans. One of its ingredients is phosphoric acid.

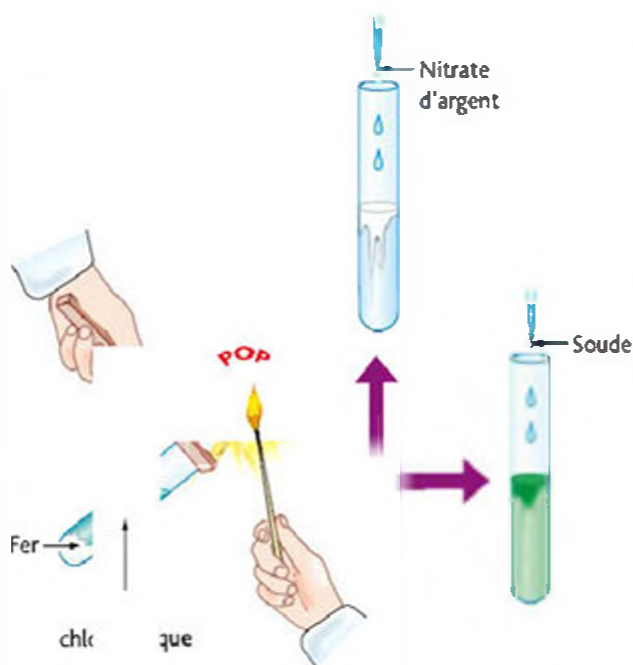


1. Which ions are responsible for the acidity of the Coca-Cola®?
2. What should happen inside the cans?
3. What does the manufacturer do to ensure that it does not happen?

HELP ! Alloy : alliage ; can : canette.

22 ... Vers la Seconde

Les schémas ci-dessous rappellent l'identification des produits formés lors de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le fer. On veut écrire le bilan de cette transformation à l'aide des formules chimiques.



1. Rappelez le bilan littéral de cette transformation.
2. Le chlorure de fer II s'écrit : $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$. Pourquoi ?
3. Remplacez les noms des espèces chimiques par leur formule.
4. Complétez le bilan de cette transformation en rajoutant devant chaque formule des chiffres traduisant la conservation des atomes et du nombre de charges électriques.
5. Simplifiez cette équation de réaction en enlevant les espèces présentes à gauche et à droite de la flèche.

Devenez un expert !

23 La preuve de l'infraction

Souhaitant faire disparaître le coupe-papier en laiton qu'il avait utilisé pour fracturer la fenêtre d'un laboratoire de chimie, un voleur l'a plongé dans un bidon d'acide chlorhydrique qui se trouvait là.

Après une fouille minutieuse des lieux, la police a découvert des restes du coupe-papier. En identifiant son propriétaire, elle a pu remonter jusqu'au voleur et le mettre sous les verrous.



Votre mission Expliquez au voleur l'erreur qu'il a commise.

VOS INDICES : Le laiton est un alliage de cuivre et de zinc.

24 Toute la pluie tombe...

Nathan a souhaité restaurer lui-même sa maison de campagne. Pour limiter les coûts, il a récupéré des gouttières en zinc. Il constate, après plusieurs semaines, que celles-ci ont des fuites.



Votre mission Cherchez pourquoi ces gouttières fuient.

VOS INDICES : Dans la région où Nathan habite, la pluie est responsable du dépérissement des forêts.

chapitre
6

Pile électrochimique et énergie chimique

Objectifs

- Savoir qu'une réaction chimique peut libérer de l'énergie.
- Savoir que l'énergie mise en jeu dans une pile provient d'une réaction chimique.
- Interpréter l'usure d'une pile.

Pour commencer à réfléchir



Au cours du décollage de cet avion intercepteur, son réacteur utilise beaucoup d'énergie.

➔ D'où provient cette énergie ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Pour se réchauffer, Céline utilise une chaufferette. Une fois le sachet secoué, Céline doit attendre quelques minutes pour ressentir la chaleur.

🔍 Quelle est l'origine de cette chaleur ?

SITUATION 2

Pour mettre en route le moteur d'une voiture, on actionne le démarreur. Ce dernier reçoit d'une batterie l'énergie électrique nécessaire à son fonctionnement.

🔍 Quelle est l'origine de l'énergie électrique que fournit la batterie au démarreur ?



SITUATION 3

Au cours de l'utilisation prolongée de sa lampe frontale, Sophie remarque qu'elle éclaire de moins en moins. La pile qui l'alimente s'use au fur et à mesure de son utilisation.

🔍 Que se passe-t-il dans une pile quand elle s'use ?

Une transformation chimique peut-elle produire de l'énergie ?

Expérimentez

- Introduisez une solution de sulfate de cuivre dans un bécher et versez de la poudre de zinc dans une coupelle.
- Mesurez la température de la solution (Fig. 1).
- Introduisez la poudre de zinc dans la solution et agitez énergiquement le mélange.
- Mesurez à nouveau la température de la solution et observez les changements d'aspect (Fig. 2).

Faites attention !

Relevez la température maximale **avant** que la solution ne commence à refroidir.



Fig. 1 Mesure de la température avant l'ajout de zinc



Fig. 2 Mesure de la température après l'ajout de zinc

Observez

1. Décrivez l'aspect initial des réactifs. Quelle est la température initiale (Fig. 1) ?
2. Décrivez l'aspect du mélange après l'avoir agité et laissé reposer (Fig. 2).
3. Quelle est alors la température du mélange (Fig. 2) ?

Interprétez

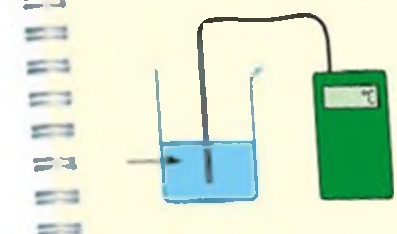
4. Quelles observations montrent qu'il s'agit d'une transformation chimique ? Quels en sont les réactifs ? Les produits ?
5. Que peut-on déduire de la variation de température observée ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Une transformation chimique peut-elle produire de l'énergie ? » Vous pouvez faire des schémas pour illustrer votre réponse (► Pour vous aider).

Pour vous aider à schématiser

► Voici un exemple de schéma incomplet correspondant à la figure 1 :



Quelle est l'origine de l'énergie fournie par une pile à un circuit ?

Expérimentez

- Plongez une lame de zinc et une lame de cuivre dans un bécher contenant une solution de sulfate de cuivre.
- Reliez les lames métalliques aux bornes d'un multimètre dont le sélecteur est placé en position voltmètre, et relevez l'indication du voltmètre (**Fig. 1**).
- Insérez une résistance dans le circuit, sélectionnez la fonction ampèremètre du multimètre, et relevez l'indication de l'ampèremètre (**Fig. 2**).

Faites attention !

Pour éviter de mettre la pile en court-circuit, branchez la résistance avant de sélectionner la fonction ampèremètre.



Fig. 1 Mesure de la tension aux bornes de la pile



Fig. 2 Mesure de l'intensité à un instant donné

Observez

1. Quelle est la valeur de la tension mesurée entre les deux lames métalliques (**Fig. 1**) ?
2. Quelle est la valeur de l'intensité du courant parcourant le circuit (**Fig. 2**) ? Quelles modifications d'aspect observe-t-on dans le bécher ?

Interprétez

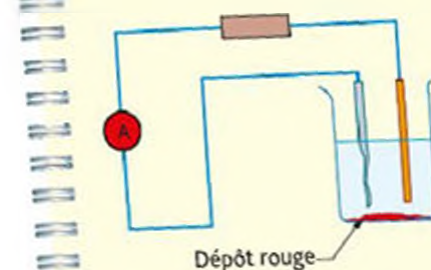
3. En vous aidant de l'activité 1, montrez que la pile est le siège d'une transformation chimique. Quels en sont les réactifs ? Les produits ?
4. Pourquoi peut-on dire que le montage constitue un générateur ? Identifiez la nature des bornes de cette pile.
5. Quelle forme d'énergie est fournie par ce générateur ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelle est l'origine de l'énergie fournie par une pile à un circuit ? » Vous pouvez faire des schémas pour illustrer votre réponse (► **Pour vous aider**).

Pour vous aider à schématiser

► Voici un exemple de schéma correspondant à la **figure 2** :



Pourquoi une pile s'use-t-elle ?

Expérimentez

- À l'aide d'une pince et muni de gants, enlevez l'enveloppe protectrice d'une pile saline neuve de 1,5 V.
- Ôtez l'électrode centrale en graphite. Videz et nettoyez le cylindre de zinc du mélange pulvérulent noir qu'il contient.
- Pesez le cylindre de zinc (Fig. 1).
- Répétez l'opération avec une pile très usagée, en respectant les mêmes précautions (Fig. 2).

Faites attention !

Ne démontez pas de piles autres que les piles salines et équipez-vous de gants.
Ne jetez pas ce qui reste des piles usagées avec les ordures ménagères. Placez les dans les bacs prévus pour les collecter.



Fig. 1 Masse du cylindre de la pile neuve



Fig. 2 Masse du cylindre de la pile très usagée

Observez

1. Quel est l'état du cylindre de zinc dans la pile neuve ? Quelle est sa masse (Fig. 1) ?
2. Quel est l'état du cylindre de zinc dans la pile très usagée ? Quelle est sa masse (Fig. 2) ?

Interprétez

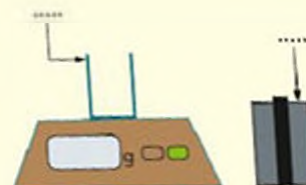
3. Quelle espèce chimique a été consommée pendant le fonctionnement de la pile ?
4. On a prélevé un peu de poudre de la pile très usagée que l'on a dissous dans l'eau. Après avoir ajouté un peu de soude, on a observé un précipité blanc. Quelle espèce chimique a-t-on ainsi mise en évidence ?
5. D'où provient l'espèce chimique mise en évidence ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Pourquoi une pile s'use-t-elle ? » Vous pouvez faire des schémas pour illustrer votre réponse (► Pour vous aider).

Pour vous aider à schématiser

► Voici un exemple de schéma incomplet correspondant à la figure 1 :



Interpréter une réaction chimique

Quand on mélange de la poudre de zinc à une solution de sulfate de cuivre, on observe des modifications d'aspect du mélange.

Quels sont les réactifs et les produits de cette réaction chimique ?

Étape 1



- Décrivons l'état et la couleur des réactifs mis en présence, avant de les mélanger : la poudre de zinc est grise et la solution de sulfate de cuivre est bleue.

Étape 2



- Réalisons le test de l'ion présent avant la réaction : prélevons un peu de solution dans un tube à essai et ajoutons de la soude.
- Le précipité bleu observé caractérise la présence d'ions cuivre.

Étape 3



- Décrivons le mélange en fin de réaction : la solution a été décolorée et un dépôt rouge est apparu.
- Des ions cuivre ont donc disparu et il s'est formé un dépôt de cuivre.

Étape 4



- Réalisons le test de l'ion présent après la réaction : prélevons un peu de solution dans un tube à essai et ajoutons de la soude.
- Le précipité blanc observé caractérise la présence d'ions zinc.



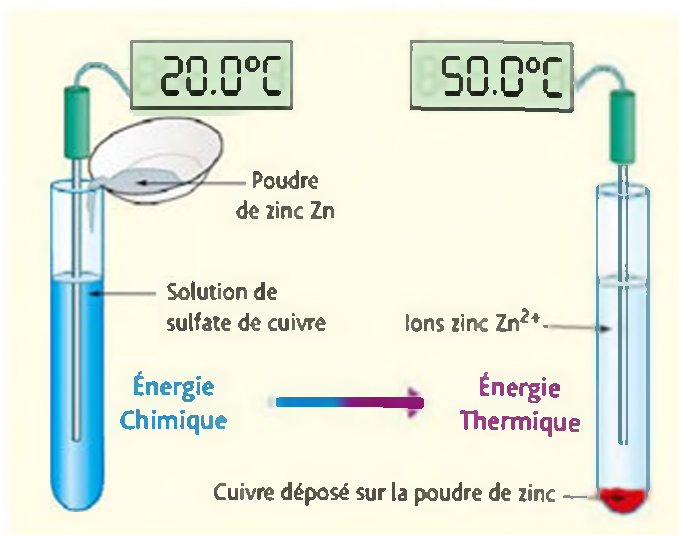
Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

- 1 Pourquoi utiliser de la poudre de zinc, plutôt que du zinc métallique ? → Étape 1
- 2 Comment met-on en évidence les ions cuivre ? → Étape 2
- 3 À quoi est due la coloration rouge qui est apparue dans le tube à essai ? → Étape 3
- 4 Comment les ions zinc sont-ils mis en évidence ? → Étape 4

1 Énergie libérée par une transformation chimique

→ Activité 1

- Lorsqu'on met en contact du zinc et les ions cuivre d'une solution de sulfate de cuivre, du zinc et des ions cuivre disparaissent, tandis que des ions zinc et du cuivre se forment.
- Il s'agit donc d'une **transformation chimique** : on constate un échauffement du contenu du tube à essai car cette transformation chimique libère de l'énergie thermique.
- Les réactifs possèdent une forme d'énergie appelée **énergie chimique**. Au cours de la transformation chimique, une partie de cette énergie chimique est convertie en énergie thermique.



À retenir

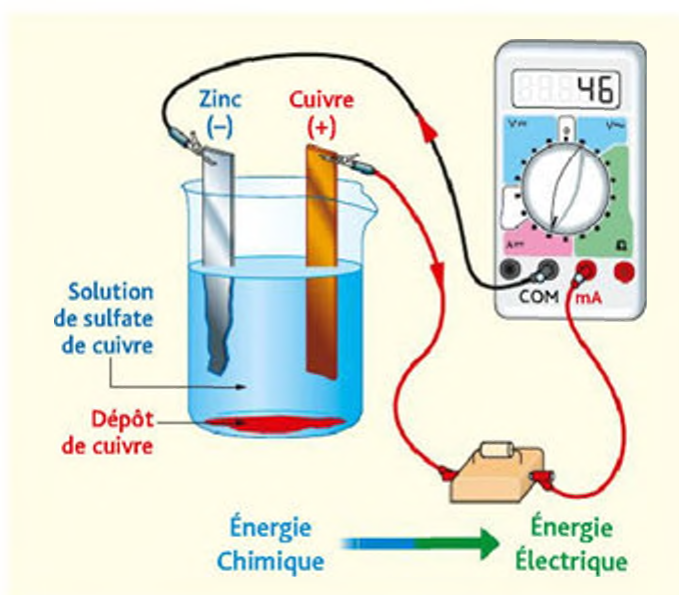
Au cours de la transformation chimique, de l'énergie chimique est convertie en énergie thermique.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 86

2 Le fonctionnement d'une pile électrochimique

→ Activité 2

- Lorsqu'on plonge une lame de zinc et une lame de cuivre dans une solution de sulfate de cuivre, et qu'on les relie à un circuit électrique, on constate qu'un courant circule du cuivre vers le zinc. L'ensemble constitue donc une pile.
- Pendant le **fonctionnement de la pile**, du zinc et des ions cuivre disparaissent ; il se forme des ions zinc et du cuivre. Il s'agit donc de la transformation chimique étudiée au paragraphe 1.
- Au cours du fonctionnement d'une pile, une partie de l'énergie chimique des réactifs est convertie en énergie électrique.



À retenir

Une pile électrochimique en fonctionnement est le siège d'une transformation chimique au cours de laquelle de l'énergie chimique est convertie en énergie électrique.

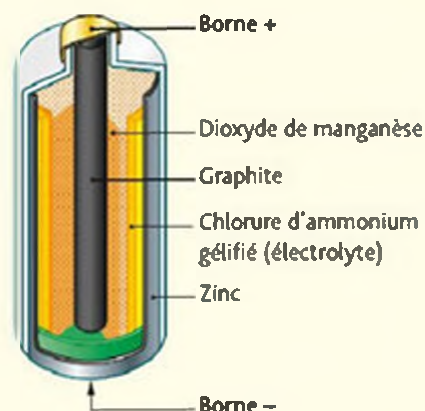
SOCLE

→ Exercices 4, 5 et 6, page 86

3 Le fonctionnement d'une pile du commerce

→ Activité 3

- Comme toute **pile**, la pile Leclanché, dite pile saline, est constituée par **deux conducteurs différents** en contact avec une solution ionique que l'on appelle **électrolyte** :
 - le premier conducteur est une tige de graphite, qui constitue la borne positive ;
 - le deuxième conducteur est l'enveloppe de zinc, qui constitue la borne négative ;
 - l'électrolyte est un ensemble d'espèces chimiques contenues dans une pâte gélatineuse. Il a pour but d'apporter les ions nécessaires au passage du courant et à la transformation chimique.
- Dans la pile usagée, une partie du zinc a disparu. Cette **consommation de zinc** résulte de la **transformation chimique** qui est à l'origine de l'**énergie électrique** fournie par la pile.



À retenir

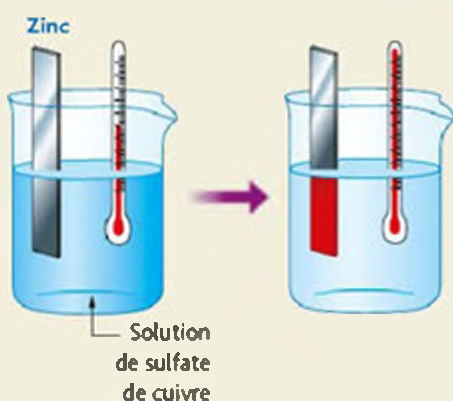
SOCLE

Quand une pile fonctionne, elle s'use car elle consomme une partie des réactifs qu'elle contient.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 86

SCHEMA-BILAN

Énergie libérée par une transformation chimique



Énergie chimique

Énergie thermique

Conversion d'énergie dans une pile



Énergie chimique

Énergie électrique

Transformation chimique identique

Histoire des sciences

L'évolution des piles

Les piles cylindriques

La première pile inventée par Volta, en 1800, avait été réalisée en empilant des disques de cuivre et de zinc, séparés par des tissus imprégnés d'eau salée. Cette pile avait une courte durée de vie et produisait un courant de faible intensité.

Dans les années 1870, Georges Leclanché proposa une version améliorée de la pile. Il associa du zinc et du dioxyde de manganèse, séparés par un gel conducteur contenant un sel, le chlorure d'ammonium (Fig. 1). La pile saline ainsi créée était peu coûteuse. Sa durée de vie était encore courte, mais moins que celle de la pile de Volta et, surtout, elle pouvait produire un courant plus intense.

Dans les années 1940, afin d'améliorer les performances de la pile saline, on ajouta un composant contenant du mercure et on remplaça le sel par de l'hydroxyde de potassium, substance alcaline (ou basique), ce qui donna son nom à la pile alcaline. Comme le coût de fabrication de cette pile était trop élevé, on supprima le mercure. Une pile alcaline fournit un courant plus élevé et fonctionne plus longtemps.

Dans les années 1970, on remplaça le zinc par du lithium. Or, le lithium réagit fortement avec l'eau. L'électrolyte fut donc remplacé par une solution organique. Cette solution étant moins conductrice, on augmenta la surface des électrodes en les enroulant (Fig. 2). Plus chère que la pile alcaline, la pile au lithium a une durée de vie bien supérieure et peut délivrer une tension deux fois plus élevée que celle de la pile saline.

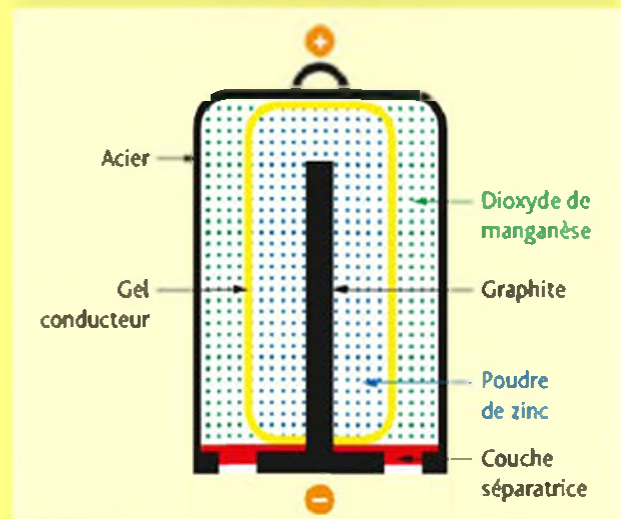


Fig. 1 Schéma d'une pile cylindrique.

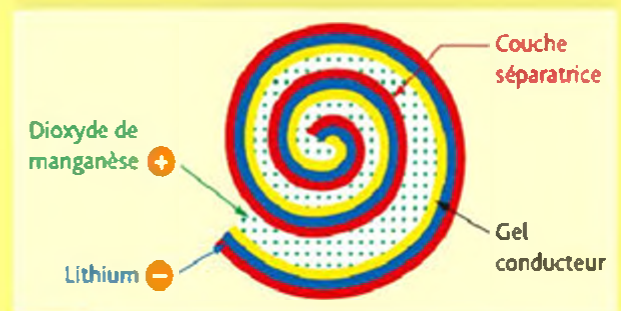


Fig. 2 Schéma d'une vue en coupe de la pile au lithium.

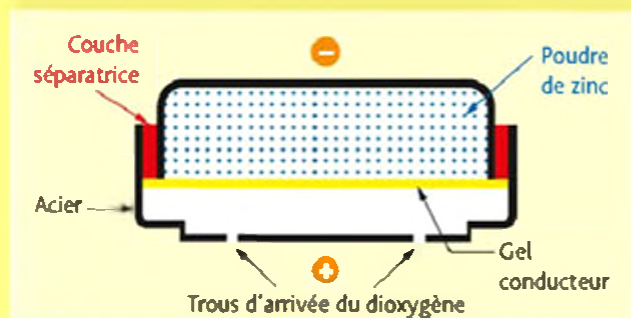


Fig. 3 Schéma d'une pile bouton.

Les piles boutons

Ces piles sont apparues dans un unique but de miniaturisation. Leur technologie est proche de celle des piles alcalines. Elles diffèrent toutefois par leur encombrement, leur assemblage et certains constituants.

La pile utilisée actuellement (Fig. 3) reprend une association connue depuis le début du xx^e siècle : le zinc et le dioxygène de l'air. Sa quantité étant inépuisable, la pile bouton fonctionne longtemps en débitant un faible courant.

- 1 Qu'est-ce qu'une pile saline ?
- 2 Pourquoi les électrodes des piles au lithium sont-elles enroulées ?
- 3 B2I Outre les aspects financiers, pour quelle raison le mercure a-t-il été interdit dans la constitution des piles alcalines ?
- 4 B2I Rédigez un texte (cinq lignes maximum) expliquant l'intérêt de l'utilisation des piles boutons.

La pile rechargeable

Au cours du fonctionnement d'une pile, une transformation chimique a lieu spontanément. De l'énergie électrique est produite à partir d'énergie chimique.

Dans une pile alcaline, la consommation d'énergie chimique implique la disparition d'une des électrodes. Cette électrode ne peut être reconstituée. Une fois déchargée, la pile devient inutilisable et doit être recyclée.

Dans une pile rechargeable (Fig. 4) également appelée « accumulateur », les électrodes restent intactes au cours de la décharge. Ainsi, il est possible de la recharger. La recharge consiste à produire de l'énergie chimique à partir d'énergie électrique et à la stocker dans l'accumulateur. Cette transformation n'est pas spontanée. Elle doit être imposée à l'aide d'un générateur de courant continu. Pour cela, la borne positive et la borne négative du générateur doivent respectivement être branchées à la borne positive et à la borne négative de l'accumulateur. Lors de la recharge, l'accumulateur s'échauffe. Afin d'éviter toute détérioration, il faut veiller à ne pas la recharger trop longtemps.



Fig. 4

- 1 Quelle énergie est consommée au cours du fonctionnement d'une pile ?
- 2 Pourquoi ne peut-on pas recharger une pile alcaline ?
- 3 **B2I** Recherchez en quoi consiste une électrolyse.



Fig. 5

- 1 Pourquoi les piles usagées présentent-elles un danger pour la santé ?
- 2 Citez deux raisons pour lesquelles le recyclage des piles est insuffisant en France.
- 3 **B2I** Recherchez quelles sont les intoxications provoquées par le plomb, le mercure et quels sont les dangers du cadmium pour la santé.

Environnement

Les piles face à leur recyclage

Chaque année, en France, près de 29 000 tonnes de piles, soit près d'un milliard unités, sont utilisées. Si on ajoute les accumulateurs, cela représente des milliers de tonnes de métaux lourds comme le zinc, le manganèse, le cadmium, le nickel, le plomb et le mercure dont il faut éviter la dissémination dans l'environnement, car ils présentent des dangers pour la santé.

En s'accumulant dans les organismes vivants, animaux ou végétaux, ils peuvent provoquer des intoxications et des maladies graves ; il faut donc éviter la contamination des sols et des nappes phréatiques. Pour cela, une seule réponse : la récupération (Fig. 5) et le recyclage.

Depuis 1999, il est interdit de jeter les piles avec le reste des ordures. Cependant, trop de personnes l'ignorent et les bacs de collecte spécifiques ne sont pas toujours facilement accessibles. Le résultat est qu'en France, on collecte à peine 31 % des piles consommées, dans lesquelles 45 % des métaux présents ne sont pas recyclés à cause des difficultés techniques.

Effectuons un geste citoyen pour récupérer les piles usagées, en appliquant le slogan : « Pile(s) dans la bonne boîte ».

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 218

Énergie libérée par une transformation chimique

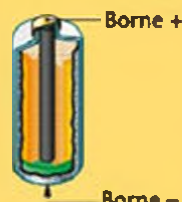
	A	B	C
1 Au cours de la transformation chimique entre le zinc et les ions cuivre, la température...	diminue	augmente	ne change pas
2 Que montre l'échauffement du mélange ?	Il montre que la transformation chimique libère de l'énergie chimique	Il montre que la transformation chimique libère de l'énergie électrique	Il montre que la transformation chimique libère de l'énergie thermique
3 Quel dessin représente correctement l'état initial et l'état final de la transformation chimique entre le zinc et le sulfate de cuivre ?			

Le fonctionnement d'une pile électrochimique

SOCLE

4 Une pile électrochimique est le siège d'une transformation...	électrique	chimique	thermique
5 Quelle conversion d'énergie a lieu dans une pile ?	Énergie électrique en énergie thermique	Énergie chimique en énergie électrique	Énergie thermique en énergie chimique
6 Dans quel dessin les bornes de la pile sont-elles correctes ?			

SOCLE

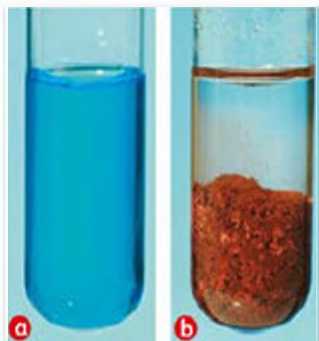
7 Une pile en fonctionnement s'use car elle consomme une partie de ses...	réactifs	produits	bornes
8 Quel matériau constituant l'une des électrodes de la pile n'est pas consommé au cours de son utilisation ?	Le zinc	Le graphite	Le dioxyde de manganèse
9 Quel dessin représente une pile saline usée ?			

Avez-vous compris l'essentiel ?

Énergie libérée
par une transformation chimique

10 Interprétation d'une expérience

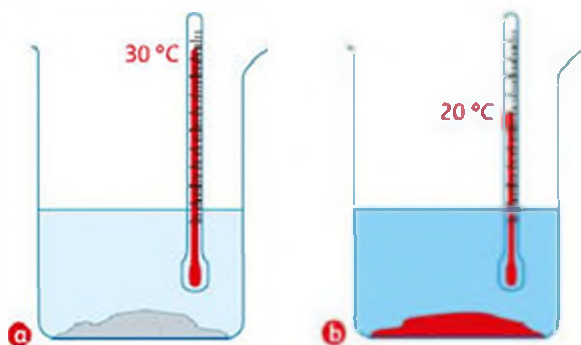
À une solution de sulfate de cuivre **a**, on a ajouté de la poudre de zinc. Après avoir agité et laissé décanter, le contenu du tube a changé d'aspect **b**.



1. Expliquez pourquoi la solution s'est décolorée.
2. À quoi attribuez-vous la couleur rouge apparue ?

11 Conversion d'énergie

Les schémas ci-dessous représentent l'état initial et l'état final de la transformation chimique entre le zinc et le sulfate de cuivre.

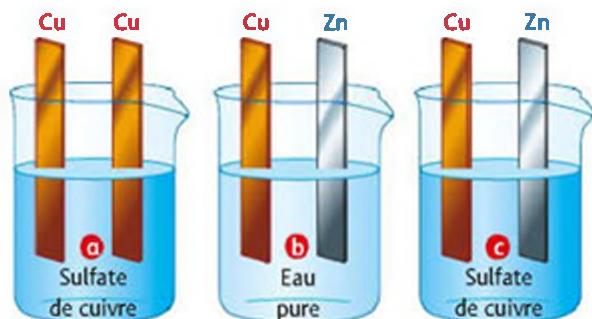


1. Relevez les erreurs présentes dans ces schémas.
2. Comment varie la température au cours de cette transformation ?
3. Quelle conversion d'énergie provoque cette variation de température ?

Le fonctionnement
d'une pile électrochimique

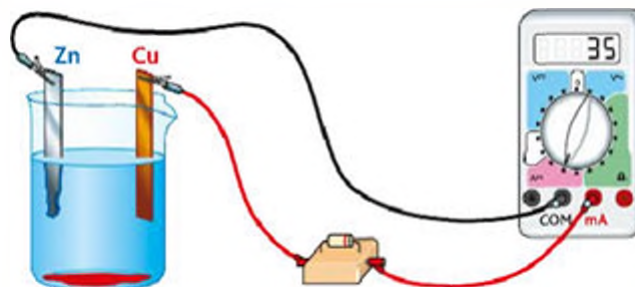
SOCLE

12 La constitution d'une pile



Quel est le croquis qui représente une pile électrochimique ? Justifiez votre réponse.

13 Origine du courant électrique



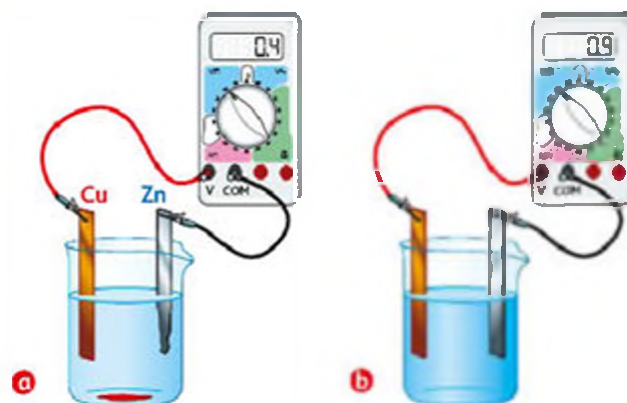
1. Quel est le sens de déplacement des électrons dans le circuit ?
2. Quelle transformation chimique se produit sur la lame de zinc ?

L'usure de la pile

SOCLE

14 Utilisation de la pile

On a mesuré la tension aux bornes de la pile à des instants différents.



1. Classez les schémas dans l'ordre chronologique.
2. Expliquez ce qui s'est passé entre les deux instants.

15 Consommation d'un réactif

Alexane a démonté deux piles apparemment identiques, puis elle a pesé leurs cylindres métalliques. Elle a mesuré les masses $m_1 = 9,6$ g pour la pile 1 et m_2 pour la pile 2 (voir photo).

Calculez et expliquez la différence de masse entre les deux cylindres métalliques.



16 La batterie d'un ordinateur portable

Rudy recharge la batterie de son ordinateur portable avec un chargeur branché sur une prise de courant.

1. Quel type d'énergie reçoit la batterie pendant la durée de sa charge ?
2. Sous quelle forme cette énergie est-elle convertie dans la batterie ?
3. Dessinez le diagramme représentant ce transfert.

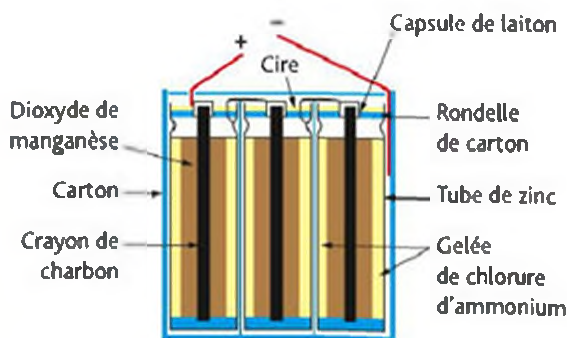
17 La pile s'use quand on s'en sert

Une pile saline de type Leclanché consomme en moyenne 1,0 mg de zinc par seconde. Le cylindre de zinc a une masse de 18,0 g.

1. Quelle masse de zinc la pile consomme-t-elle, en une heure ?
2. Calculez la durée théorique de fonctionnement de cette pile.

18 L'intérieur d'une pile « plate »

Le schéma ci-après montre l'intérieur d'une pile « plate ». Cette pile contient trois éléments de pile saline.

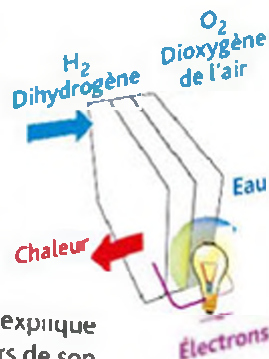


1. Pour chaque élément de pile saline, quel matériau constitue la borne positive ?
2. Pour chaque élément de pile saline, quel matériau constitue la borne négative ?
3. Au cours de son fonctionnement, quel matériau est consommé ?
4. Quelle conversion d'énergie a lieu lorsque la pile fonctionne ?

19 Une pile à combustible

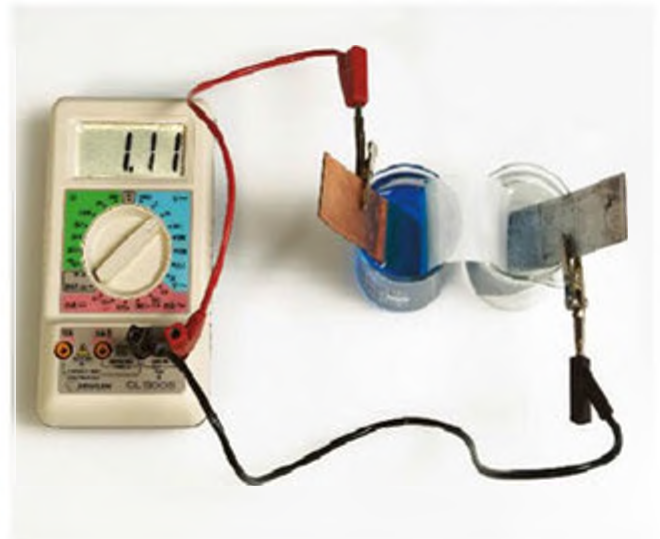
Le schéma d'une pile à combustible est donné ci-contre.

1. Quels sont les réactifs ? Quel est le produit ?
2. Écrivez l'équation de la transformation chimique se produisant dans cette pile.
3. Quelle conversion d'énergie explique l'échauffement de la pile au cours de son fonctionnement ?
4. Pourquoi appelle-t-on cette pile : « pile à combustible » ?



20 La pile Daniell

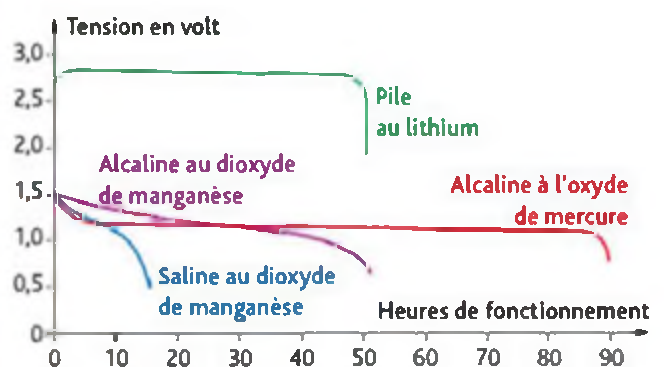
La photo ci-après présente une pile Daniell. Elle est constituée d'une lame de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre et d'une lame de zinc plongeant dans une solution de sulfate de zinc. Les deux béchers sont reliés avec un papier-filtre imprégné d'eau salée.



1. Identifiez les bornes de cette pile.
2. Dans quel sens le courant circule-t-il dans les fils ? Dans quel sens les électrons circulent-ils dans les fils ?
3. La lame de zinc s'use et il se forme des ions zinc Zn^{2+} dans la solution. Expliquez d'où proviennent les électrons qui partent de la lame de zinc.
4. La solution bleue se décolore et il se forme du cuivre. Expliquez ce que deviennent les électrons qui arrivent sur la lame de cuivre.

21 Quel est le meilleur choix ?

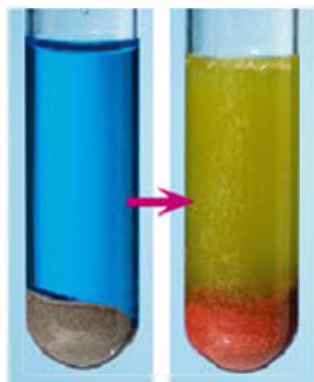
Le graphique indique la tension et la durée de fonctionnement de quelques piles.



1. Quelle est la pile offrant la tension la plus élevée ?
2. Quelle est la pile dont la tension reste le plus longtemps constante ?
3. Quelle est la pile la moins performante ?

22 In English

Some iron powder is added to a test tube containing a solution of copper sulphate. After mixing and leaving it to settle, a red color appears on the powder, while the solution becomes greenish.

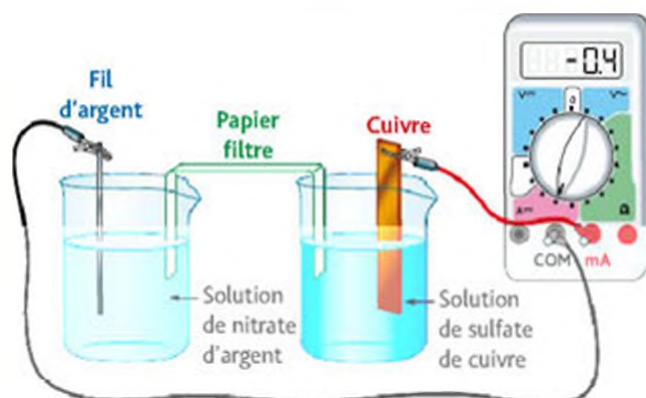


- Which observations suggest that a chemical reaction took place in the test tube?
- What are the reagents of this reaction? How can you identify them?
- Which observations suggest that the products of the chemical processing are the copper and the ions iron Fe^{2+} ?

HELP ! Test tube : tube à essai ; copper sulfate : sulfate de cuivre ; chemical reaction : transformation chimique ; reagents : réactifs.

23 ... Vers la Seconde

Anais a réalisé le montage représenté ci-dessous.



- Identifiez les bornes de cette pile.
- Schématisez le dessin, en indiquant le sens du courant et le sens de déplacement des électrons dans le circuit.
- Après plusieurs heures de fonctionnement, on constate que la lame de cuivre s'est amincie, tandis que la couleur de la solution de sulfate de cuivre est plus soutenue.
 - Quels sont les atomes qui disparaissent et les ions qui se forment?
 - Proposez une explication sur l'origine des électrons qui apparaissent sur la lame.
- On observe un dépôt d'argent sur le fil d'argent constituant l'autre borne de la pile, tandis que la solution s'appauvrit en ions argent Ag^+ .
 - Expliquez comment les ions argent se transforment en atomes d'argent.
 - Quel chemin empruntent les électrons?

Devenez un expert !

24 À quel ça sert ?

Les coques en acier des navires présentent d'étranges lingots métalliques en alliage d'aluminium et de magnésium, soudés notamment au voisinage des hélices constituées en alliage de cuivre.



Au fil des mois, ces blocs métalliques subissent une usure importante et doivent être contrôlés et changés régulièrement.

Votre mission Quel est le rôle de ces lingots métalliques ?

VOS INDICES : Le zinc, le cuivre de l'hélice et l'eau de mer constituent une pile.

25 Le sulfate de cuivre vert ?

Pour protéger sa vigne, Lucien utilise de la bouillie bordelaise, dont le principal constituant est le sulfate de cuivre.

N'ayant pas utilisé la totalité de son produit, il a versé le restant dans un baril en fer. Quelques jours après, il constate que l'intérieur du baril est recouvert d'un dépôt rouge et que le produit, au départ bleu, est devenu vert.



Votre mission Expliquez ce qui s'est passé.

VOS INDICES : La couleur d'une solution est due à la présence de certains ions (cf. L'essentiel chapitre 4, paragraphe 1).

Synthèses d'espèces chimiques

Objectifs

- Réaliser la synthèse d'espèces chimiques existant dans la nature.
- Réaliser la synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature.
- Savoir que le nylon, comme toutes les matières plastiques, est constitué de macromolécules.

Pour commencer à réfléchir



Les fleurs de la reine des prés sont réputées faire tomber la fièvre, calmer la douleur et combattre les rhumatismes.

Elles contiennent des substances à partir desquelles l'aspirine a été mise au point.

Les médicaments sont-ils tous extraits de plantes ou de fleurs ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Walid veut acheter des yaourts à la banane. Il regarde les indications sur les emballages et lit : « yaourt au goût banane ».

➡ Ce yaourt a-t-il été fabriqué à partir de banane ?

SITUATION 2

Dans cette photo issue d'un film de Marcel Pagnol, les femmes se servent de savon de Marseille pour laver le linge.

➡ Comment fabrique-t-on le savon ?



SITUATION 3

Dans de nombreux sports, dont le VTT, l'équipement est en fibres synthétiques (polyester, nylon...). Elles ont remplacé peu à peu les fibres naturelles (laine, coton...).

➡ Pourquoi les fibres synthétiques remplacent-elles peu à peu les fibres naturelles ?



Comment réaliser la synthèse de l'arôme de banane ?

Expérimentez

- Versez, dans un tube à essai, environ 5 mL d'acide acétique, 5 mL d'alcool isoamylique, quelques gouttes d'acide sulfurique. Puis, fermez le tube à essai avec un bouchon traversé par un tube de verre de 30 cm de long (Fig. 1).
- Plongez le tube à essai dans un bain-marie à 50 °C environ, pendant 15 minutes (Fig. 2).
- Versez le contenu du tube dans un verre à pied contenant de l'eau salée saturée, et mélangez.
- Versez le contenu du verre à pied dans une ampoule à décanter, puis récupérez le produit obtenu (Fig. 3).



Fig. 1 Mélange initial



Fig. 2 Réalisation de la synthèse



Fig. 3 Séparation par décantation

Faites attention !



Les produits que vous allez utiliser sont corrosifs et irritants.

Il faut donc utiliser une blouse, des gants et des lunettes de protection. Ne pas respirer les vapeurs.



Observez

1. Que contient le tube à essai au départ (Fig. 1) ? Quel est l'aspect de son contenu ?
2. De quelle couleur est le contenu du tube (Fig. 2) ?
3. Où se situe le produit à odeur de banane dans l'ampoule à décanter (Fig. 3) ? Quel est son aspect ?

Interprétez vos observations

4. Quelles observations montrent qu'une transformation chimique a eu lieu ?
5. Quels sont les réactifs de cette transformation ? Quels sont les produits formés (► [Coin ressource](#)) ?
6. Pourquoi faut-il extraire le produit formé ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment réaliser la synthèse de l'arôme de banane ? »

Le coin

ressource

- La synthèse est une transformation chimique. Elle permet ici de reproduire une espèce chimique existant dans la nature.
- L'acide sulfurique n'est pas un réactif : il permet à la transformation chimique de se faire plus rapidement.

Activité 2

Comment réaliser la synthèse d'un savon ?

Expérimentez

- Versez, dans un erlenmeyer, 20 mL d'huile d'olive, 30 mL de soude concentrée et 40 mL d'alcool à 90°. Agitez le mélange pour l'homogénéiser et fermez le récipient avec un réfrigérant à air (**Fig. 1**).
- Plongez l'erlenmeyer dans un bain-marie à 50 °C environ, pendant 30 minutes, en agitant régulièrement (**Fig. 2**).
- Versez le contenu de l'erlenmeyer dans un verre à pied contenant de l'eau salée saturée.
- Filtrez le contenu du verre à pied et récupérez le produit obtenu dans le filtre (**Fig. 3**).



Faites attention !

La soude est une espèce chimique corrosive.

Il faut donc utiliser une blouse, des gants et des lunettes. Le mélange obtenu contient encore beaucoup de soude.

Il ne faut donc pas utiliser ce savon pour se laver.



Fig. 1 Mélange initial



Fig. 2 Réalisation de la synthèse



Fig. 3 Filtration

Observez

1. Que contient l'erlenmeyer au départ (**Fig. 1**) ? Quel est l'aspect de son contenu ?
2. Quel est l'aspect du contenu de l'erlenmeyer (**Fig. 2**) ?
3. Où se situe le savon à la fin de l'expérience (**Fig. 3**) ?

Interprétez vos observations

4. Quelles observations montrent qu'une transformation chimique a eu lieu ?
5. Quels sont les réactifs de cette transformation ? Quel en est le produit principal (► **Coin ressource**) ?
6. Comment récupère-t-on le savon ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment réaliser la synthèse d'un savon ? »

Le coin

ressource

- La synthèse permet ici de créer une espèce chimique n'existant pas dans la nature.
- L'alcool à 90° n'est pas un réactif : il joue le rôle de solvant.
- Le réfrigérant à air permet d'éviter que des produits s'échappent.

Activité 3

Comment réaliser la synthèse du nylon ?

Expérimentez

- Versez dans un bécher 5 mL de chlorure de sébaçoyle dilué dans de l'hexane ; dans un autre bécher, versez 5 mL d'hexanediamine (**Fig. 1**).
- Placez le bécher contenant le chlorure de sébaçoyle dans un bain de glace, et versez-y lentement l'hexanediamine (**Fig. 2**).
- Tirez, à l'aide d'un petit crochet, le voile formé au voisinage de la surface de séparation des deux liquides et enroulez la fibre blanchâtre sur une baguette de verre (**Fig. 3**).



Faites attention !

Le chlorure de sébaçoyle est une substance toxique. Son utilisation nécessite l'utilisation des gants et de lunettes de protection.



Fig. 1 Préparation des réactifs (le chlorure de sébaçoyle a été coloré)



Fig. 2 Mise en contact des réactifs



Fig. 3 Récupération du produit

Observez

1. Que contiennent les deux béchers au départ (**Fig. 1**) ?
2. Que contient le bécher placé dans le bain de glace (**Fig. 2**) ? Que verse-t-on dans ce bécher ?
3. Les deux solutions se mélangent-elles (**Fig. 3**) ?
4. Où se situe le nylon (**Fig. 3**) ? Quel est son aspect ?
5. Comment récupère-t-on le nylon (**Fig. 3**) ? Sous quelle forme se présente-t-il ?

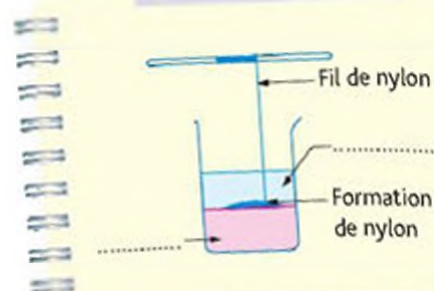
Interprétez

6. Quelles observations montrent qu'une transformation chimique a eu lieu ?
7. Où cette transformation chimique a-t-elle lieu ?
8. Quels sont les réactifs de cette transformation ? Quel est le produit formé au cours de cette transformation ?

Concluez

9. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment réaliser la synthèse du nylon ? ». Vous pouvez illustrer votre réponse par des schémas (► **Pour vous aider**).

Pour vous aider à schématiser



Séparer l'arôme d'un mélange

Le produit obtenu lors de la synthèse de l'arôme de banane n'est pas pur. Lorsque l'arôme est mélangé avec d'autres espèces chimiques, il est nécessaire de le séparer afin de récupérer le produit le plus pur possible.

Étape 1



Étape 2



Étape 1

- Versons du sel dans un verre à pied contenant de l'eau, jusqu'à ce que celui-ci ne se dissolve plus.
- Versons le produit obtenu lors de la synthèse de l'arôme de banane (refroidi) dans le verre contenant l'eau salée : l'arôme surnage.

Étape 2

- Plaçons un erlenmeyer propre et sec sous l'ampoule à décanter.
- Versons, à l'aide d'un entonnoir, le contenu du verre à pied dans l'ampoule à décanter.
- Bouchons l'ampoule.

Étape 3



Étape 4



Étape 3

- Laissons reposer le mélange : c'est la **décantation**.
- Observons les deux phases : la phase supérieure contient l'arôme ; la phase inférieure contient l'eau salée.

Étape 4

- Retirons le bouchon de l'ampoule.
- Ouvrons le robinet afin de vider l'eau dans un verre à pied.
- Fermons le robinet, retirons le verre à pied et plaçons maintenant un erlenmeyer sous l'ampoule.
- Ouvrons le robinet afin de récupérer le produit.

Avez-vous bien compris les différentes étapes ?



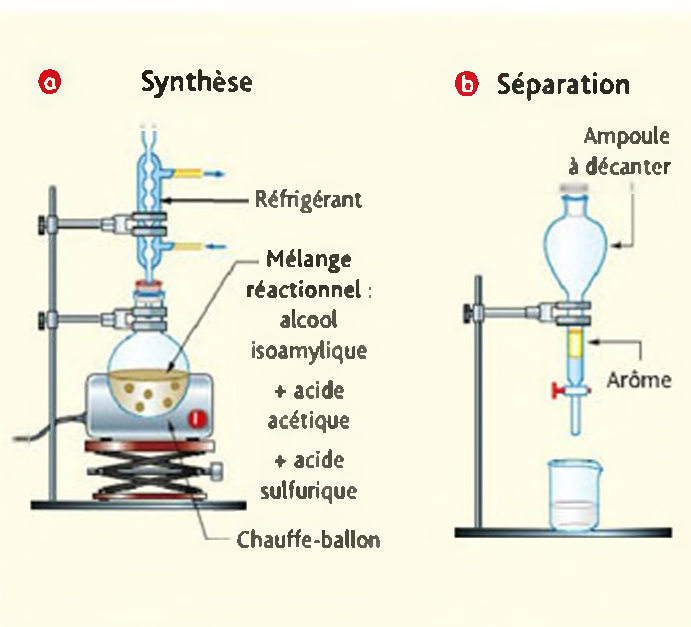
- 1 Lorsqu'on verse le contenu du tube dans le verre à pied, l'arôme se mélange à l'eau. Qu'a-t-on oublié ? → **Étape 1**
- 2 Le contenu du verre à pied s'écoule directement dans l'erlenmeyer. Qu'a-t-on oublié de vérifier ? → **Étape 2**

- 3 On n'obtient pas les deux phases. Que faut-il faire ? → **Étape 3**
- 4 Dans l'erlenmeyer, on obtient à nouveau un mélange d'eau salée et d'arôme. Quelle erreur a été commise ? → **Étape 4**

1 Synthèse d'espèces chimiques existant dans la nature

→ Activité 1

- Lorsqu'on chauffe un mélange d'acide acétique et d'alcool isoamylique, on sent après quelques instants une odeur de banane.
- Cette odeur est celle de l'acétate d'isoamyle produit lors de la **transformation chimique** entre l'acide acétique et l'alcool isoamylique. Cette transformation chimique est appelée **synthèse** de l'arôme de banane **a**.
- L'acétate d'isoamyle est un des composés de l'arôme naturel de banane. C'est une espèce chimique qui existe dans la nature.
- Les arômes naturels doivent leur richesse à des mélanges complexes renfermant quelquefois plus d'une centaine d'espèces chimiques. Les arômes de synthèse sont souvent constitués d'une seule espèce chimique. Ils peuvent être fabriqués en grandes quantités et à des coûts plus faibles que les arômes naturels.



À retenir

SOCLE

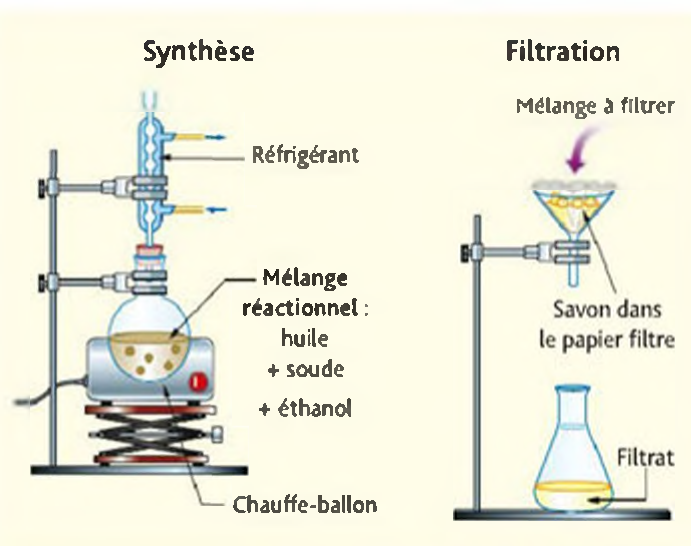
La synthèse, en grande quantité, d'espèces chimiques existant dans la nature permet d'en abaisser le coût et d'en augmenter la disponibilité.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 100

2 Synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature

→ Activité 2

- Lorsqu'on chauffe un mélange d'huile d'olive et de soude, le produit solide formé contient essentiellement de l'oléate de sodium qui est un des constituants du savon.
- La **transformation chimique** qui permet d'obtenir du savon à partir d'huile d'olive et de soude est appelée **synthèse** du savon.
- Le savon est une espèce chimique qui **n'existe pas** dans la nature.
- Des laboratoires industriels spécialisés synthétisent de nombreuses espèces chimiques utilisées dans les domaines de l'hygiène, de la santé, de la beauté...



À retenir

SOCLE

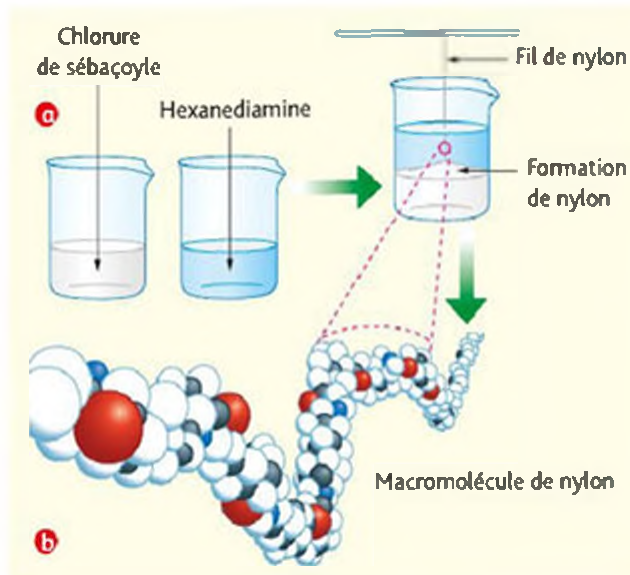
La synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature permet d'améliorer les conditions de vie des êtres humains.

→ Exercices 4, 5 et 6, page 100

3 Les macromolécules

→ Activité 3

- Le nylon est un composé solide fibreux que l'on peut synthétiser en faisant réagir du chlorure de sébaçoyle et de l'hexanediamine **a**.
- Le nylon est une espèce chimique qui n'existe pas dans la nature. Dans la molécule de nylon, des atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote sont arrangés dans un motif élémentaire qui se répète un très grand nombre de fois : la molécule est une **macromolécule** **b**.
- Les **matières plastiques** sont composées principalement de macromolécules. Ce sont des matériaux légers ayant de bonnes propriétés mécaniques et un faible prix de revient. Leur domaine d'application est de plus en plus vaste.



A retenir

Comme toute matière plastique, le nylon n'existe pas dans la nature. Il est constitué de macromolécules.

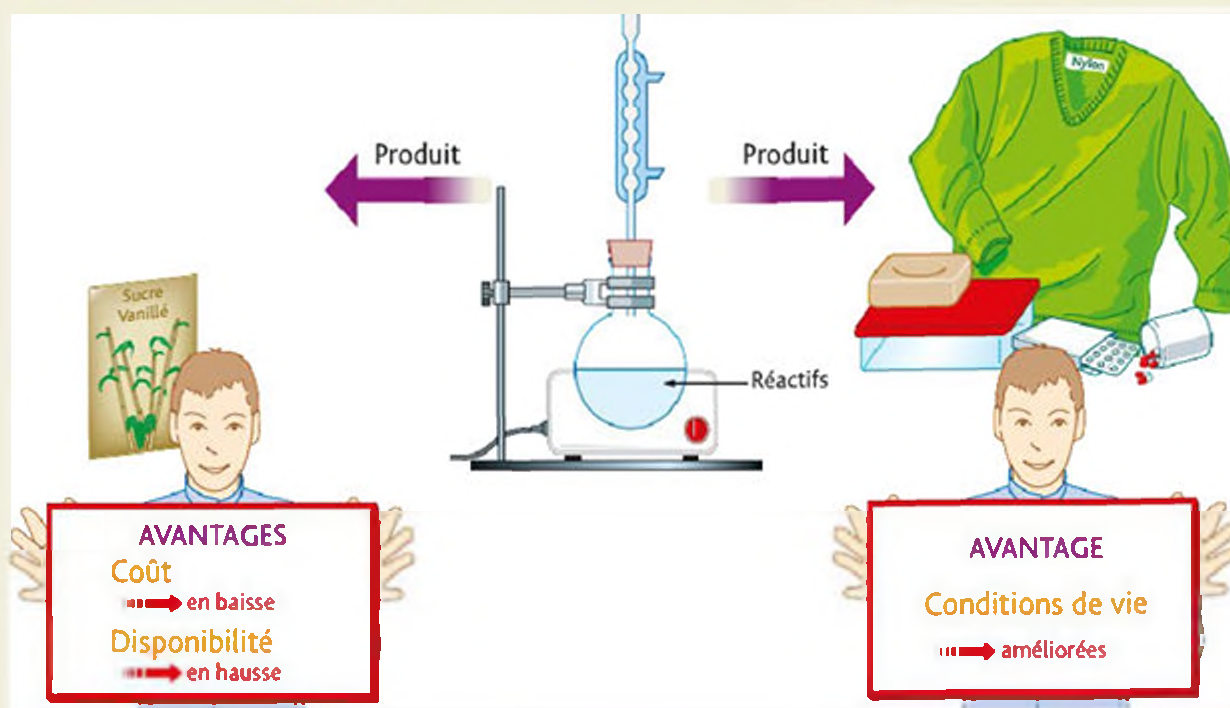
→ Exercices 7, 8 et 9, page 100

SCHEMA-BILAN

Existant dans la nature

Synthèse d'espèces chimiques

N'existant pas dans la nature



Histoire des techniques

Tout sur le nylon

La petite histoire du nylon

Le nylon fut inventé le 28 février 1935 par Wallace Carothers qui travaillait alors chez DuPont, une entreprise de chimie américaine. C'est le premier polyamide artificiel.

La production industrielle de cette nouvelle fibre synthétique, la première à être commercialisée à grande échelle, débutera en février 1938.

Le nylon viendra remplacer les poils de porc des brosses à dent. Il sera également utilisé dans la confection des parachutes des soldats américains pendant la Seconde Guerre mondiale, puis il révolutionnera l'industrie du textile après guerre avec les bas pour femmes (Fig. 1).

Fig. 1



Ses propriétés

Son faible pouvoir absorbant fait du nylon un tissu qui sèche rapidement. Il sert pour la confection des doublures, des blouses, des tabliers, des vêtements de sport, des imperméables, des jupes et des chemises plissées et de la lingerie. Il entre aussi dans la composition des bas, des collants, des chaussettes, des sous-pulls, des maillots de bain, des justaucorps.

Par contre, il fond lorsqu'il brûle ce qui lui interdit d'être utilisé pour les vêtements de travail.

Outre ses applications dans le domaine des industries textiles, le nylon est également utilisé pour réaliser des pièces mécaniques, notamment dans l'industrie automobile, car on peut le mouler à chaud (il fait partie des thermoplastiques). Par exemple, de nombreuses pièces de scooter (Fig. 2) sont fabriquées dans ce matériau (caoutchoucs de chaîne, bagues de transmission, pneus...).

Le nylon est très résistant aux chocs, à la traction, aux attaques chimiques et à l'usure, propriétés recherchées notamment dans le fil de pêche.



Fig. 2

- 1 Avec quel produit commercial le nylon s'est-il rendu célèbre ?
- 2 Citez quelques utilisations actuelles du nylon.
- 3 Qu'est-ce qu'une matière thermoplastique ?
- 4 **B2i** Recherchez quels sont les usages des matières plastiques nouvellement créées appelées « cosmétotextiles ».

Naturel ou synthétique

Utilisés depuis l'Antiquité, les arômes alimentaires étaient des substances naturelles extraites des épices ou des aromates. Beaucoup étaient difficiles à extraire en grande quantité et étaient réservés à une population qui disposait de revenus importants.

Grâce aux progrès réalisés dans le domaine des synthèses chimiques, au cours du XIX^e siècle, certains arômes ont pu être reproduits partiellement mais en quantités plus importantes : ce sont des arômes de synthèse.

Souvent, un arôme naturel est un mélange de nombreuses espèces chimiques différentes, alors qu'un arôme de synthèse est constitué d'une seule espèce chimique pure. Le premier arôme de synthèse, l'arôme de vanille, a été fabriqué en 1874. La production de cet arôme est vite devenue plus rentable que son extraction à partir de la vanille. On peut distinguer, d'après leurs noms, l'arôme naturel extrait de la plante, appelé vanille, de son arôme de synthèse, appelé vanilline (Fig. 3).



Fig. 3

- 1 Quelle est la différence entre un arôme naturel et un arôme de synthèse ?
- 2 Qu'est-ce que la vanilline ?
- 3 Recherchez les raisons de l'utilisation de la vanilline dans l'industrie alimentaire.



Fig. 4

Développement durable

Une nouvelle vie pour les matières plastiques

Il est possible de mettre à profit la chimie pour recycler les matériaux et plus généralement pour restaurer l'environnement.

Les matières plastiques ordinaires posent des problèmes pour l'environnement car elles ne se dégradent pas dans la nature. Les deux principales solutions pour éviter ces problèmes de pollution sont le recyclage après tri sélectif (Fig. 4) et la mise au point de matières plastiques biodégradables. L'exemple le plus connu de recyclage est celui du plastique des bouteilles d'eau minérale, transformé en fibres pour confectionner des textiles polaires (Fig. 5).

La technologie, l'utilisation et le marché des matériaux biodégradables sont en plein développement. Alors qu'il faut parfois plusieurs centaines d'années pour dégrader un plastique ordinaire, quelques mois suffisent à ces nouveaux matériaux pour être réduits en eau et en dioxyde de carbone au contact de micro-organismes. Mais leur coût élevé reste un de leurs handicaps. Des recherches sont effectuées pour que le bio-emballage devienne une solution économique en plus d'être écologique.

- 1 Quel est l'intérêt des matières plastiques biodégradables ?
- 2 Pourquoi les matières plastiques biodégradables ne sont-elles pas très utilisées ?
- 3 Recherchez les sources possibles de matériaux biodégradables et leurs utilisations.



Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 218

Synthèse d'espèces chimiques existant dans la nature

SOCLE

A

B

C

1 Les arômes naturels...	sont présents dans de nombreuses espèces chimiques naturelles	ne sont pas obtenus par synthèse	sont des mélanges d'espèces chimiques
2 Que permet la synthèse, en grande quantité, d'espèces chimiques existant dans la nature ?	D'améliorer les conditions de vie des êtres humains	D'en abaisser le coût	D'en augmenter la disponibilité
3 Pour séparer l'acétate d'isoamyle, quel montage utilise-t-on ?			

Synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature

SOCLE

4 Une espèce chimique synthétique...	peut exister dans la nature	existe toujours dans la nature	peut avoir été créée car elle n'existe pas dans la nature
5 Pourquoi synthétiser des espèces chimiques n'existant pas dans la nature ?	Pour diminuer les coûts de production	Pour améliorer les conditions de vie des êtres humains	Pour créer de nouvelles espèces chimiques
6 Quel montage correspond à la synthèse d'un savon ?	 Mélange réactionnel : alcool isoamylique + acide acétique	 Mélange réactionnel : huile + soude + alcool	 Mélange réactionnel : hexanediamine + chlorure de sébaçoyle

Constitution du nylon

7 Le nylon, comme toute matière plastique...	est une espèce chimique naturelle	est une espèce chimique synthétique	est un mélange d'espèces chimiques naturelles
8 De quoi le nylon est-il constitué ?	De macromolécules	D'atomes identiques	De molécules de nylon
9 Quel est le schéma correspondant à la synthèse du nylon ?	 Nylon Hexanediamine Chlorure de sébaçoyle	 Hexanediamine Nylon Chlorure de sébaçoyle	 Chlorure de sébaçoyle Nylon Hexanediamine

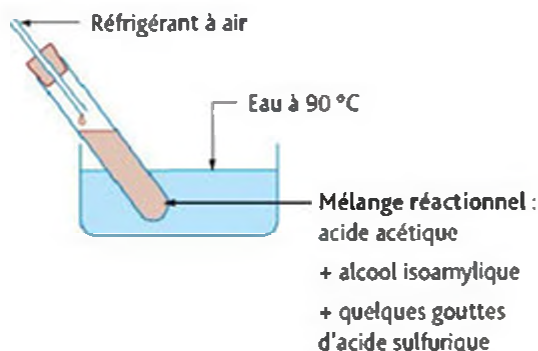
Avez-vous compris l'essentiel ?

Synthèse d'espèce chimique existant dans la nature



10 Expliquer la synthèse d'un arôme

On réalise l'expérience ci-dessous.



1. Quels sont les noms des réactifs et du produit obtenu ?
2. Pourquoi dit-on que cette transformation chimique est une synthèse ?
3. L'arôme de banane ainsi obtenu est-il naturel ? Justifiez votre réponse.

11 Comprendre une technique d'extraction

Pour récupérer l'arôme de banane, on réalise une décantation.

1. Quel élément de verrerie est particulièrement adapté à cette manipulation ?
2. Faites le schéma légendé de l'expérience.

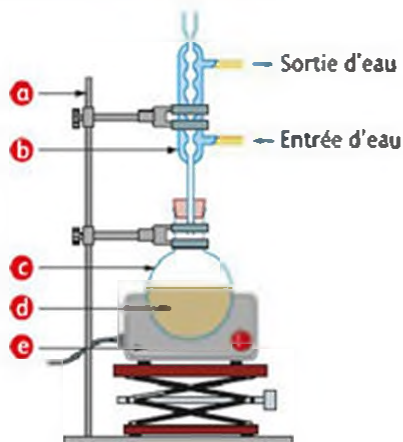
Synthèse d'espèce chimique n'existant pas dans la nature



12 Expliquer la synthèse d'un savon

Voici un protocole permettant de réaliser la synthèse d'un savon.

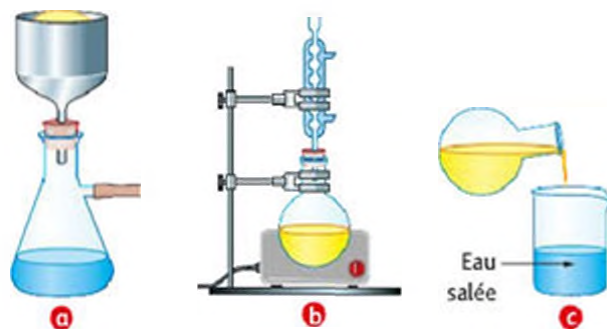
- Introduisez dans un ballon de 250 mL, 20 mL d'huile d'olive, 10 mL de soude et 20 mL d'éthanol.
- Adaptez un réfrigérant à eau au ballon et chauffez le mélange pendant environ 20 minutes.



1. Indiquez, pour chacune des lettres du schéma ci-dessus, la légende qui convient.
2. Quel est le rôle du réfrigérant ?
3. Quels sont les réactifs de cette synthèse ?

13 Retrouver les étapes d'un protocole

Ces schémas représentent différentes étapes de la synthèse d'un savon.



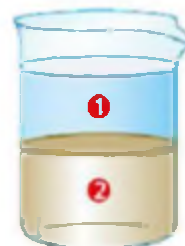
1. Donnez un nom à chacune de ces étapes.
2. Replacez ces étapes dans l'ordre.

Les macromolécules

14 Décrire la synthèse du nylon

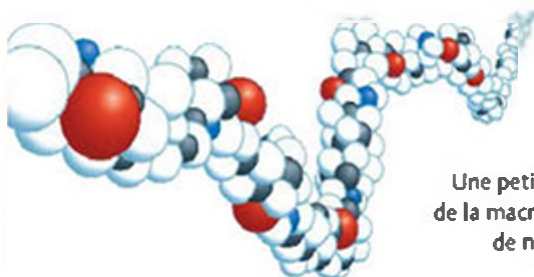
On réalise la synthèse du nylon (voir activité 3).

1. Indiquez où se trouvent les réactifs (hexanediamine et chlorure de sébaçoyle).
2. Où récupère-t-on le nylon ?



15 Reconnaître une macromolécule

Les molécules peuvent être représentées en trois dimensions à l'aide de logiciels. Chaque atome est représenté par une sphère colorée. La couleur rouge représente l'oxygène, la bleue l'azote, la noire le carbone et la blanche l'hydrogène.

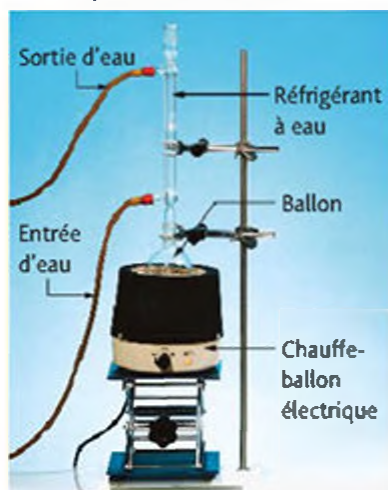


1. À quoi reconnaissez-vous qu'il s'agit d'une macromolécule ?
2. Quels types d'atomes contient cette macromolécule ?
3. Combien de fois le motif élémentaire se répète-t-il sur la figure (chaque motif comprend 1 atome d'oxygène) ?

16 Synthèse de l'arôme de banane

On a réalisé la synthèse de l'acétate d'isoamyle, arôme à odeur de banane. Pour cela, on a utilisé de l'acide acétique de formule chimique $C_2H_4O_2$ et de l'alcool isoamylique de formule chimique $C_5H_{12}O$. En plus de l'arôme, il se forme aussi de l'eau.

Synthèse de l'arôme



Décantation



1. Quels sont les réactifs de cette synthèse ?
2. Quels en sont les produits ?
3. Écrivez le bilan littéral de la synthèse.
4. Écrivez l'équation de cette réaction.

17 L'arôme de menthe

L'arôme naturel de menthe est dû à un mélange de plusieurs espèces chimiques dont la menthone de formule chimique $C_{10}H_{18}O$.

Le menthone peut être extraite de la menthe ou obtenue par synthèse à partir du menthol.

1. Citez un réactif de cette synthèse.
2. Quel en est le produit ?
3. Quelle est la formule de la molécule de menthone d'origine synthétique ?
4. Si oui, pourquoi l'arôme synthétique de menthe n'est-il pas exactement identique à l'arôme naturel ?



18 Synthèse chlorophyllienne

Lors de la photosynthèse, les plantes vertes consomment du dioxyde de carbone et de l'eau. Elles produisent du glucose de formule $C_6H_{12}O_6$ et rejettent du dioxygène dans l'atmosphère.

1. Quels sont les réactifs de cette synthèse ?
2. Quels en sont les produits ?
3. Écrivez et équilibrez l'équation de la réaction.
4. Pourquoi dit-on que les forêts sont le poumon de la Terre ?

19 Bleu indigo

L'indigo est l'un des plus anciens colorants connus. Il reste aujourd'hui très employé, la mode des jeans lui ayant donné une nouvelle jeunesse. Il existe deux sortes d'indigo : l'indigo naturel, cultivé depuis l'Égypte ancienne et l'indigo de synthèse, créé par le chimiste Baeyer en 1890.

L'indigo naturel est obtenu par macération des feuilles de plusieurs espèces d'indigotier. Dès 1897, l'indigo est synthétisé industriellement par une société allemande, BASF.

Aujourd'hui, la société BASF reste le principal fabricant d'indigo, avec environ 17 000 tonnes par an, de quoi teindre 800 millions de paires de jeans !



1. Quel est le nom de la plante qui permet de produire l'indigo ?
2. Quand la synthèse de l'indigo a-t-elle été réussie ?
3. Pourquoi l'argent investi dans la recherche par BASF a-t-il été un bon investissement ?

20 Le PVC

On a représenté, ci-dessous, une partie de la molécule de polychlorure de vinyle (PVC).



Les boules vertes représentent les atomes de chlore. Les boules blanches, les atomes d'hydrogène. Les boules noires représentent les atomes de carbone.

1. De quels atomes les molécules de PVC sont-elles constituées ?
2. Comment sont appelées les molécules qui constituent le PVC ?
3. **621** Lorsqu'on brûle du polychlorure de vinyle (PVC), un gaz se forme à partir des atomes de chlore et des atomes d'hydrogène. Recherchez le nom et la formule de ce gaz.
4. **621** Recherchez pourquoi il ne faut pas incinérer du PVC.

21 In English

Natural rubber was originally produced from rubber trees. An incision is made into the bark of the tree, from which the sticky, milk colored latex sap is collected.

Without treatment, latex loses its resiliency.

It must then quickly be changed into rubber by adding sulphur.

Since 1909, rubber has been made from butadiene.



1. Where can the raw material be found to produce natural rubber ?
2. How is latex collected ?
3. Which treatment must be carried out in order that rubber keeps its properties ?
4. Can rubber be synthesized ?
5. Which reagent is used ?

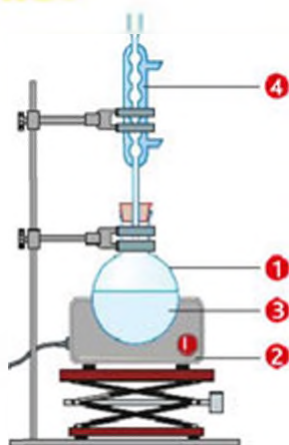
Help 1 Rubber : caoutchouc ; sap : sève ; sulphur : soufre ; raw materials : matières premières ; resiliency : élasticité.

22 ... Vers la Seconde

Le salicylate de méthyle est utilisé en parfumerie sous le nom d'essence de Wintergreen. Sa formule est $C_8H_8O_3$.

Il se prépare à partir d'acide salicylique, de formule $C_7H_6O_3$, et de méthanol, de formule CH_4O .

Le schéma ci-contre représente le montage utilisé.



1. Reproduisez et identifiez les éléments ① à ④ du montage. Donnez-lui un titre.
2. Écrivez l'équation de cette synthèse, sachant que le second produit formé est de l'eau.
3. On fait réagir 27,6 g d'acide salicylique et 47,4 g de méthanol. Il se forme 3,6 g d'eau. Quelle masse m_1 d'essence devrait-on obtenir ?
4. En réalité, le méthanol est utilisé en excès : il en reste donc 41 g à la fin de la synthèse. Si on suppose que tout l'acide salicylique réagit, quelle masse m_2 d'essence pourrait-on obtenir ?
5. En pesant la masse m_3 d'essence réellement récupérée, on trouve 21 g. Sachant que le rendement d'une synthèse est égal au rapport de la masse réelle de produit obtenu par la masse théorique, calculez le rendement de cette synthèse.

Devenez un expert !

23 La formule oubliée

Le professeur Taitenlaire a fabriqué un produit qui a l'odeur de l'abricot.

Il se souvient avoir utilisé de l'acide butanoïque et du pentanol comme réactifs mais a complètement oublié la formule du produit obtenu.



Votre mission : Trouvez la formule brute du produit obtenu.

VOS INDICES :

- Formule brute de l'acide butanoïque : $C_4H_8O_2$.
- Formule brute du pentanol : $C_5H_{12}O$.

24 Le mousse et la mousse

Le capitaine d'un bateau naviguant depuis de longues semaines sur l'océan, demande à son mousse de faire la lessive.

Pour cela, le jeune garçon utilise du savon. Mais il n'arrive pas à le faire mousser abondamment.



Votre mission : Trouvez comment il faut utiliser le savon pour qu'il fournisse une mousse abondante.

VOS INDICES : L'efficacité du savon dépend de l'eau utilisée.

Dans les trois phrases de chaque test, des mots ou des nombres manquent. À vous de les trouver.

Réponses en p. 220

1 Utilisation des métaux dans la vie quotidienne

1. Les métaux les plus utilisés dans la vie quotidienne sont le ... (Zn), l'aluminium (Al), le ... (Cu), l'... (Ag) et l'... (Au).
2. Le cuivre peut être distingué par sa Le fer peut être distingué par ses propriétés Tous les métaux peuvent être distingués par leur
3. Un métal possède un certain nombre de ... qui sont à l'origine de ses utilisations. Par exemple, on utilise le cuivre pour fabriquer des câbles électriques car c'est un bon

2 Constitution d'un atome

1. Un atome est constitué d'un ... chargé ..., entouré d'... chargés négativement.
2. Il possède ... de charges positives que de charges négatives : il est électriquement
3. Il est formé essentiellement de ..., on dit qu'il a une structure

3 Conduction électrique des métaux

1. Tous les métaux conduisent le, contrairement à d'autres solides qui sont dits
2. Un métal est conducteur car il possède des de se déplacer.
3. Le courant électrique est dû à un ... d'électrons dans le sens ... du sens conventionnel.

4 Atome et ion

1. Un atome et l'ion qui lui correspond possèdent un noyau strictement Ils ont, par contre, un nombre d'... différents.
2. Contrairement à l'atome, l'ion est une particule électriquement
3. Un ion positif (ou négatif) est un atome qui a gagné (ou perdu) un ou plusieurs

5 Conduction électrique dans les solutions aqueuses

1. L'eau sucrée est constituée de ... de sucre et de ... d'eau. Le courant électrique ne peut pas circuler dans l'eau sucrée car elle ne contient pas d'....
2. Le courant électrique peut circuler dans l'eau salée car celle-ci contient des ... libres de se déplacer.
3. Le courant électrique dans une solution ... est dû au déplacement des ions ... dans le sens du courant et des ions ... dans le sens inverse.

6 Tests de reconnaissance de quelques ions

1. Les ions chlorure Cl^- et les ions métalliques Cu^{2+} , Fe^{2+} et Fe^{3+} peuvent être mis en évidence en solution par des

... de reconnaissance : ils forment des ... de couleurs différentes.

2. Pour mesurer le pH, on peut utiliser un ... ou du
3. Une solution est ... si son pH est inférieur à 7, ... s'il est égal à 7, et ... s'il est supérieur à 7.

7 Réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique

1. L'acide chlorhydrique contient des ions ... H^+ et des ions ... Cl^- en solution dans l'....
2. Au cours de cette transformation ..., des ions ... et du ... sont consommés. Un dégagement gazeux de ... et des ions ... sont produits.
3. Le bilan de la ... entre l'acide chlorhydrique et le fer s'écrit :

Acide chlorhydrique + ... $\rightarrow$... + chlorure de fer II

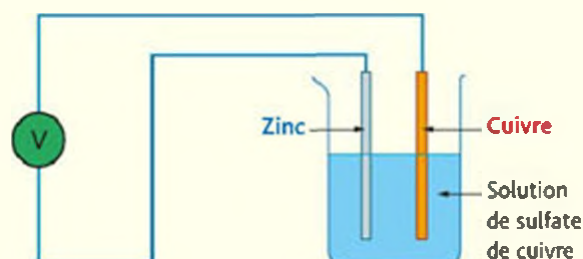
8 Pile électrochimique et énergie chimique

1. Une pile est un réservoir d'énergie
2. Une pile en fonctionnement est le siège d'une ... chimique au cours de laquelle une partie de l'énergie ... des réactifs est convertie en énergie
3. Une pile en fonctionnement s'use car une partie des ... qu'elle contient est

9 Synthèses d'espèces chimiques

1. Les arômes peuvent être obtenus par L'obtention en grandes quantités d'espèces chimiques existant déjà dans la nature permet de baisser leur coût et d'augmenter leur
2. La ... d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature permet d'... les conditions de vie des êtres humains.
3. Le nylon et les matières plastiques sont constitués de

10 Fonctionnement d'une pile



1. Une lame de ... et une lame de ... plongées dans une solution de sulfate de cuivre constituent une
2. Au cours de son fonctionnement, une transformation ... a lieu, au cours de laquelle du ... disparaît et un dépôt de ... apparaît.
3. De l'énergie ... est convertie en énergie Un courant électrique circulant de la lame de ... vers la lame de

Énergie électrique et circuit électrique en « alternatif »

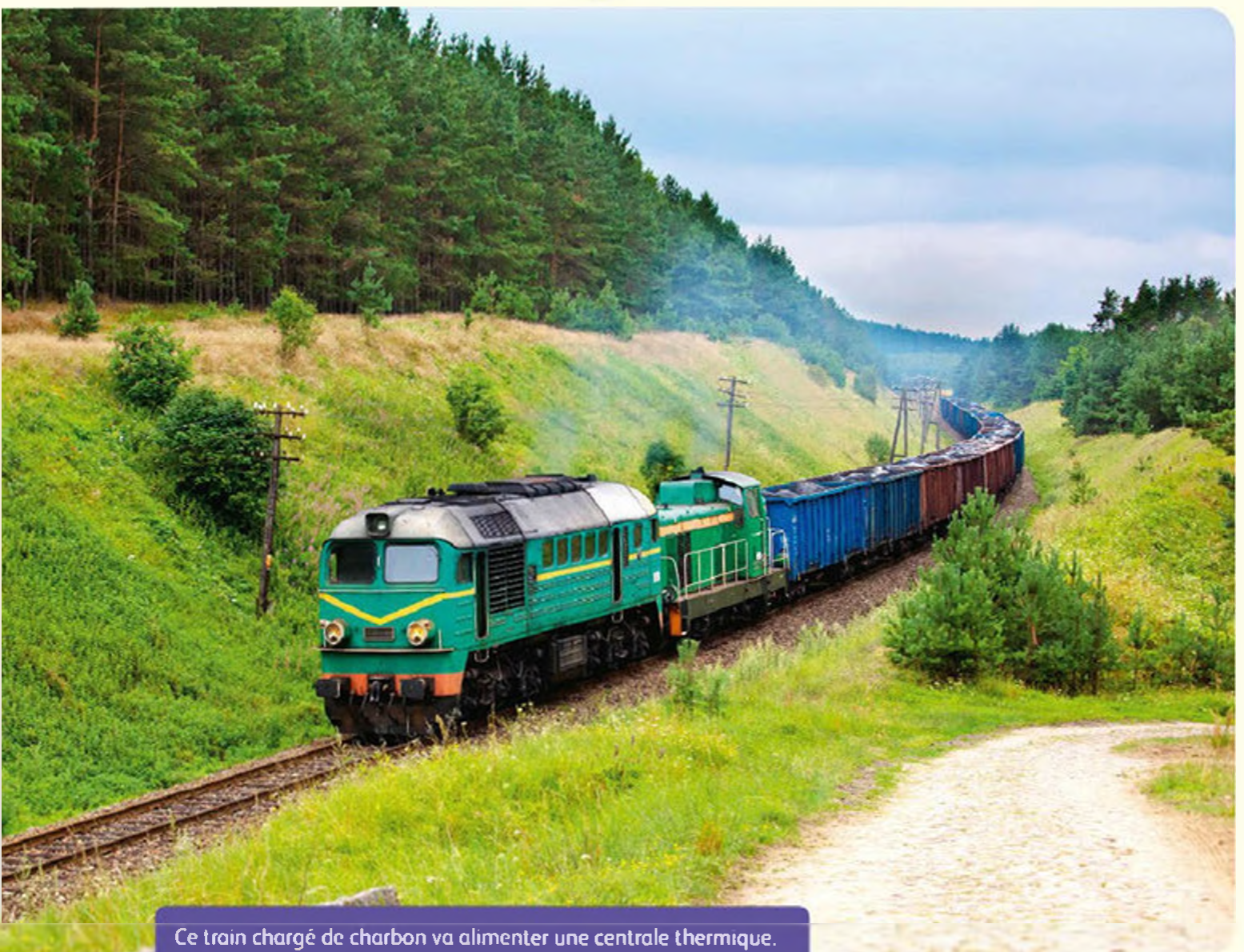


Production de l'énergie électrique

Objectifs

- Connaître la partie commune à toutes les centrales électriques.
- Savoir que l'alternateur convertit l'énergie mécanique qu'il reçoit en énergie électrique.
- Distinguer les sources d'énergie renouvelables des sources d'énergie non renouvelables.

Pour commencer à réfléchir



Ce train chargé de charbon va alimenter une centrale thermique.

🔄 À quoi sert le charbon dans une centrale thermique ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Cette centrale nucléaire comporte de nombreux alternateurs couplés à des turbines.

➡ Y a-t-il des alternateurs dans tous les types de centrales ?

SITUATION 2

Des techniciens effectuent une réparation sur l'alternateur d'une éolienne.

➡ Quel est le rôle des pales de l'éolienne ?



SITUATION 3

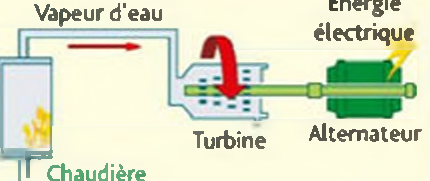
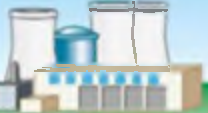
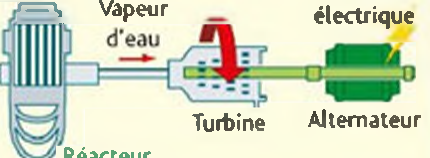
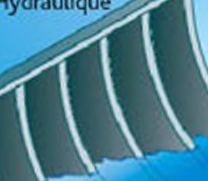
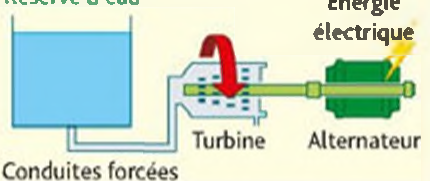
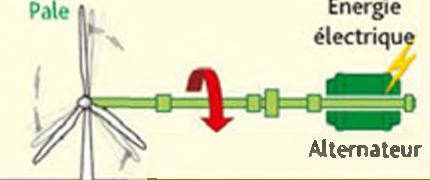
L'installation de panneaux solaires permet aux particuliers de devenir producteurs d'énergie électrique.

➡ Pourquoi incite-t-on les particuliers à produire une partie de l'énergie électrique qu'ils consomment ?

Activité 1

Quel est l'élément commun aux différents types de centrales ?

Étudiez des documents

Type de centrale	Source primaire d'énergie	Schéma	Principe
Thermique classique 	Charbon Gaz naturel Pétrole 		Dans la chaudière, l'eau chauffée par la combustion du charbon, du gaz ou du pétrole se transforme en vapeur d'eau sous pression.
Thermique nucléaire 	Uranium 		L'énergie libérée par des atomes d'uranium permet le chauffage de l'eau et sa transformation en vapeur dans le réacteur.
Hydraulique 	Eau 		L'eau accumulée derrière un barrage est dirigée vers les turbines par des tuyaux appelés conduites forcées.
Éolienne 	Vent 		Le vent fait tourner les pales, correctement orientées, de l'éolienne.

Extrayez des informations

- Quels sont les types de centrales présentés sur ce document ?
- Quelles sont les sources primaires d'énergie correspondantes **Coin ressource** ?
- Quel est l'élément que toutes les centrales possèdent sauf la centrale éolienne ?

Exploitez les informations

- Quelle(s) ressemblance(s) et quelle(s) différence(s) y a-t-il entre une centrale thermique classique et une centrale nucléaire ?
- Quelle est la condition pour que l'alternateur fournisse de l'énergie électrique ?
- Dans les centrales éoliennes, par quoi la turbine est-elle remplacée ?

Concluez

- Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quel est l'élément commun aux différents types de centrales ? »

Le coin

ressource

- Une turbine est une roue munie de pales, qui tourne sous l'action du vent, de l'eau ou de la vapeur d'eau sous pression.
- Une source d'énergie est dite **primaire** si on peut l'utiliser directement.

Activité 2

Quelle transformation d'énergie l'alternateur réalise-t-il ?

Expérimentez

- Branchez une lampe aux bornes d'un petit alternateur (Fig. 1).
- Faites tourner le galet de l'alternateur (cylindre mobile cannelé) à l'aide du système d'entraînement (Fig. 1).
- Prenez un autre alternateur dont le galet est muni d'un disque à ailettes et branchez une lampe entre ses bornes (Fig. 2).
- Dinglez sur les ailettes le jet d'air d'un sèche-cheveux (Fig. 2).

Faites attention !

Approchez suffisamment le sèche-cheveux et dirigez bien le jet d'air perpendiculairement aux pales.

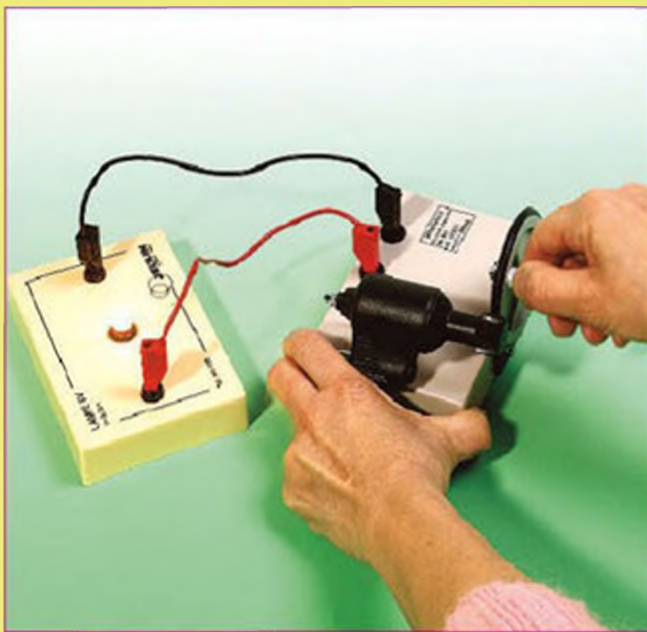


Fig. 1 Entraînement à la main



Fig. 2 À l'aide d'un sèche-cheveux

Observez

1. La lampe est-elle allumée quand le galet ne tourne pas ? Est-elle allumée quand il tourne (Fig. 1) ?
2. Qu'observe-t-on quand on envoie un jet d'air sur les pales (Fig. 2) ?

Interprétez

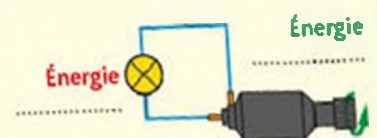
3. Quel est le rôle du disque à ailettes (Fig. 2) ?
4. Quelle forme d'énergie l'alternateur transforme-t-il, dans le cas de la figure 1 ? Dans le cas de la figure 2 ?
5. Quelle forme d'énergie l'alternateur fournit-il à la lampe ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelle transformation d'énergie l'alternateur réalise-t-il ? » Vous pouvez illustrer votre réponse en reproduisant puis en complétant le schéma ci-contre (► Pour vous aider).

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma incomplet correspondant à la figure 1 :



Activité 3

Quelles sont les sources d'énergie renouvelables ?

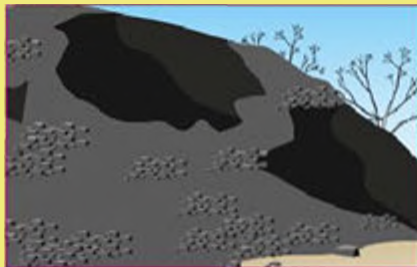
Étudiez des documents

1. Le pétrole



Le pétrole a mis des millions d'années à se former par décomposition de matières organiques. Il sert de source d'énergie primaire dans les centrales thermiques classiques. Depuis un siècle, on a épuisé une grande partie des réserves de pétrole.

2. Le charbon



Comme le pétrole, le charbon a mis beaucoup de temps pour se former. Il sert de source d'énergie primaire dans les centrales thermiques classiques. Si la consommation se maintient à son niveau actuel, le charbon sera exploitable durant deux siècles environ.

3. Le Soleil



Le Soleil brille depuis plus de 4 milliards d'années, en transformant de l'hydrogène en hélium. Une partie de l'énergie qu'il émet peut être transformée en énergie électrique par des panneaux solaires.

4. L'eau



L'énergie provenant d'une chute d'eau, naturelle ou provoquée par un barrage, est transformée en énergie électrique dans les centrales hydrauliques.

5. Le vent



L'énergie du vent, qui peut être très grande dans certaines régions, est utilisée pour faire tourner les pales d'éoliennes. Ces dernières créent de l'énergie électrique.

6. L'uranium



L'uranium est un métal que l'on trouve en quantités limitées dans le sous-sol de certaines régions. Il sert de source d'énergie primaire dans les centrales nucléaires.

Extrayez des informations

1. Comment le pétrole et le charbon se sont-ils formés ?
2. Depuis combien de temps le Soleil dissipe-t-il son énergie ?
3. Où trouve-t-on de l'uranium ?

Exploitez des informations

4. Comparez la durée nécessaire à la formation du charbon et du pétrole à celle nécessaire à les consommer. Les réserves en sont-elles infinies ?
5. Pourquoi la quantité d'uranium présente sur Terre diminue-t-elle ?
6. L'énergie fournie par l'eau, le vent et le Soleil risque-t-elle de faire défaut, dans un avenir proche ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelles sont les sources d'énergie renouvelables ? » (► **Coin ressource**)

Le coin

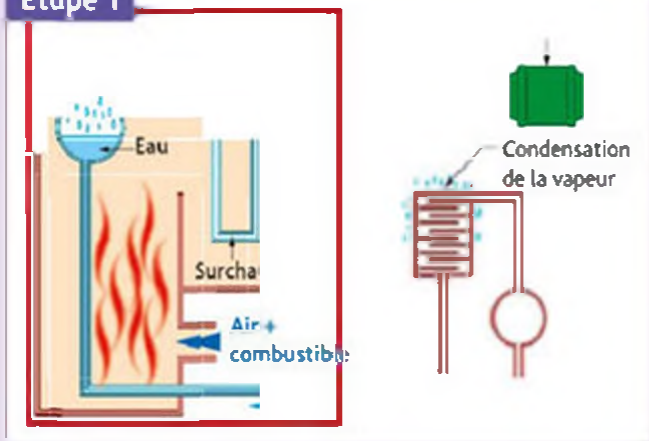
ressource

- Une source d'énergie est dite **renouvelable** si elle est inépuisable, à l'échelle d'une vie humaine.
- Une source d'énergie est dite **non renouvelable** si on risque de l'épuiser en continuant à la consommer comme on le fait actuellement.

Traduire une chaîne énergétique par un diagramme

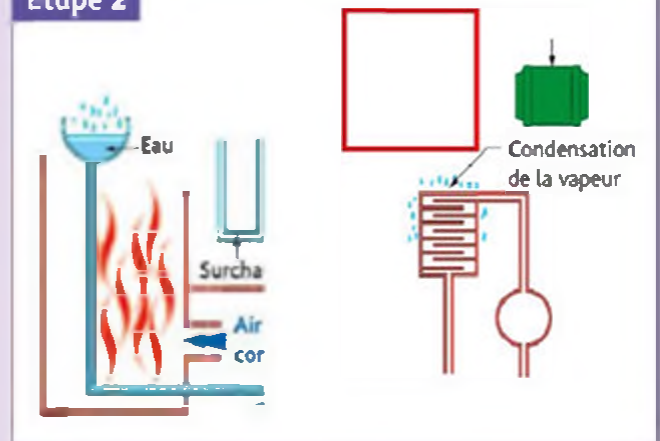
Suivons les différentes transformations de l'énergie (chaîne énergétique) dans une centrale thermique classique au charbon ou au fioul, et schématisons-les dans un diagramme.

Étape 1



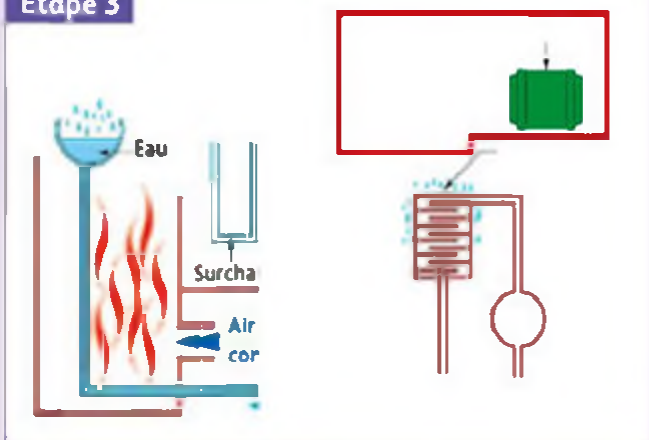
- On chauffe l'eau du ballon à l'aide de la chaleur dégagée par la combustion du charbon ou du fioul.
- L'eau se transforme en vapeur en mouvement : il y a transformation d'énergie thermique (chaleur) en énergie mécanique (mouvement de la vapeur d'eau).

Étape 2



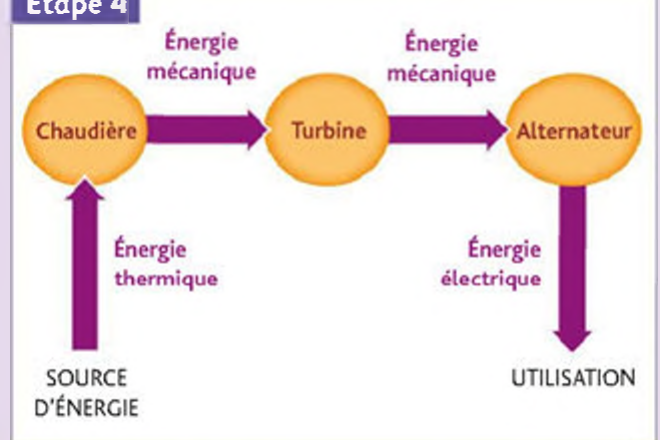
- La vapeur d'eau sous pression et en mouvement pousse les pales de la turbine qui se met à tourner.
- Il y a transfert d'une partie de l'énergie mécanique de la vapeur d'eau à la turbine.

Étape 3



- La turbine entraîne l'alternateur qui produit de l'électricité.
- C'est la dernière phase des transformations de l'énergie : il y a transformation d'énergie mécanique en énergie électrique.

Étape 4



- On peut schématiser toutes ces transformations à l'aide du diagramme ci-dessus.
- NB : À chaque étape de transformation, il y a perte d'une partie de l'énergie.



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

- 1 Quel est le rôle du charbon ou du fioul ? → Étape 1
- 2 Qu'est-ce qui fait tourner la turbine ? → Étape 2
- 3 Quel est le rôle de la turbine ? → Étape 3
- 4 Quels sont les convertisseurs d'énergie de cette chaîne ? → Étape 4

1

Partie commune aux différents types de centrales

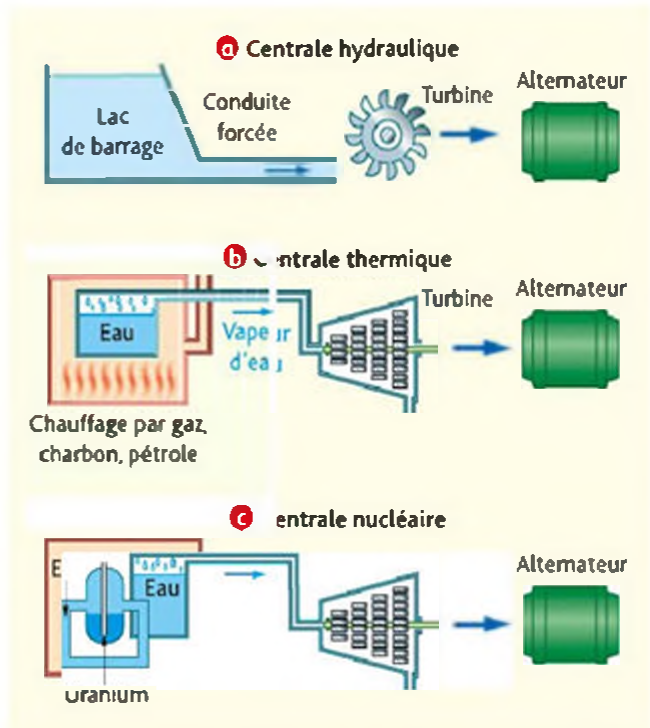
→ Activité 1

- Les centrales qui fournissent aux usagers de l'énergie électrique utilisent une **source d'énergie primaire**.
- Cette source primaire est :
 - l'eau pour les centrales hydrauliques **a** ;
 - le charbon, le gaz ou le pétrole ; (combustibles fossiles) pour les centrales thermiques **b** ;
 - l'uranium pour les centrales nucléaires **c** ;
 - dans le cas des centrales solaires, la source d'énergie primaire est le Soleil.
- Toutes ces centrales ont une partie commune : **l'alternateur**. Couplé à une turbine (grosse roue munie de pales) en rotation, il fournit de l'énergie électrique.
- Dans le cas des centrales éoliennes, l'énergie primaire est le vent. Les pales des éoliennes jouent le rôle de turbines.

À retenir

L'alternateur est la partie commune à toutes les centrales électriques.

SOCLE



→ Exercices 1, 2 et 3, page 116

2

Le rôle de l'alternateur

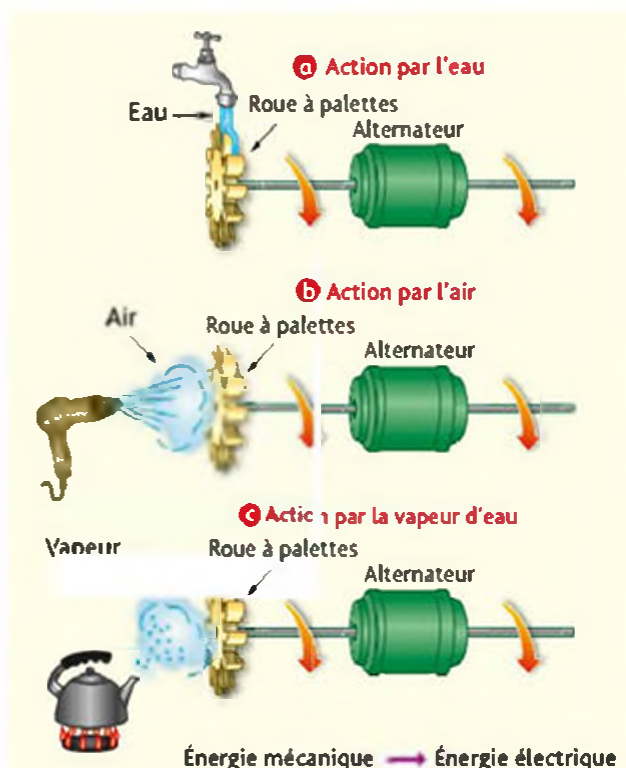
→ Activité 2

- Lorsqu'on fait tourner manuellement le galet de l'alternateur de bicyclette, on utilise l'énergie musculaire.
- Il est possible aussi, après avoir muni le galet de palettes, de mettre l'ensemble en mouvement avec un jet d'eau **a**, de vapeur **b** ou d'air **c**. Dans tous les cas, de l'énergie mécanique du galet en rotation est convertie en énergie électrique par l'alternateur.
- Dans les centrales hydrauliques, thermiques ou nucléaires, l'eau, sous forme liquide ou sous forme de vapeur, met en mouvement des turbines qui actionnent des alternateurs. Les alternateurs convertissent une partie de l'énergie reçue en énergie électrique.
- On ne peut pas convertir intégralement une forme d'énergie en une autre : il y a toujours des pertes.

À retenir

L'alternateur convertit de l'énergie mécanique en énergie électrique.

SOCLE



→ Exercices 4, 5 et 6, page 116

3 Les sources d'énergie

→ Activité 3

Sources d'énergie non renouvelables

- Le charbon, le pétrole et le gaz naturel sont des combustibles dits « fossiles » car ils se sont formés et accumulés dans le sous-sol terrestre pendant des millions d'années. À l'heure actuelle, on en consomme de telles quantités qu'il suffira de quelques dizaines d'années pour en épuiser les réserves.
- Ce sont des sources d'énergie non renouvelables **a**. Leur quantité est limitée et elles s'épuisent rapidement.
- L'uranium, métal extrait du sol, est aussi une source d'énergie non renouvelable.

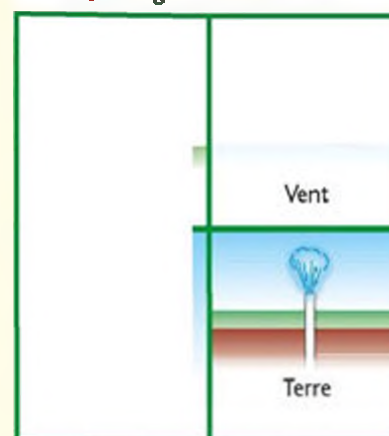
Sources d'énergie renouvelables

- Les énergies renouvelables **b** sont les énergies produites par le Soleil (énergie solaire), le vent (énergie éolienne), l'eau (énergie hydraulique), la Terre (énergie géothermique). Elles sont inépuisables à l'échelle d'une vie humaine et moins polluantes que les énergies non renouvelables, qui produisent d'énormes quantités de dioxyde de carbone (CO_2) ou des déchets radioactifs.

a Énergies non renouvelables



b Énergies renouvelables



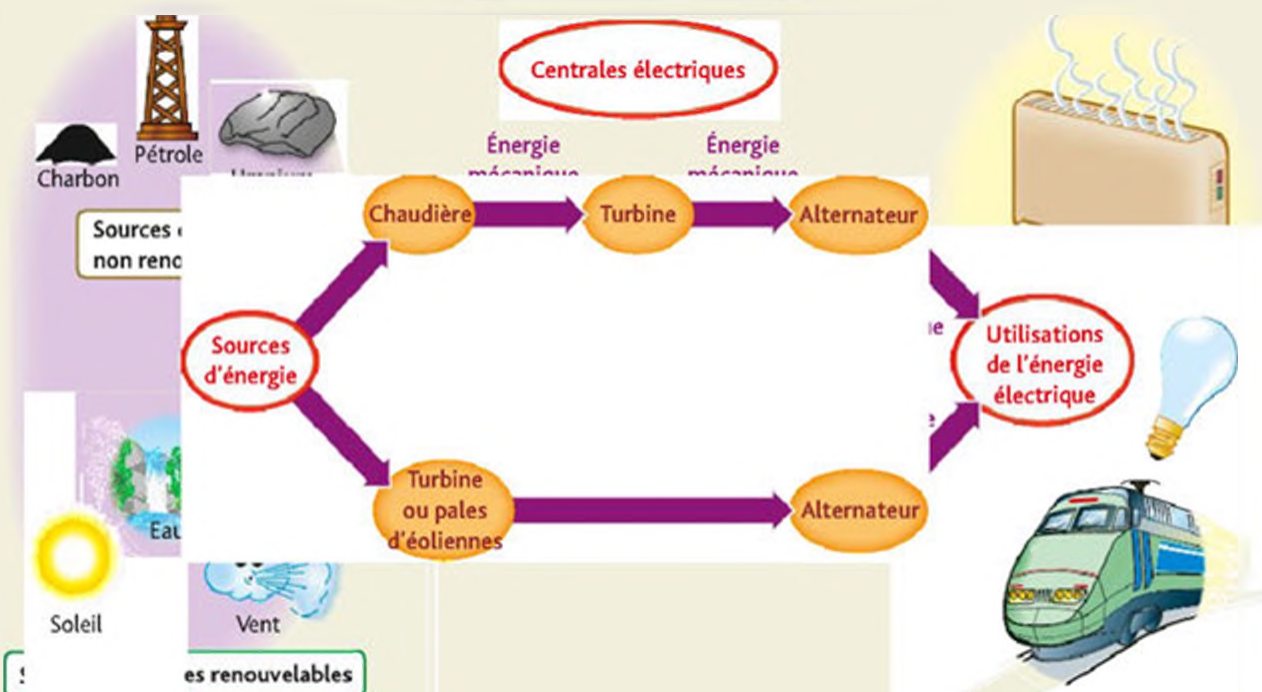
À retenir

SOCLE

Une source d'énergie est renouvelable si elle est inépuisable à l'échelle d'une vie humaine.
Une source d'énergie est non renouvelable si ses réserves sont limitées et s'épuisent rapidement.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 116

SCHÉMA-BILAN



Énergie

L'atome : ami ou ennemi ?

La fission de l'uranium

Les centrales nucléaires produisent de l'énergie électrique à partir de la fission d'atomes d'uranium. Le procédé consiste à bombarder les atomes d'uranium avec des particules (neutrons) : les noyaux se divisent en morceaux en libérant d'énormes quantités d'énergie. Cette énergie sert à chauffer de l'eau, qui, transformée en vapeur, actionne les turbines (Fig. 1).

En France, 80 % de l'électricité est d'origine nucléaire. Les centrales nucléaires ne contribuent pas à l'effet de serre car elles ne rejettent pas de dioxyde de carbone mais elles génèrent des déchets radioactifs dont le stockage et le traitement posent problème.

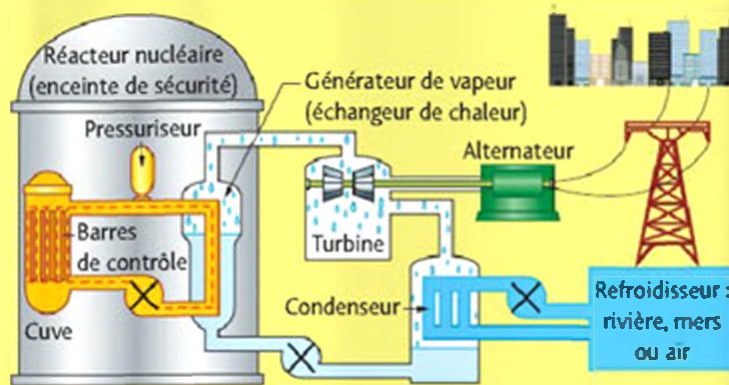


Fig. 1 Représentation schématique d'une centrale nucléaire. L'uranium se trouve dans la cuve du réacteur.

Dangers présentés par les centrales nucléaires

En cas d'accident, les centrales nucléaires se révèlent un vrai danger pour la population et l'environnement, comme l'ont montré les accidents de Tchernobyl (1986) et de Fukushima (2011), tous deux de niveau 7 dans l'échelle qui sert à chiffrer la gravité des accidents nucléaires (Fig. 2).

Les effets sur l'organisme des produits libérés au cours d'un accident grave survenu dans une centrale dépendent de la nature et du volume de la zone irradiée, ainsi que de la dose reçue. Cette dernière se mesure en sievert, de symbole Sv. Les malaises se manifestent à partir de 0,1 Sv soit 100 mSv. Entre 0,1 et 1 Sv des troubles divers peuvent être observés comme l'alopecie ou des malaises digestifs. À partir de 5 Sv, les troubles sont plus graves (vomissements, destruction de la moelle osseuse ou de la muqueuse intestinale) et mortels dans 50 % des cas. Au-delà de 10 Sv, aucun organisme ne résiste.

Des cancers, surtout de la thyroïde, peuvent se manifester plusieurs années après exposition.

Pour éviter les accidents, les parties vitales des centrales nucléaires (Fig. 3) sont entourées d'une enceinte de confinement, et la sécurité est vérifiée en permanence.



Fig. 2



Fig. 3

- 1 Comment peut-on obtenir de grandes quantités d'énergie à partir d'atomes d'uranium ?
- 2 De quel dispositif les centrales nucléaires sont-elles dotées, afin d'éviter la dissémination de produits radioactifs ?
- 3 À combien de millisieverts la dose mortelle est-elle évaluée ?
- 4 821 Rédigez un texte (cinq lignes maximum) décrivant les avantages et les inconvénients des centrales nucléaires.

Fabriquer soi-même son énergie électrique

Il est possible de produire son énergie électrique en équipant sa maison de panneaux photovoltaïques ou en plaçant une éolienne dans son jardin ou, encore mieux, en faisant les deux (Fig. 4).

Les panneaux photovoltaïques, qui convertissent directement l'énergie solaire en courant électrique, s'installent sur le toit suivant une orientation bien déterminée : avec 30 m^2 de panneaux, on peut couvrir les besoins en électricité d'une famille de quatre personnes.

Placée dans le jardin, une éolienne capte l'énergie cinétique du vent par ses pales et entraîne directement un alternateur. Plus les pales sont grandes, plus l'énergie produite est importante.

Ces installations sont très coûteuses mais bénéficient d'aides publiques. C'est un investissement rentable à long terme, et bon pour la préservation de l'environnement.



Fig. 4

- 1 Quelle conversion d'énergie un panneau photovoltaïque réalise-t-il ? Même question pour une éolienne.
- 2 La création d'énergie électrique par panneaux photovoltaïques nécessite-t-elle un alternateur ?
- 3 **B2i** Recherchez quels défauts sont souvent attribués aux éoliennes.

Développement durable

L'usine marémotrice de la Rance

Le phénomène des marées, qui met en mouvement d'énormes masses d'eau, peut être utilisé pour créer de l'énergie électrique. C'est ce qui se produit dans une centrale dite « marémotrice » comme celle de l'embouchure de la Rance, petit fleuve breton (Fig. 5).

Un barrage isole de la mer un grand bassin. Ce barrage est percé de 24 tunnels contenant chacun un ensemble turbine-alternateur.

Les turbines, qui peuvent se retourner, sont mises en mouvement par la marée montante, puis par la marée descendante (Fig. 6).

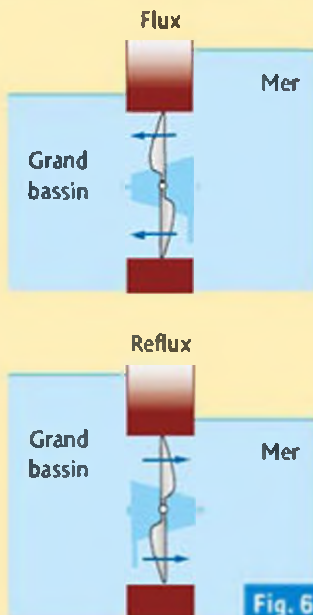


Fig. 6



Fig. 5

- 1 Quelle énergie une centrale marémotrice utilise-t-elle ?
- 2 Quelle caractéristique les turbines de la centrale marémotrice présentent-elles, en comparaison avec les autres turbines ? Pourquoi ?
- 3 **B2i** Recherchez le pourcentage de l'énergie électrique totale française produit par cette centrale.

Exercices

Testez vos connaissances

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 218

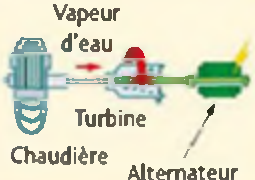
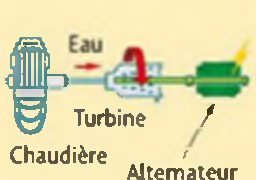
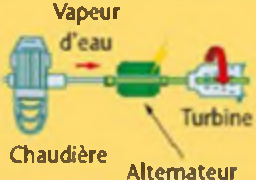
Élément commun aux différentes centrales

SOCLE

A

B

C

1 La partie commune à toutes les centrales est...	la chaudière	la turbine	l'alternateur
2 Dans les centrales éoliennes, quelle partie de la centrale classique est remplacée par les pales ?	La turbine	L'alternateur	La chaudière
3 Quel schéma correspond à une centrale thermique ?			

Le rôle de l'alternateur

SOCLE

4 L'alternateur convertit...	l'énergie mécanique en énergie électrique	l'énergie électrique en énergie mécanique	l'énergie mécanique en énergie thermique
5 Comment la turbine d'une centrale électrique est-elle mise en mouvement ?	Par de l'eau liquide	À l'aide d'un moteur	Par de la vapeur d'eau
6 Quel diagramme énergétique correspond à une centrale thermique ?			

Les sources d'énergie

SOCLE

7 Une source d'énergie est renouvelable si...	on la trouve un peu partout	elle est inépuisable à l'échelle d'une vie humaine	elle est épuisable à l'échelle d'une vie humaine
8 Parmi ces sources d'énergie, lesquelles sont renouvelables ?	Le charbon	Le vent	Les chutes d'eau
9 Quel est le diagramme qui caractérise les énergies non renouvelables ?	En un siècle Quantité formée Quantité consommée 	En un siècle Quantité formée Quantité consommée 	En un siècle Quantité formée Quantité consommée 

Avez-vous compris l'essentiel ?

Partie commune aux différents types de centrales **SOCLE**

10 Différences et ressemblances

1. Quel est le rôle d'une centrale électrique ?
2. Quels types d'énergie primaire peut-elle utiliser ?
3. Quel est l'élément commun à toutes les centrales électriques ?

11 Centrale thermique et centrale hydraulique

Voici le schéma d'une centrale hydraulique :



1. Quels éléments de cette centrale retrouve-t-on dans toutes les centrales électriques ?
2. Quelle est la source d'énergie primaire utilisée ?

Le rôle de l'alternateur **SOCLE**

12 L'alternateur de démonstration

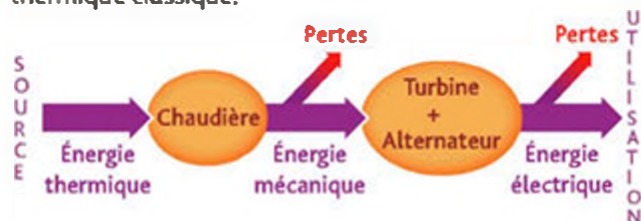


Observez la photo ci-dessus et répondez aux questions suivantes.

1. Quelles sont les sources d'énergie primaire que l'on peut utiliser avec ce dispositif ?
2. Quelle est la forme d'énergie qui est mise en jeu lors de la rotation de l'hélice ?
3. Quelle est la forme d'énergie qui permet à la lampe de s'allumer ?
4. Quel rôle l'alternateur de bicyclette joue-t-il ?

13 Conversions d'énergie dans une centrale

En utilisant tous les mots du diagramme ci-dessous, expliquez en quelques lignes le fonctionnement d'une centrale thermique classique.



Les sources d'énergie **SOCLE**

14 Le Soleil

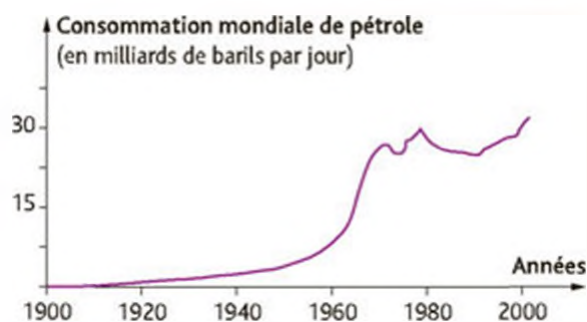


Le Soleil est notre indispensable source d'énergie. Sa durée de vie, à partir des années 2000, est estimée à encore environ 5 milliards d'années.

1. Le Soleil est-il une source d'énergie inépuisable ? Justifiez votre réponse.
2. Le Soleil est-il une source d'énergie renouvelable ? Justifiez votre réponse.

15 Le pétrole

Le graphique ci-dessous montre comment a varié la consommation de pétrole en fonction du temps.



1. Comment la consommation mondiale de pétrole a-t-elle évolué, entre 1950 et 2000 ?
2. Pendant ces cinquante années, la quantité de pétrole formée a-t-elle été supérieure, inférieure ou égale à la quantité de pétrole consommée ?
3. Le pétrole est-il une source d'énergie renouvelable ? Justifiez votre réponse.

16 Pile ou alternateur ?

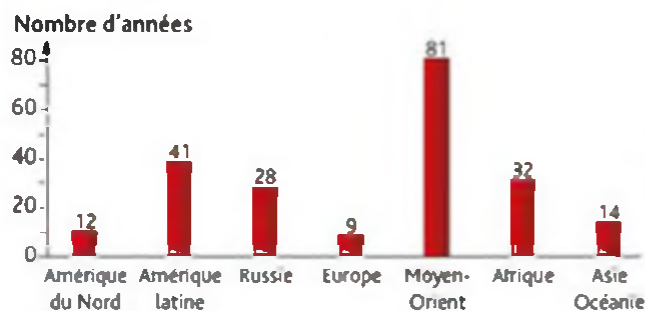


Sur les vélos modernes, les piles ont remplacé les alternateurs.

1. Quel avantage l'alternateur possède-t-il sur la pile ?
2. Citez quelques inconvénients de l'alternateur ayant entraîné son remplacement par une pile.

17 Le pétrole et après ?

Le diagramme ci-dessous donne le nombre d'années pendant lesquelles on trouvera encore du pétrole dans les différentes parties du globe.



1. On dit que le pétrole est une énergie « fossile ». Que signifie cet adjectif ?
2. Dans 200 ans, y aura-t-il encore du pétrole sur Terre ?
3. Quelle est la partie du monde qui sera la première à court de pétrole ?

18 Les groupes électrogènes

Un groupe électrogène peut fournir du courant en cas de coupure d'électricité.



Il comporte un moteur fonctionnant au gasoil qui fait tourner un alternateur. Il démarre automatiquement en cas de besoin.

1. Pourquoi le moteur n'est-il pas électrique ?
2. Quelle partie de la centrale électrique est remplacée par le moteur ?
3. Où utilise-t-on des groupes électrogènes ? Pourquoi ?

19 Les capteurs photovoltaïques

Pour fabriquer soi-même son énergie, on peut placer sur le toit de son habitation des capteurs dits « photovoltaïques ». Élaborés à base de silicium, ils transforment directement l'énergie solaire en énergie électrique.



1. Pourquoi place-t-on les capteurs sur le toit ?
2. Quels sont les avantages de ce mode de production de l'électricité par rapport aux méthodes classiques ?
3. Cherchez l'étymologie du terme « photovoltaïque ».

20 La centrale géothermique de Bouillante

La France possède une centrale géothermique située en Guadeloupe, c'est la centrale de Bouillante.

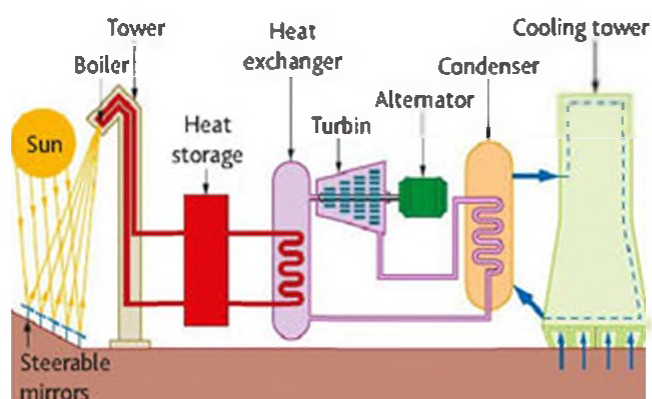
Elle est située à proximité du volcan de La Soufrière qui, par son activité, a provoqué de nombreuses failles remplies ensuite d'eau de mer. La température de l'eau dans ces failles atteint 250 °C par endroits.

On pompe le fluide chaud et il peut alors faire tourner turbines et alternateurs.

1. Peut-on installer une centrale géothermique n'importe où ? Pourquoi ?
2. Quel est l'état physique de l'eau à 250 °C sous la terre ? Quel est son état quand elle jaillit à la pression atmosphérique ?
3. Quelles transformations l'énergie subit-elle entre l'entrée et la sortie de la centrale ? Illustrez votre réponse par un diagramme.

21 In English

The diagram below represents a power plant. It does not directly convert solar energy into electrical energy using solar panels but, instead, uses the solar energy to heat water inside a boiler.



1. What role do the mirrors play ? Why can they be pivoted ?
2. Why do those power plants include a heat storage system that does not exist in thermal or hydroelectric power plants ?
3. What put the turbine in motion ?
4. What role does the condenser play ?

HELP ! Power plant : centrale électrique ; panel : panneau ; boiler : chaudière.

22 ... Vers la Seconde

Le tableau suivant donne la consommation annuelle de combustible pour des centrales thermiques produisant la même quantité d'énergie électrique.

	Charbon	Fioul	Uranium
Consommation en milliers de tonnes	 2 550	 1 530	 0,028

1. Pourquoi toutes les centrales consommant ces trois types de combustibles sont-elles qualifiées de « thermiques » ?
2. Quelle masse de charbon faut-il pour obtenir autant d'énergie qu'avec un gramme d'uranium ?
3. Quelle masse de fioul faut-il pour obtenir autant d'énergie qu'avec un gramme d'uranium ?
4. Citez un avantage et un inconvénient de l'utilisation de chaque type de combustible.
5. Commentez le texte suivant.

Une centrale nucléaire consomme annuellement 70 tonnes d'oxyde d'uranium, qui occupent un volume de 6,4 m³. Une centrale thermique produisant la même énergie consomme 6 millions de tonnes de charbon, soit le chargement de 60 000 wagons de trains de marchandise.

Devenez un expert !

23 Pourquoi tant de chaleur ?

Enzo a lu dans une revue scientifique que les centrales thermiques réchauffaient l'eau des rivières au bord desquelles elles étaient implantées, avec des conséquences néfastes sur l'environnement.



Votre mission Trouvez la raison de ce réchauffement.

VOS INDICES : Quand l'eau passe de l'état de vapeur à l'état liquide, elle fournit de l'énergie.

24 Que la lumière soit !

Le professeur demande à Lucas d'allumer l'ampoule d'une lampe de poche à l'aide du matériel qu'il a disposé sur la table.



Votre mission Décrire la méthode à utiliser pour allumer la lampe et pour qu'elle brille le plus possible.

VOS INDICES :

- L'alternateur est équipé d'une poulie fixée sur le galet.
- L'énergie mécanique produite par la chute d'un objet peut être utilisée par l'alternateur.

Tension continue et tension alternative

Objectifs

- Montrer qu'un alternateur produit une tension variable dans le temps.
- Savoir qu'une tension variable dans le temps peut être obtenue par déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine.
- Déterminer les caractéristiques d'une tension alternative périodique.

Pour commencer à réfléchir



En 1881, Edison réalise le premier éclairage électrique d'une rue de New-York en utilisant une tension continue, mais, dès 1890, on a adopté la tension alternative pour l'éclairage.

➡ Pourquoi choisir une tension alternative plutôt qu'une tension continue ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Afin d'assurer l'éclairage, la bicyclette de François possède un alternateur, alors que sur celle de Rayan, il y a une pile.

➤ Pourquoi l'éclat de la lampe de François dépend-il de la vitesse de pédalage, alors que l'éclat de celle de Rayan est constant ?

SITUATION 2

Des techniciens interviennent sur le rotor (partie mobile) et le stator (partie fixe) d'un alternateur de centrale électrique.

➤ Pourquoi y a-t-il toujours une partie mobile dans un alternateur ?



SITUATION 3

Cet élève a tracé, à l'aide d'un tableur grapheur, la courbe de variation d'une tension en fonction du temps.

➤ Quels renseignements sur cette tension peut-il déduire de la courbe qui s'affiche sur l'écran ?

Activité 1

Comment distinguer tension continue et tension alternative ?

Faites attention !

Dans la première expérience, reliez la borne négative de la pile à la borne COM du voltmètre.

Expérimentez

- Connectez aux bornes d'une pile deux DEL montées en dérivation et en sens inverse (Fig. 1).
- Branchez un voltmètre aux bornes de la pile et relevez quelques valeurs de la tension (Fig. 1).
- Remplacez la pile par un alternateur (Fig. 2).
- Faites tourner le galet de l'alternateur et relevez au passage quelques valeurs de la tension (Fig. 2).

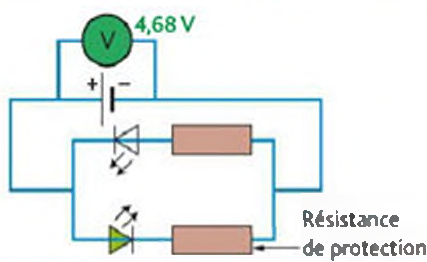


Fig. 1 Tension aux bornes de la pile

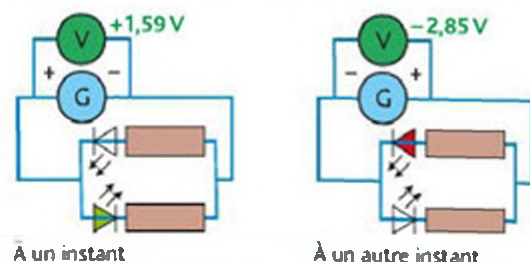


Fig. 2 Tension aux bornes de l'alternateur

Observez

1. Quelle(s) diode(s) s'allume(nt) ? Qu'indique le voltmètre sur la photo ? Cette indication varie-t-elle au cours du temps (Fig. 1) ?
2. Mêmes questions pour la figure 2.

Interprétez

3. Reproduisez le schéma de la figure 1 en indiquant le sens du courant.
4. Pourquoi dit-on que la tension aux bornes de la pile est continue (Coin ressource) ?
5. Reproduisez les deux schémas de la figure 2 en indiquant le sens des courants. Expliquez pourquoi les deux diodes s'allument alternativement quand on utilise un alternateur.
6. Comment peut-on qualifier la tension aux bornes d'un alternateur (Coin ressource) ? Justifiez votre réponse.

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment distinguer tension continue et tension alternative ? »

Le coin

ressource

- Une tension continue est une tension qui garde la même valeur au cours du temps. Elle génère un courant qui circule toujours dans le même sens.
- Une tension alternative est une tension qui change de signe au cours du temps. Elle crée un courant qui change de sens.

Activité 2

Comment produire une tension alternative ?

Expérimentez

- Reliez les bornes d'une bobine aux bornes d'un voltmètre.
- Approchez de la bobine l'extrémité d'un aimant, jusqu'à ce qu'il pénètre à l'intérieur, et relevez quelques valeurs de la tension (**Fig. 1**).
- Laissez l'aimant immobile quelques instants à l'intérieur de la bobine, et relevez quelques valeurs de la tension (**Fig. 2**).
- Éloignez l'aimant (**Fig. 3**).
- Répétez les mêmes manipulations plus rapidement.

Faites attention !

Le sélecteur du voltmètre doit être positionné dans la zone des calibres pour les tensions continues.



Fig. 1 L'aimant est approché



Fig. 2 L'aimant est immobile



Fig. 3 L'aimant est éloigné

Observez

1. Indiquez quelques valeurs de la tension indiquée par le voltmètre quand on approche l'aimant (**Fig. 1**).
2. Qu'indique le voltmètre quand l'aimant est immobilisé dans la bobine (**Fig. 2**) ?
3. Indiquez quelques valeurs de la tension affichée par le voltmètre quand on éloigne l'aimant (**Fig. 3**).

Interprétez

4. Dans quels cas le voltmètre indique-t-il une tension non nulle ?
5. Comment peut-on qualifier la tension produite ? Pourquoi ?
6. Que se passe-t-il si on déplace l'aimant plus rapidement ?

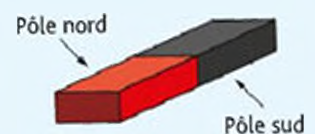
Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment produire une tension alternative ? »

Le coin

ressource

- Les extrémités des aimants droits sont appelées les « pôles » de l'aimant : le pôle nord (repéré par une couleur ou un signe) et le pôle sud.



Comment déterminer les caractéristiques d'une tension alternative périodique ?

Expérimentez

- Reliez un voltmètre aux bornes d'un générateur de tension alternative de très basse fréquence (GTBF) (Fig. 1a et 1b).
- En utilisant un chronomètre, relevez les valeurs de la tension toutes les 10 secondes et portez les valeurs obtenues dans un tableau analogue à celui de la figure 2.

Faites attention !

Déclenchez le chronomètre au moment où vous fermez l'interrupteur, et lisez la valeur de la tension toutes les 10 s sans arrêter le chronomètre.



Fig. 1a Relevé de la tension à un instant



Fig. 1b Relevé de la tension à un autre instant

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
u (V)	0,0	4,2	7,3	8,4	7,3	4,2	0,0	-4,2	-7,3	-8,4	-7,3	-4,2	0,0
t (s)	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
u (V)	4,2	7,3	8,4	7,3	4,2	0,0	-4,2	-7,3	-8,4	-7,3	-4,2	0,0	

Fig. 2 Résultats obtenus

Observez

1. Comment varie la tension entre 0 s et 30 s ? Entre 30 s et 60 s (Fig. 2) ?

Interprétez

2. Tracez la courbe représentant la tension en fonction du temps (1 cm pour 20 s, et 1 cm pour 2 V).
3. Lisez sur la courbe la valeur maximale de la tension et sa valeur minimale.
4. À quels instants la tension est-elle nulle sur la courbe ? À quels instants est-elle maximale ? À quels instants est-elle minimale ?
5. Quelle durée sépare deux valeurs consécutives de la tension maximale ? De la tension minimale ? De la tension nulle ?
6. Colonnez en rouge un motif répétitif de la courbe en partant de zéro volt (► [coin ressource](#)).

Le coin

ressource

- Les « caractéristiques » d'une tension alternative sont sa période T et sa valeur maximale $U_{\max}$.
- La période est la durée d'un motif de la courbe. Elle s'exprime en seconde.

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment déterminer les caractéristiques d'une tension alternative périodique ? »

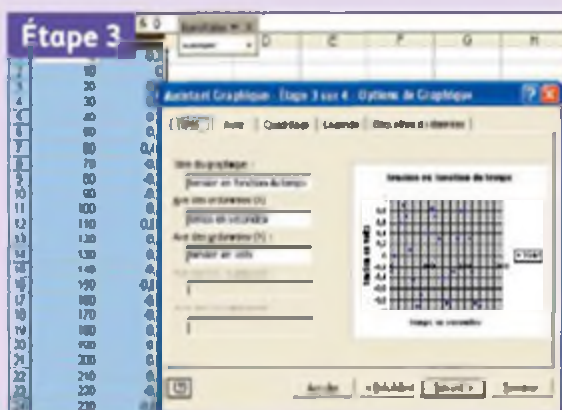
Tracer une sinusoïde à l'aide d'un tableur-grapheur

Traçons la courbe représentant une tension alternative périodique en fonction du temps.

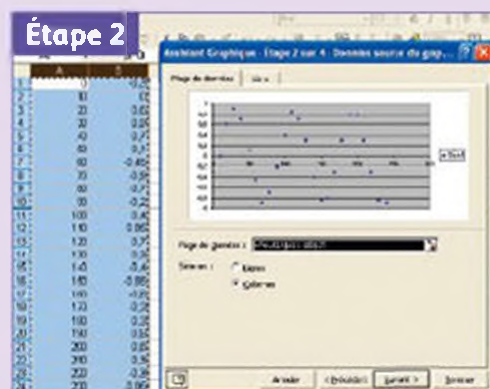
Étape 1

	A	B	C
1	0	-0,3	
2	10	0	
3	20	0,6	
4	30	0,9	
5	40		
6	50		
7	60		
8	70		

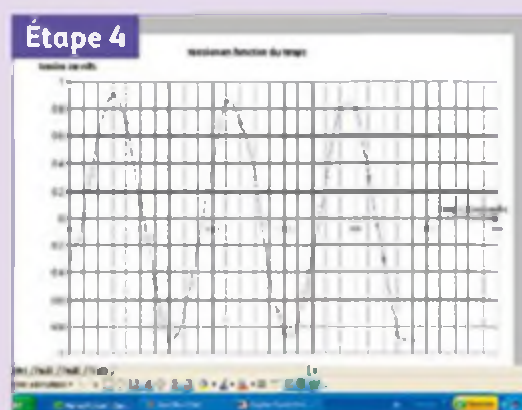
- Ouvrons une feuille Excel.
- Entrons les valeurs en colonnes :
 - les valeurs du temps dans la colonne A ;
 - les valeurs de la tension dans la colonne B.



- Complétons les titres du graphique et des axes :
 - axe des X : « temps en seconde » ;
 - axe des Y : « tension en volt ».
- Sélectionnons le quadrillage horizontal et vertical. Désactivons la légende quand il n'y a qu'une seule courbe.
- Plaçons le graphique sur une nouvelle feuille, puis cliquons sur **TERMINER**.



- Sélectionnons les deux colonnes.
- Activons **INSERTION/GRAPHIQUE**.
- Dans **TYPE DE GRAPHIQUE**, sélectionnons : **NUAGE DE POINTS** puis cliquons sur **SUIVANT**.



- Positionnons correctement les titres en les sélectionnant, puis déplaçons-les et orientons-les convenablement en utilisant **FORMAT DU TEXTE/ALIGNEMENT/ORIENTATION**.
- Traçons la courbe en effectuant un clic droit sur un point.
- Sélectionnons **TYPE DE GRAPHIQUE** et dans **SOUS-TYPE DE GRAPHIQUE**, choisissons la courbe avec points.
- Imprimons la courbe.



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

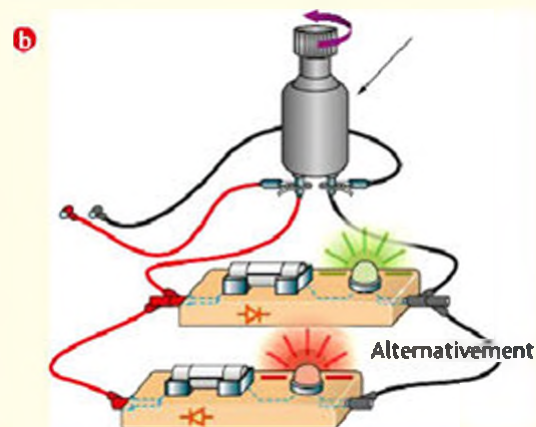
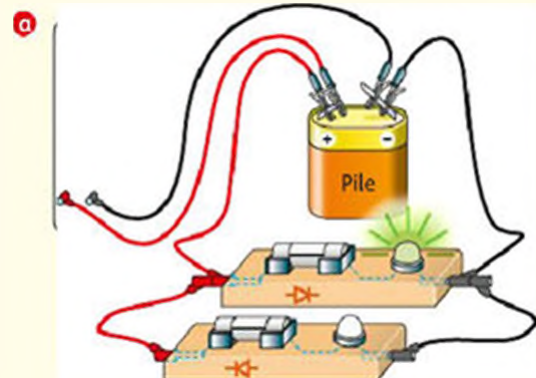
- 1 Après l'affichage de la courbe, le temps est en ordonnée et la tension en abscisse. Quelle erreur avez-vous commise ?
→ **Étape 1**
- 2 Vous obtenez un diagramme « en bâton » comportant les chiffres 1, 2, 3... en abscisse. Que faut-il faire ? → **Étape 2**
- 3 Le quadrillage obtenu ne permet pas de mesure précise. Comment augmenter la précision de la mesure ? → **Étape 3**
- 4 Le graphique obtenu montre des points reliés les uns aux autres par des segments de droite. Comment peut-on obtenir une courbe sinusoïdale correcte ? → **Étape 4**

1 Tension continue et tension alternative

→ Activité 1

Deux DEL montées en dérivation et en sens inverse, ainsi qu'un voltmètre, sont connectés aux bornes d'un générateur.

- Quand le générateur est une pile **a**, seule la DEL branchée dans le sens passant s'éclaire et le voltmètre indique une tension **constante** : cette tension est dite **continue**.
- Quand le générateur est un alternateur **b**, la tension est **variable**, les deux DEL s'éclairent **alternativement**. Le voltmètre indique une valeur positive quand l'une des DEL est allumée et négative dans l'autre cas : cette tension variable est dite **alternative** car elle change de valeur et de signe au cours du temps.



À retenir

SOCLE

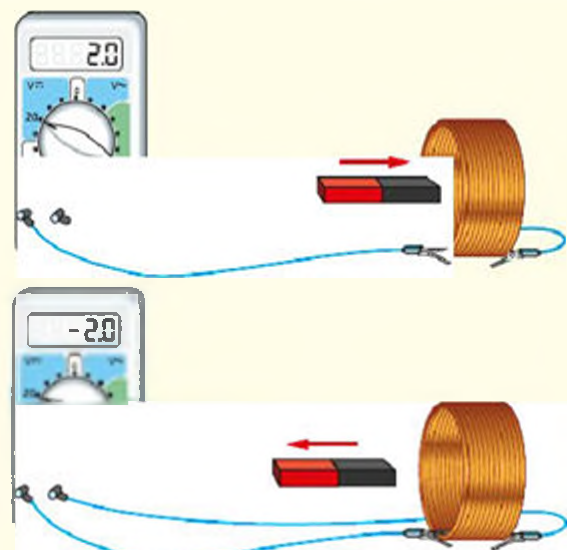
La tension aux bornes d'une pile est continue.
La tension aux bornes d'un alternateur prend des valeurs positives et négatives : elle est alternative.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 130

2 Production d'une tension alternative

→ Activité 2

- Quand on approche d'une bobine le pôle d'un aimant droit, le voltmètre branché aux bornes de la bobine indique une tension. Cette tension varie pendant le déplacement de l'aimant. Elle est nulle lorsque l'aimant est immobile.
- Si on éloigne l'aimant, la tension change de signe.
- Plus le déplacement de l'aimant est effectué **rapidement**, plus la tension produite aux bornes de la bobine est **importante**.
- Dans un alternateur, l'aimant tourne devant une bobine, ce qui génère la tension alternative entre ses bornes.



À retenir

SOCLE

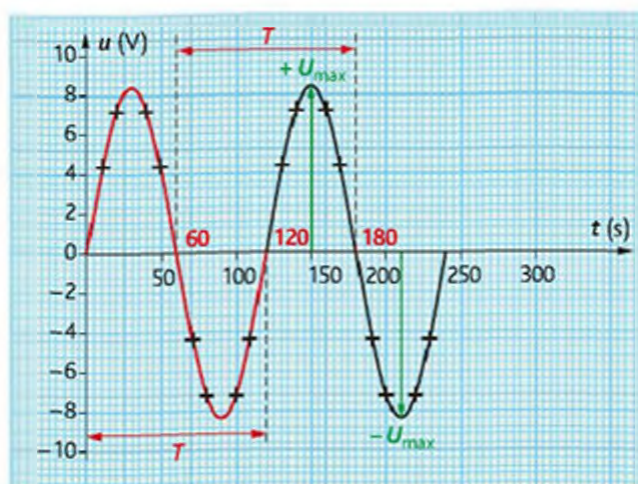
Quand on approche un aimant d'une bobine puis qu'on l'en éloigne, on produit une tension alternative entre les bornes de cette bobine.

→ Exercices 4, 5 et 6, page 130

3 Caractéristiques d'une tension alternative périodique

→ Activité 3

- La courbe tracée représente la variation en fonction du temps de la tension aux bornes d'un générateur délivrant une tension alternative. Elle est appelée **sinusoïde** et la tension est dite **sinusoïdale**.
- Cette courbe est constituée d'un motif élémentaire (en rouge sur la courbe), qui se répète identique à lui-même au bout d'une durée de 120 s.
- La durée du motif élémentaire s'appelle la **période**, notée T . Elle s'exprime en secondes (s). On dit que la tension est **périodique**.
- La **valeur maximale** $U_{\max}$ de la tension est la valeur de la tension aux sommets de la courbe. Elle vaut 8,4 V sur le graphe.



À retenir

Une tension alternative périodique est caractérisée par :

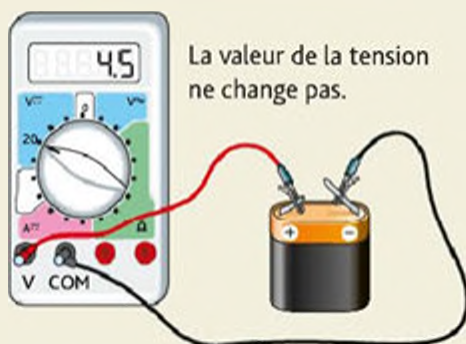
- sa période T en seconde ;
- sa valeur maximale $U_{\max}$ en volt

SOCLE

→ Exercices 7, 8 et 9, page 130

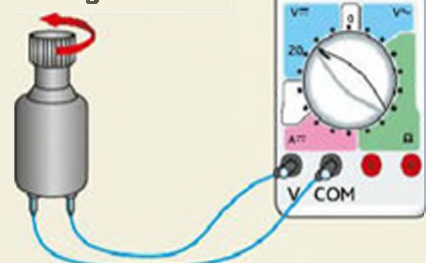
SCHEMA-BILAN

Tension continue



Tension alternative

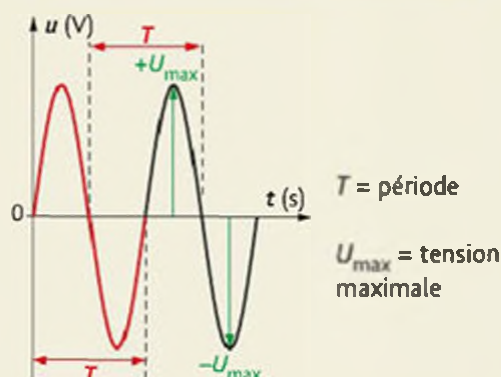
La tension prend des valeurs alternativement positives et négatives.



Tension variable



Tension alternative sinusoïdale



Histoire des sciences

Un pionnier de l'industrie électrique : Michael Faraday

La naissance d'une vocation

Né en Angleterre en 1791 dans une famille très modeste, Michael Faraday (Fig. 1) reçoit une instruction très sommaire et travaille, dès l'âge de quatorze ans, chez un relieur. Ce travail lui donne l'occasion de lire des ouvrages scientifiques, pour lesquels il se passionne.

À vingt ans, il assiste à une conférence de chimie donnée par un éminent savant, Humphrey Davy. Il y prend des notes et fait de sa rédaction un manuscrit qu'il adresse à Davy. Celui-ci, favorablement impressionné, lui offre un poste d'aide-préparateur dans son laboratoire.

Avide de connaissances, travailleur acharné et doué d'une grande intelligence, Faraday ne tarde pas à dépasser son maître. Ses travaux et découvertes sont nombreux, tant en physique qu'en chimie : liquéfaction des gaz, principe du moteur électrique, induction électromagnétique, électrolyse. Il démontre également qu'un conducteur creux (cage de Faraday) isole des ondes électromagnétiques.



Fig. 1 Michael Faraday (1791-1867).

La découverte de l'induction

C'est en 1821 que Faraday découvre le phénomène d'induction : la création d'une tension par déplacement d'un aimant à proximité d'une bobine. Cette découverte conduira à la fabrication du premier alternateur.

Sur la figure 2, l'aimant ①, qui est ici un électroaimant alimenté par une pile ②, est enfoncé dans la bobine ③ et, pendant son déplacement, on constate la production d'une tension aux bornes de la bobine grâce à l'appareil de mesure ④.

Cette découverte est une grande avancée en électricité car, pour la première fois, une tension n'est pas obtenue chimiquement.

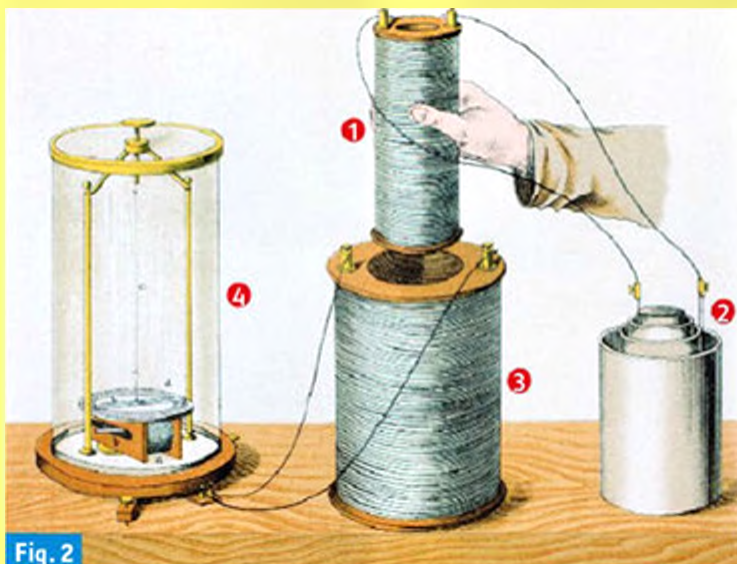


Fig. 2

- ① Quel événement a déclenché la vocation scientifique de Faraday ?
- ② De quel générateur disposait Faraday, avant de concevoir son alternateur ?
- ③ B2i Recherchez ce que représente le faraday (F), unité utilisée en électricité, et présentez-le dans un texte de cinq lignes maximum.

Bicyclette : pile ou alternateur ?

Le générateur assurant l'éclairage sur un vélo peut être une pile (quelquefois un accumulateur rechargeable) ou un alternateur.

La pile est fixée au guidon ou sur la tige de la selle (Fig. 3). Elle peut être enlevée et remise rapidement. Son utilisation ne demande pas d'effort supplémentaire de pédalage et assure un éclairage de puissance constante, même à l'arrêt. Cependant, la pile s'use et doit donc être changée de temps en temps.

Certains préfèrent utiliser un alternateur : un aimant mobile, actionné par la roue arrière, crée une tension aux bornes d'une bobine. Cette tension génère le courant qui permet l'éclairage des lampes. L'énergie électrique est obtenue à partir du pédalage, donc de l'énergie musculaire du cycliste. Pour obtenir de la lumière, il faut pédaler un peu plus fort, donc fournir un peu plus d'énergie musculaire. Plus ce surplus d'énergie est grand, plus l'éclairage de la lampe est intense (jusqu'à une certaine limite). Contrairement à la pile, l'alternateur ne s'use pratiquement pas.



Fig. 3

- 1 Citez deux avantages de la pile par rapport à l'alternateur.
- 2 Pour quel type de déplacement à bicyclette vaut-il mieux avoir une pile ? Un alternateur ? Justifiez votre réponse.
- 3 **E2** Décrivez sommairement l'intérieur d'un alternateur de bicyclette, en expliquant son fonctionnement.



Fig. 4

Histoire de l'art

Le violon

Le violon est un instrument de musique dont le son est créé par le frottement d'un archet sur quatre cordes. Ce son est amplifié par la caisse de résonance, qui constitue le corps de l'instrument (Fig. 4).

Le violon a fait son apparition en Italie aux alentours de 1520. Il s'est très vite répandu dans toute l'Europe, où il a été apprécié tant par le peuple que par la noblesse. Le plus ancien qui nous soit parvenu est l'un des vingt que commanda Charles IX en 1560. La forme actuelle existe depuis Stradivarius, célèbre luthier italien, qui a produit des violons de très grande qualité, très recherchés encore aujourd'hui.

Le son émis par le violon est une vibration périodique. On peut la transformer en tension grâce à un microphone, et obtenir la courbe représentant cette tension en fonction du temps, à l'aide d'un ordinateur (Fig. 5).

La forme de la courbe caractérise la sonorité de l'instrument, appelée le « timbre ». La période permet de connaître la « hauteur » du son (grave ou aigu).

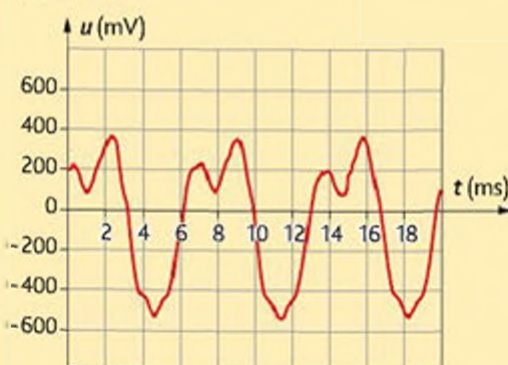


Fig. 5 Courbe du son obtenu en frottant la corde 3 d'un violon avec un archet.

- 1 Comment obtient-on le son avec un violon ?
- 2 Que représente le graphique observé sur l'écran de l'ordinateur ?
- 3 **E2** Recherchez la forme de la courbe correspondant à une corde de guitare.

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 218

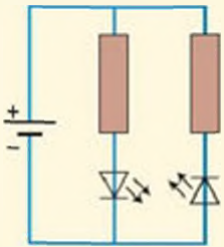
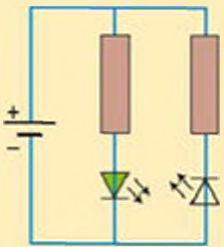
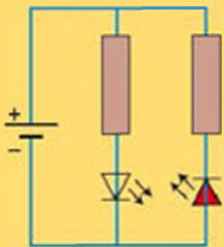
Tension continue et tension alternative

SOCLE

A

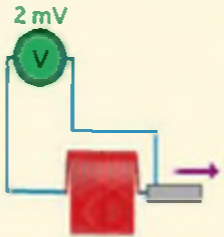
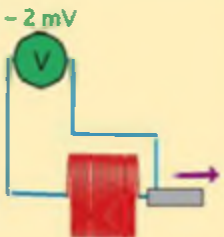
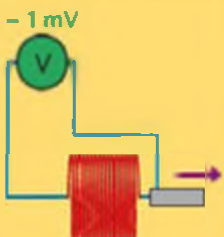
B

C

1 Aux bornes d'un alternateur, la tension est...	continue	variable	alternative
2 Qu'est-ce qu'une tension alternative ?	Une tension qui ne varie pas au cours du temps	Une tension qui change de signe	Une tension qui varie mais garde toujours le même signe
3 Quel est le schéma qui représente correctement l'état des DEL ?			

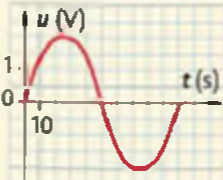
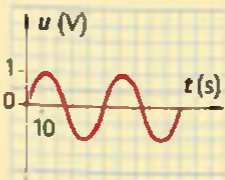
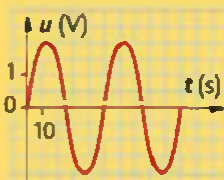
Production d'une tension variable

SOCLE

4 Le déplacement d'un aimant à proximité d'une bobine produit...	une tension continue	une tension variable	une tension nulle
5 Dans quel cas un aimant placé à proximité d'une bobine produit-il une tension ?	Pendant toute la durée du déplacement de l'aimant	Quand l'aimant est immobile	Quand on éloigne l'aimant
6 Le voltmètre indique 2 mV au maximum quand on approche l'aimant. Quel(s) schéma(s) indique(nt) une valeur possible quand on éloigne l'aimant ?			

Caractéristiques d'une tension alternative périodique

SOCLE

7 Une tension alternative périodique est caractérisée par...	sa période	sa valeur maximale	sa durée
8 Où lit-on la valeur maximale d'une tension périodique ?	aux sommets de la courbe	aux creux de la courbe	entre le sommet et le creux
9 Quelle est la courbe correspondant à une période de 50 s et une tension maximale de 2 V ?			

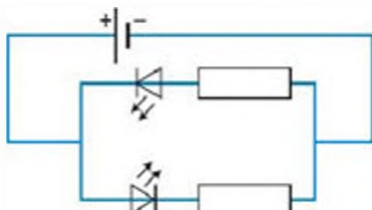
Avez-vous compris l'essentiel ?

Tension continue
et tension alternative

SOCLE

10 Pile et DEL

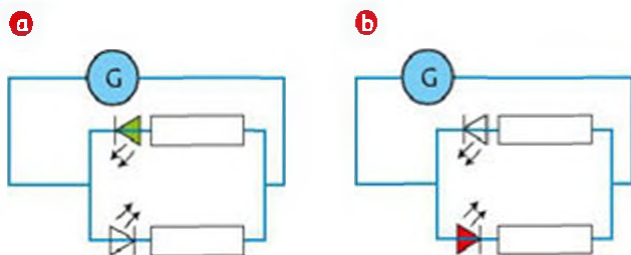
On réalise le montage ci-dessous, comportant une pile et deux DEL.



1. Les DEL sont-elles montées dans le même sens ou en sens inverse ? Justifiez le choix de ce montage.
2. Laquelle des deux DEL est éclairée ? Justifiez votre réponse.
3. Que se passe-t-il si on inverse les polarités de la pile ?

11 Alternateur et DEL

On réalise un montage comportant un alternateur et deux DEL : les deux schémas ci-dessous représentent le montage à deux instants différents.



1. Que remarque-t-on concernant l'éclairement des DEL ?
2. Indiquez pour chaque schéma le sens du courant et les polarités de l'alternateur.
3. Que peut-on en conclure pour les bornes de l'alternateur ?

Production
d'une tension variable

SOCLE

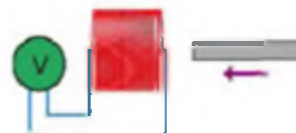
12 Nature de la tension

On dispose d'une bobine reliée à un voltmètre et d'un aimant droit.

1. L'aimant est immobile devant la bobine. Qu'indique le voltmètre ?
2. On approche l'aimant. L'indication du voltmètre change-t-elle ?
3. Si on éloigne l'aimant, que remarque-t-on concernant le signe de la tension ?
4. Comment peut-on qualifier la tension obtenue ?

13 Valeur de la tension

Les extrémités d'une bobine sont reliées à un voltmètre, comme l'indique le schéma suivant.



On approche de la bobine un aimant droit. Le voltmètre indique un maximum de 3 V pendant le déplacement.

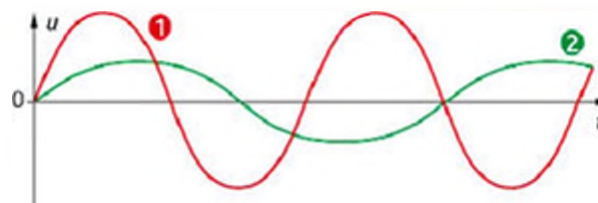
1. Quelle valeur maximale indiquerait le voltmètre si l'on éloignait alors l'aimant à la même vitesse que précédemment ?
2. Comment varierait la tension maximale si on l'éloignait plus lentement ?

Caractéristiques d'une tension
alternative périodique

SOCLE

14 Comparaison de graphiques

On a représenté sur ce graphique les variations de deux tensions en fonction du temps :



1. Comment appelle-t-on ce type de tension ? Justifiez votre réponse.
2. Quelle est celle des deux tensions qui a la plus grande période ? Justifiez votre réponse.
3. Quelle est celle des tensions qui a la plus grande valeur maximale ? Justifiez votre réponse.

15 420 Tracé de sinusoïde

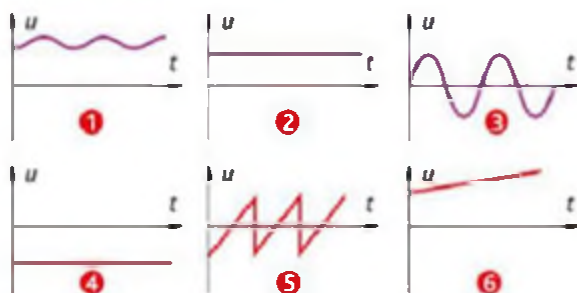
Le tableau suivant présente les valeurs prises par une tension alternative au cours du temps :

t (ms)	0	2	4	6	8	10	12
u (V)	0	-3	-5,2	-6	-5,2	-3	0
t (ms)	14	16	18	20	22	24	26
u (V)	3	5,2	6	5,2	3	0	-3

1. Tracez la courbe représentant la tension en fonction du temps.
2. Coloriez en rouge le motif élémentaire de cette courbe.
3. Déterminez la période et la valeur maximale de cette tension.

16 Identification de tensions

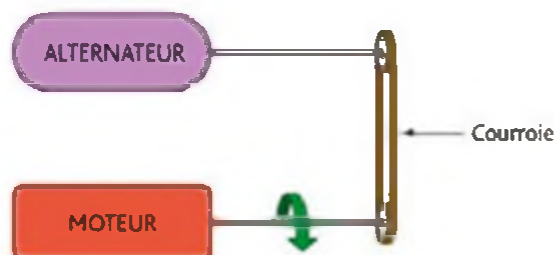
Les six graphiques ci-dessous représentent les variations de tensions en fonction du temps.



1. Lesquelles de ces tensions sont continues ?
2. Lesquelles de ces tensions sont variables ?
3. Parmi les tensions variables, lesquelles sont alternatives ?

17 Batterie et alternateur

Dans les voitures, on trouve deux générateurs différents : la batterie, qui sert à faire fonctionner le démarreur, et l'alternateur qui recharge la batterie et fournit la tension pour l'éclairage et les autres fonctions électriques. L'alternateur est relié au moteur par une courroie, selon le schéma ci-dessous.



1. Quel est le rôle de la courroie ?
2. Pourquoi faut-il un autre générateur que l'alternateur ?
3. Quelle est la conséquence d'une rupture de la courroie ?

18 De la lumière en secouant

Cette lampe torche ne comporte pas de pile : pour obtenir de la lumière, il suffit de la secouer. À l'intérieur, on trouve un aimant mobile placé à l'intérieur d'une bobine fixe, ainsi qu'un dispositif permettant le stockage de l'électricité.



1. Expliquez ce qui se produit lorsqu'on agite la lampe.
2. À quoi sont reliées les bornes de la bobine ?
3. Pourquoi faut-il stocker l'électricité ?

19 Tension délivrée par un générateur BF

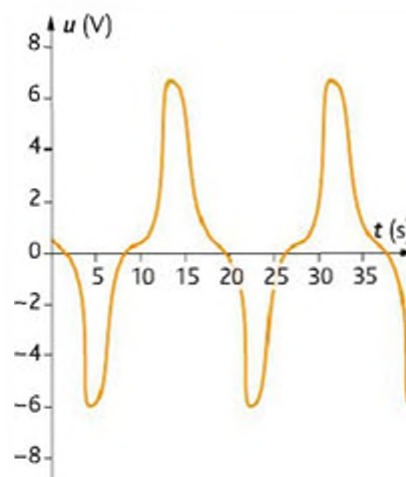
Le tableau suivant contient les valeurs prises au cours du temps par la tension aux bornes d'un générateur.

t (ms)	0	2	4	6	8	10	12
u (V)	2	1	0	1	2	1	0
t (ms)	14	16	18	20	22	24	26
u (V)	1	2	1	0	1	2	1

1. Tracez la courbe représentant les variations de la tension en fonction du temps.
2. Cette tension est-elle périodique ? Si oui, quelle est la valeur de sa période ?
3. Cette tension peut-elle être produite par un alternateur ? Pourquoi ?

20 Tension aux bornes d'un alternateur

On dispose de l'enregistrement de la tension obtenue à l'aide d'un alternateur de bicyclette.



1. Quelle est la nature de cette tension ?
2. Quelles grandeurs permettent de la caractériser ?
4. Déterminez ces grandeurs à l'aide du graphique.

21 Et si on va plus vite ?

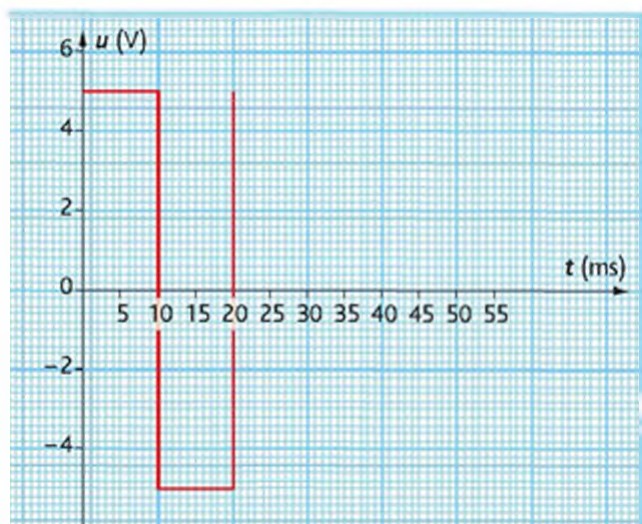
Un alternateur est entraîné par la roue d'une bicyclette. La personne qui pédale accélère le mouvement. On peut représenter la tension aux bornes de l'alternateur par la courbe simplifiée ci-dessous.



1. Quelle est la nature de cette tension ?
2. Comment évolue sa valeur maximale ?
3. Comment évolue sa période ?

22 In English

A generator delivers crenel voltage, shown on the graph for one period.



1. What are the characteristics of this voltage ?
2. Calculate its period and its maximum value.
3. Draw five elementary patterns of this voltage on graph paper.
4. Draw the corresponding graph when the period is doubled.
5. Draw the corresponding graph when the first value of the period remains unchanged but the maximum value is halved.

HELP ! Crenel voltage : tension en créneaux ; pattern : motif ; halved : divisé par deux.

23 ... Vers la Seconde

Un alternateur est fixé sur la roue arrière d'une bicyclette. Quand son galet est mis en contact avec le pneu, il y a production d'une tension alternative, qui augmente avec la vitesse de rotation de la roue.



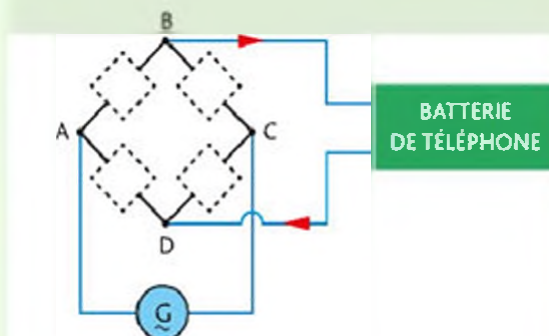
Les ampoules utilisées pour l'éclairage ont pour tension nominale 6 V.

1. Pourquoi l'effort à fournir est-il plus grand quand l'alternateur fonctionne ?
2. Quand la roue de diamètre 60 cm effectue un tour, combien de tours effectue le galet de diamètre 2 cm ?
3. Si la roue tourne à 100 tours par minute, la tension délivrée par l'alternateur est égale à 4 V. À quelle vitesse doit tourner la roue pour que les lampes éclairent normalement (on supposera que la tension est alors proportionnelle à la vitesse de rotation) ? Quelle est alors la vitesse de rotation du galet ?
4. Que se passe-t-il pour des vitesses inférieures ? Que se passe-t-il à l'arrêt ?

Devenez un expert !

24 Pourquoi tant de DEL ?

Benjamin souhaite recharger la batterie de son téléphone portable. Il n'a pas de chargeur et décide de s'en fabriquer un avec un générateur de tension alternative convenable, quatre diodes et le schéma de montage ci-dessous :



Votre mission Expliquez comment Benjamin doit disposer les diodes dans les cases pour réaliser son chargeur.

VOS INDICES : La tension étant alternative, le courant circule tantôt dans un sens tantôt dans l'autre dans la branche AGC.

25 De l'éclair jaillit la période

Mathilde a réglé le générateur de tension alternative du montage photographié ci-dessous, de façon à ce que les DEL clignotent. Lucas lui dit qu'il peut, rien qu'en observant le clignotement, savoir sur quelle valeur elle a réglé la fréquence de la tension.



Votre mission Trouvez comment Lucas procède pour déterminer la fréquence de la tension.

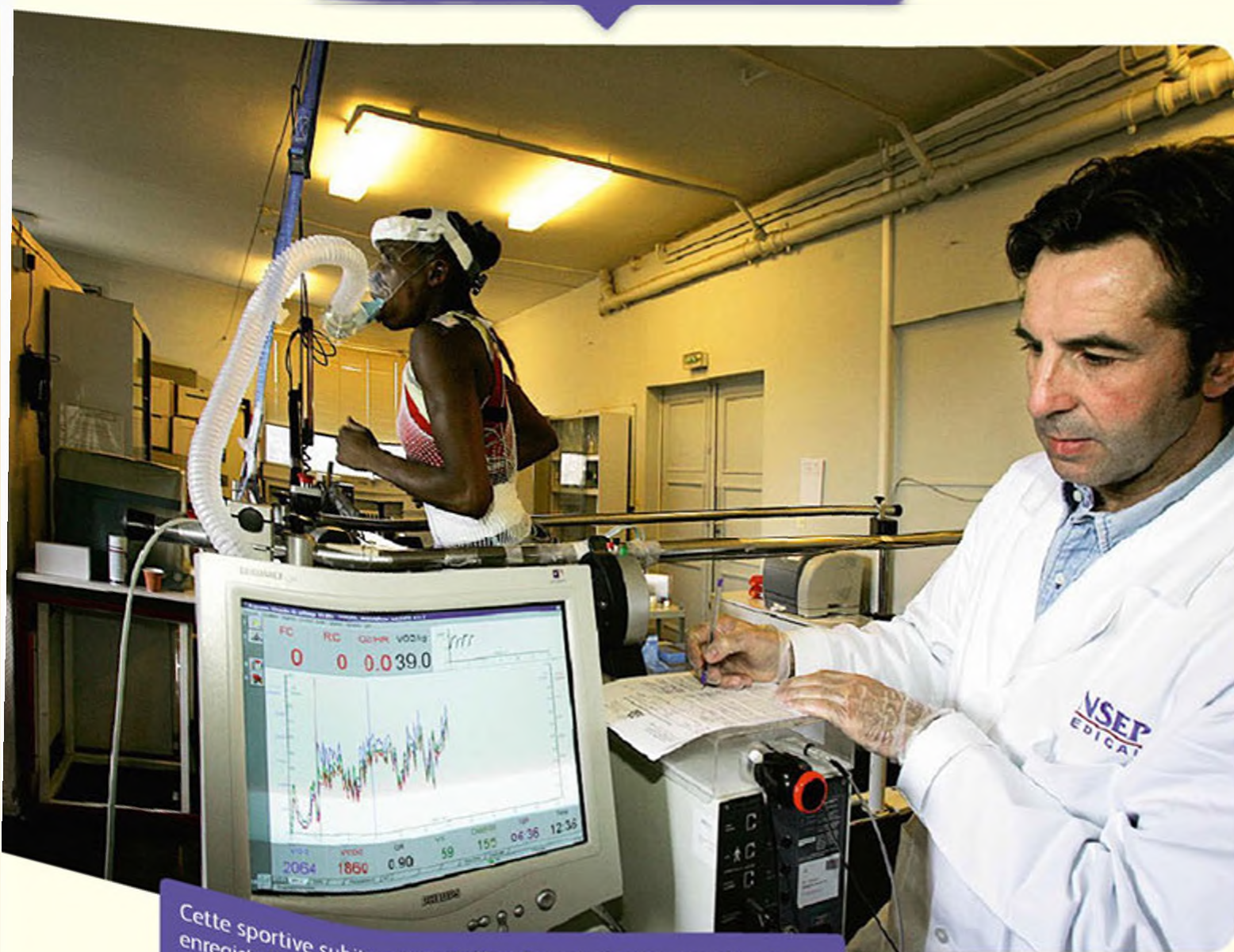
VOS INDICES : La fréquence (qui s'exprime en hertz) est l'inverse de la période exprimée en seconde. Le nombre d'éclairs est de 11, en 15 secondes.

Mesure des tensions et des durées à l'oscilloscope

Objectifs

- Mesurer une tension et une période à l'oscilloscope.
- Savoir ce qu'indique un voltmètre utilisé en « alternatif ».
- Connaître les caractéristiques de la tension du secteur.

Pour commencer à réfléchir



Cette sportive subit un test d'effort. Pour analyser ce test, le médecin enregistre le graphique qui apparaît sur l'écran de contrôle et l'interprète.

➔ Que représentent les courbes visualisées sur l'écran ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

L'électrocardiogramme permet de visualiser les variations de la tension qui accompagnent les battements du cœur.

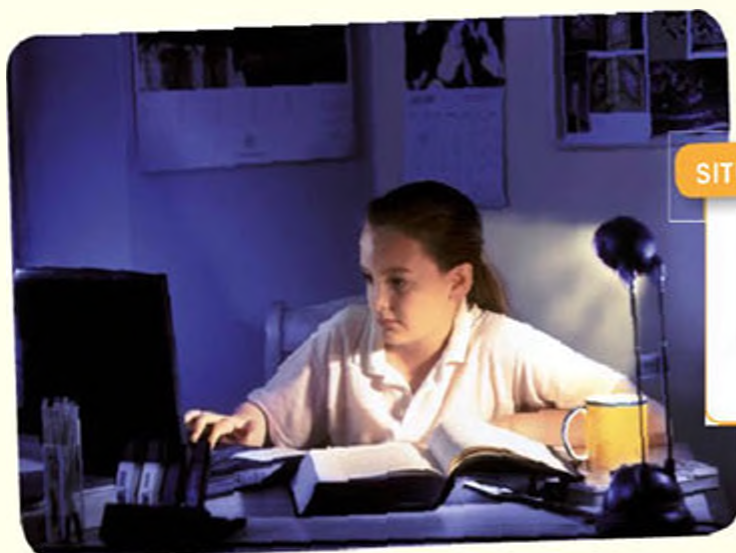
➡ Quelles caractéristiques de cette tension peut-on relever ?



SITUATION 2

Cette perceuse fonctionne avec une tension alternative. Pourtant, sur sa plaque signalétique, on ne lit qu'une seule valeur de la tension.

➡ Que représente la valeur de la tension égale à 230 V indiquée sur cet appareil électrique ?



SITUATION 3

Alors que l'éclairage est continu, cette jeune fille vient de lire sur Internet que la tension du secteur s'annule 100 fois par seconde.

➡ Comment montrer que la tension du secteur s'annule 100 fois par seconde ?

Quelles informations peut-on extraire d'un oscillogramme ?

Faites attention !

Vérifiez que le sélecteur du multimètre soit sur la position « Hz ».

Expérimentez

- Connectez les bornes d'un GBF (générateur basse fréquence), délivrant une tension alternative, à celles d'un oscilloscope, le balayage n'étant pas enclenché (Fig. 1).
- Réglez la sensibilité verticale (en V/div) de façon à obtenir un oscillogramme contenu dans l'écran (Fig. 1).
- Ajoutez un fréquencemètre aux bornes du générateur (Fig. 2).
- Enclenchez le balayage horizontal de l'oscilloscope et ajustez la sensibilité horizontale (en ms/div) de façon à obtenir deux à trois motifs sur l'écran (Fig. 2).

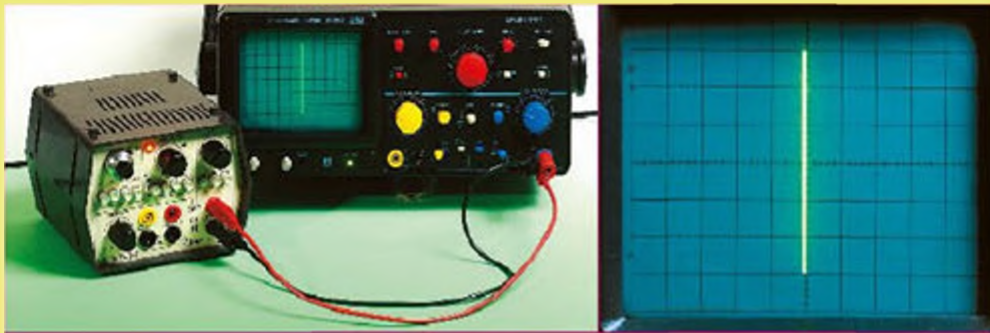


Fig. 1 Obtention de l'oscillogramme sans balayage

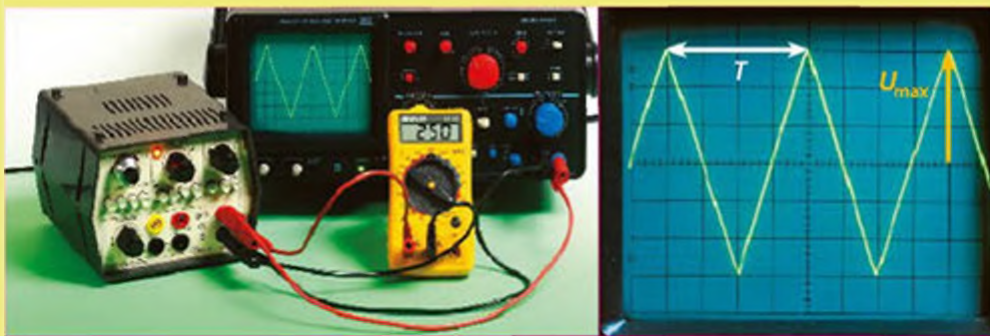


Fig. 2 Obtention de l'oscillogramme avec balayage

Observez

1. Quel est l'aspect de l'oscillogramme lorsqu'on applique une tension alternative, sans déclencher le balayage (Fig. 1) ?
2. Quel est l'aspect de l'oscillogramme avec balayage (Fig. 2) ?

Interprétez

3. Pourquoi peut-on dire que la tension est alternative ? Périodique (Fig. 2) ?
4. Déterminez la valeur de la tension maximale $U_{\max}$ sachant que la sensibilité verticale est égale à 1 V/div (Fig. 2).
5. Déterminez la période T de la tension alternative sachant que la sensibilité horizontale est égale à 1 ms/div (Fig. 2).
6. Calculez ensuite l'inverse de la période et comparez le résultat à l'indication du fréquencemètre (► **Le coin ressource**).

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelles informations peut-on extraire d'un oscillogramme ? »

Le coin

ressource

- La fréquence f d'un phénomène périodique est égale au nombre de répétitions du phénomène par seconde.
- La fréquence est l'inverse de la période T ; son unité légale est le hertz :

$$f(\text{Hz}) = 1/T(\text{s}).$$

Activité 2

Que mesure un voltmètre en « alternatif » ?

Faites attention !

N'oubliez pas de placer le sélecteur du voltmètre dans la zone « continu » ou « alternatif », selon le cas.

Expérimentez

- Branchez une lampe, un voltmètre (réglé en position « continu ») et un oscilloscope aux bornes d'un générateur délivrant une tension de 12 V continue (Fig. 1).
- Observez l'oscillogramme, l'éclat de la lampe et l'indication du voltmètre (Fig. 1).
- Branchez une lampe, un voltmètre (réglé en position « alternatif ») et un oscilloscope aux bornes d'un générateur délivrant une tension de 12 V alternative (Fig. 2).
- Observez l'oscillogramme, l'éclat de la lampe et l'indication du voltmètre (Fig. 2).



Fig. 1 Avec une tension continue



Fig. 2 Avec une tension alternative

Observez

1. Quelles sont les indications du voltmètre (Fig. 1 et 2) ?
2. Quelles sont les allures de l'oscillogramme (Fig. 1 et 2) ?

Interprétez

3. Déterminez la valeur de la tension continue U sur le premier oscillogramme et celle de la tension alternative $U_{\max}$ sur le second oscillogramme, la sensibilité verticale étant de 5 V/div (Fig. 1 et 2).
4. Comparez U avec l'indication du voltmètre en position « continu ».
5. Comparez $U_{\max}$ avec l'indication du voltmètre en position « alternatif ».
6. Comparez l'éclat de la lampe et l'indication du voltmètre en « continu » et en « alternatif » (► Coin ressource).
7. Calculez le quotient des tensions $U_{\max}/U$.

Le coin

ressource

- Une tension alternative n'a pas toujours la même valeur : elle varie entre sa valeur minimale $U_{\min}$ et sa valeur maximale $U_{\max}$.
- Cependant, elle a le même effet qu'une tension continue ayant une valeur particulière nommée tension efficace.

Concluez

8. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Que mesure un voltmètre en "alternatif" ? »

Activité 3

Quelles sont les caractéristiques de la tension du secteur ?

Faites attention !

Ne branchez jamais d'appareils de mesure directement sur le secteur : vous risquez de vous électrocuter !

Expérimentez

- Reliez à un oscilloscope, les bornes de sortie d'un transformateur double isolation branché sur le secteur (**Fig. 1**).
- Effectuez les réglages de l'amplification verticale (bouton de sensibilité verticale) ainsi que du balayage horizontal (bouton de sensibilité horizontale) (**Fig. 1**).
- Observez l'oscillogramme obtenu (**Fig. 2**).

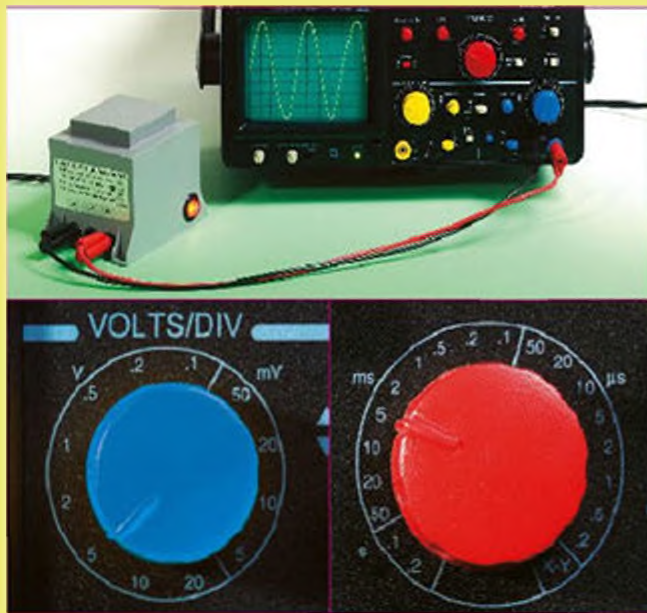


Fig. 1 Réglages de l'oscilloscope

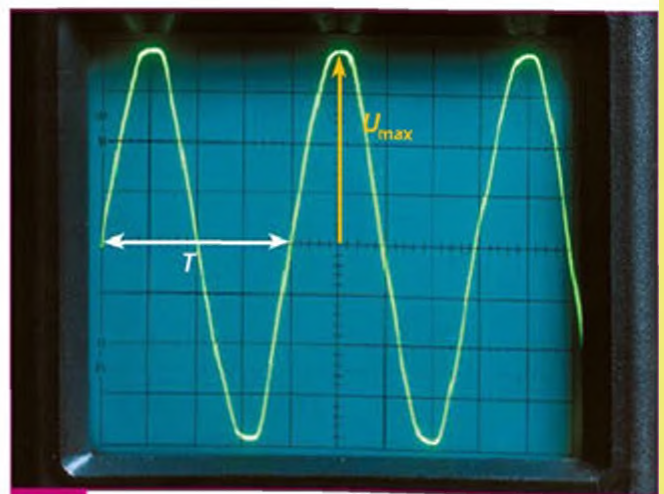


Fig. 2 Oscillogramme obtenu

Observez

1. Quelle est l'allure de l'oscillogramme obtenu (**Fig. 2**) ?
2. À combien de divisions verticales la tension $U_{\max}$ correspond-elle (**Fig. 2**) ?
3. À combien de divisions horizontales une période T correspond-elle (**Fig. 2**) ?

Interprétez

4. Grâce au réglage de la sensibilité verticale, déterminez la valeur maximale $U_{\max}$ de cette tension atténuée puis sa valeur efficace.
5. Grâce au réglage de la sensibilité horizontale, déterminez la période de cette tension atténuée puis sa fréquence.
6. Quelle est la tension efficace réelle (non atténuée) du courant du secteur ? Et sa fréquence ? (► [Coin ressource](#)).
7. Qu'indiquerait un voltmètre en alternatif branché directement sur le secteur ? (**Attention, danger ! Ne pas le faire !**)

Concluez

8. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelles sont les caractéristiques de la tension du secteur ? »

Le coin

ressource

- La tension du secteur étant dangereuse, on se sert d'un **transformateur double isolation** pour atténuer cette tension sans en modifier la fréquence.
- La tension aux bornes de sortie du transformateur est, ici, 17 fois plus petite que celle du secteur.

Mesurer les caractéristiques d'une tension alternative à l'oscilloscope

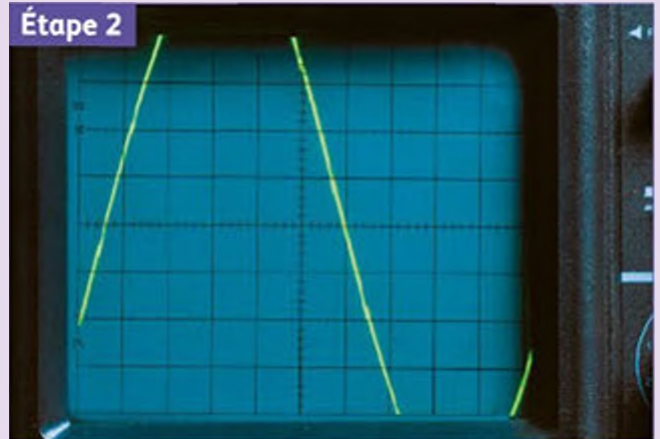
Un générateur (GBF) délivre une tension sinusoïdale. Déterminons sa période et sa valeur maximale, à l'aide d'un oscilloscope.

Étape 1



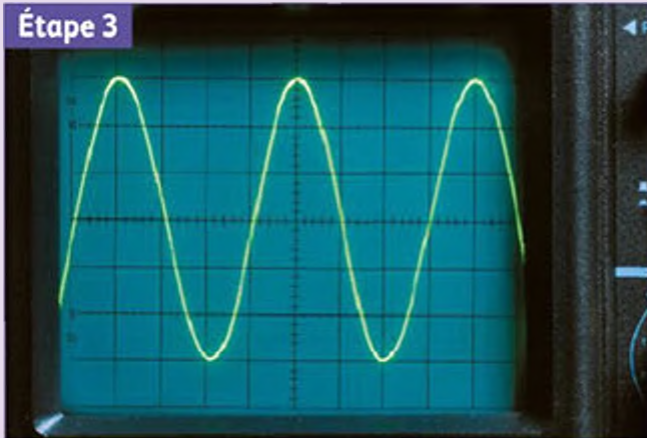
- Mettons l'appareil sous tension **1** et déclenchons le balayage **2**. Plaçons le sélecteur **3** sur 0.
- Réglons la luminosité du spot **4** et centrons la trace lumineuse **5**.

Étape 2



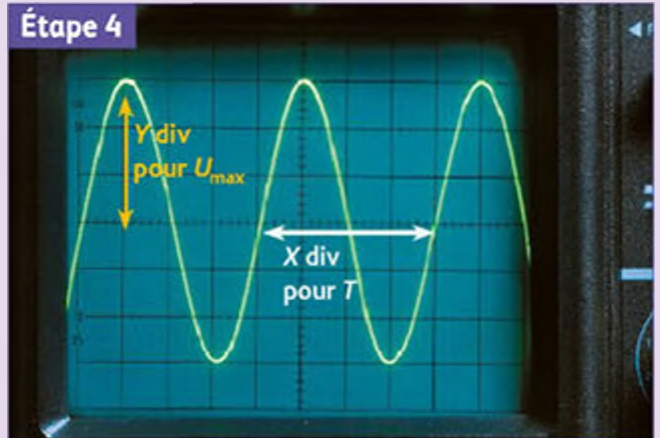
- Connectons le générateur aux bornes d'entrée **6** et à la masse **7**.
- Plaçons le sélecteur **3** sur ∞ .

Étape 3



- Ajustons la sensibilité verticale S_v **8**, en V/div, afin que la courbe soit contenue dans l'écran en hauteur.
- Ajustons la sensibilité horizontale S_h **9**, en ms/div, de façon à obtenir deux ou trois motifs sur la largeur de l'écran.

Étape 4



- Lisons le nombre X de divisions horizontales correspondant à une période T puis calculons T selon : $T = X \cdot S_h$
- Lisons le nombre Y de divisions verticales correspondant à la tension maximale U_{max} puis calculons U_{max} selon : $U_{max} = Y \cdot S_v$



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

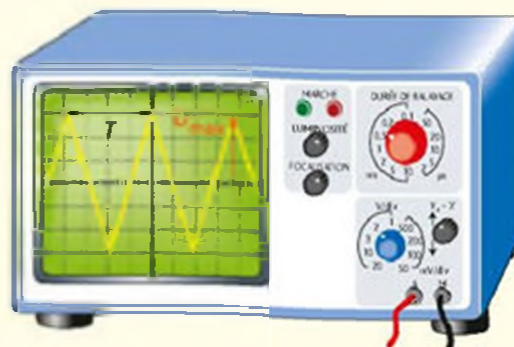
- 1 Que doit-on faire pour que la trace lumineuse soit bien centrée ? → Étape 1
- 2 Faut-il augmenter ou diminuer la sensibilité verticale si la courbe « sort » de l'écran ? → Étape 3
- 3 Quelle est la période T sachant que la sensibilité horizontale est égale à 5 ms/div ? → Étape 4
- 4 Quelle est la tension maximale U_{max} sachant que la sensibilité verticale est égale à 5 V/div ? → Étape 4

1 Signification d'un oscillogramme

→ Activité 1

- La courbe observée sur l'écran d'un oscilloscope est appelée **oscillogramme** : elle représente la **variation de la tension en fonction du temps**. En ordonnée, on lit les valeurs de la tension (en volt) ; en abscisse, on lit les durées (en seconde).
- L'oscillogramme permet de reconnaître la nature d'une tension (continue, variable, alternative, périodique, sinusoïdale). Il permet aussi de mesurer la **tension maximale $U_{\max}$** et la **période T** à partir des réglages des sensibilités verticale et horizontale.
- On appelle **fréquence f** d'une tension périodique le nombre de périodes par seconde. Elle se mesure en hertz (Hz) dans le système international d'unités. f est l'inverse de la période T :

$$f = \frac{1}{T}$$



$$U_{\max} = 3 \text{ div} \times 2 \text{ V/div} = 6 \text{ V}$$

$$T = 4 \text{ div} \times 0,5 \text{ ms/div} = 2 \text{ ms}$$

On en déduit que :

$$f = 1/0,002 \text{ s} = 500 \text{ Hz}$$

À retenir

L'oscillogramme permet de reconnaître la nature d'une tension et de mesurer la valeur maximale $U_{\max}$ et la période T d'une tension périodique. La fréquence f de cette tension est le nombre de périodes par seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz).

SOCLE

→ Exercices 1, 2 et 3, page 144

2 Valeur efficace d'une tension alternative

→ Activité 2

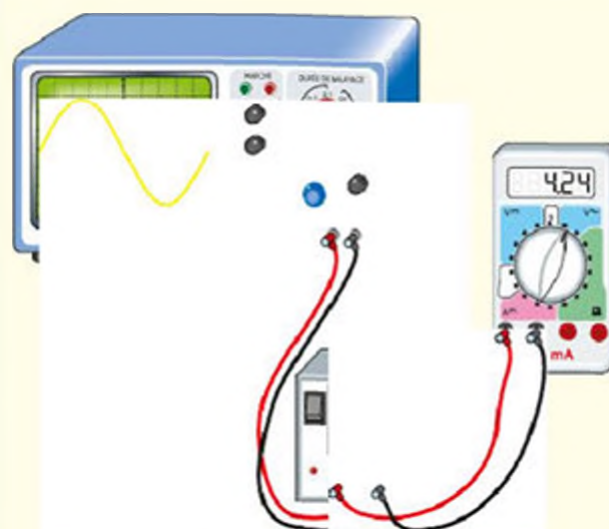
- La valeur d'une tension alternative varie constamment entre deux extrêmes $+U_{\max}$ et $-U_{\max}$ en passant par la valeur 0. Elle n'a donc pas, à chaque instant, la même « efficacité » sur le fonctionnement des appareils qu'elle alimente.
- Pour la caractériser, on utilise alors la **tension efficace U** : c'est la valeur qu'aurait une tension continue produisant les mêmes effets que cette tension alternative.
- C'est cette valeur efficace U qu'affiche un voltmètre branché en « alternatif ». La tension efficace U et la tension maximale $U_{\max}$ sont proportionnelles.
- Dans le cas de tensions sinusoïdales, on a le rapport :

$$\frac{U_{\max}}{U} = \sqrt{2} = 1,4$$

À retenir

Le voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace U de cette tension alternative. Cette valeur efficace est proportionnelle à la valeur maximale.

SOCLE



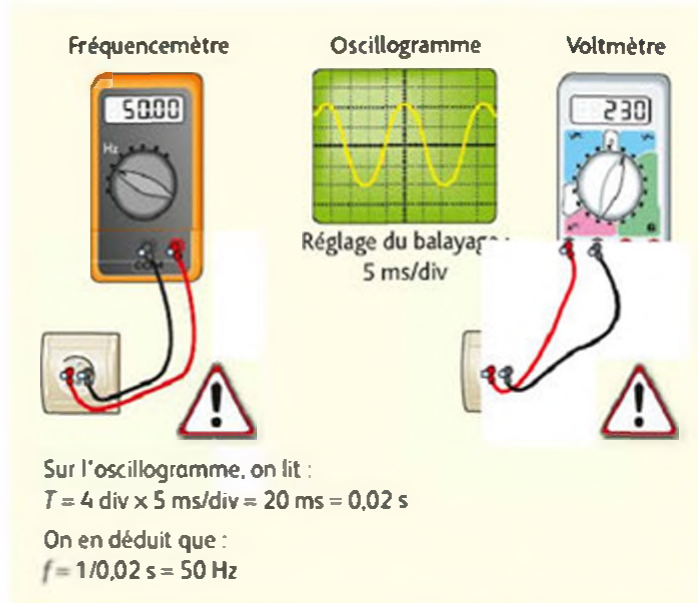
Sur l'oscillogramme : $U_{\max} = 3,0 \text{ div} \times 2 \text{ V/div} = 6,0 \text{ V}$
 Sur le voltmètre : $U = 4,24 \text{ V}$
 $U_{\max}/U = 6,0/4,24 = 1,4$

→ Exercices 4, 5 et 6, page 144

3 Caractéristiques de la tension du secteur

→ Activité 3

- Le secteur délivre une tension **alternative périodique sinusoïdale** de période T égale à 20 ms. Sa fréquence f est égale à 50 Hz.
- La valeur efficace U de cette tension vaut 230 V et sa valeur maximale $U_{\max}$ est égale à $230 \times \sqrt{2} = 325$ V.
- L'utilisation du secteur présente des **dangers** (électrocution et incendies) car la tension maximale du secteur se situe très nettement au-dessus du domaine des très basses tensions de sécurité (TBTS) c'est-à-dire des tensions inférieures à 25 V pour le mode alternatif.
- Les plaques signalétiques des appareils électriques indiquent les valeurs de la tension efficace et de la fréquence.



À retenir

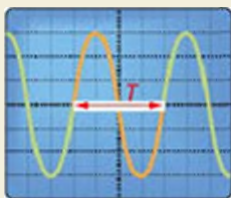
SOCLE

La tension du secteur est **alternative et sinusoïdale**, de fréquence f égale à 50 Hz et de tension efficace U égale à 230 V.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 144

SCHEMA-BILAN

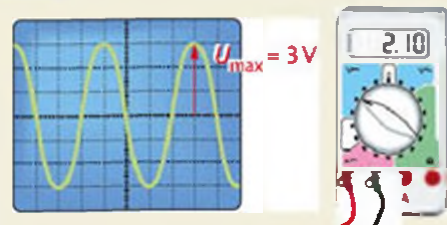
Signification d'un oscillogramme



Cette tension est périodique



Sa fréquence est $f = 1/T = 125 \text{ Hz}$



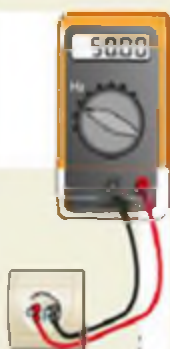
Sa valeur efficace est $U = U_{\max} / \sqrt{2}$

Cas du secteur

La tension est alternative



Ne jamais brancher un volt ou tout autre appareil de mesure directement sur le secteur !



La fréquence est égale à 50 Hz.



Sa valeur efficace est égale à 230 V.

La physique autour de nous

Voyage à l'intérieur d'un oscilloscope

À l'intérieur du tube cathodique d'un oscilloscope (Fig. 1), règne un vide poussé. À une extrémité, un canon à électrons produit un faisceau rectiligne d'électrons à très grande vitesse (de l'ordre de 20 000 km/s). Si les plaques verticales X'X et horizontales Y'Y ne sont pas chargées, les électrons continuent en ligne droite et forment un spot lumineux au centre de l'écran fluorescent.

Lorsqu'on connecte la plaque Y à la borne + d'un générateur de tension, et la plaque Y' à la borne -, le spot est dévié vers le haut. Si on inverse la polarité des plaques, il est dévié vers le bas. Ainsi, quand on branche une source alternative, le spot effectue des allers-retours verticaux sur l'écran, au rythme de la tension alternative.

Le balayage horizontal du spot est obtenu grâce à un dispositif délivrant une tension variable entre les bornes X' et X. Ce dispositif permet au spot de balayer l'écran horizontalement, de gauche à droite, avec une vitesse constante et réglable.

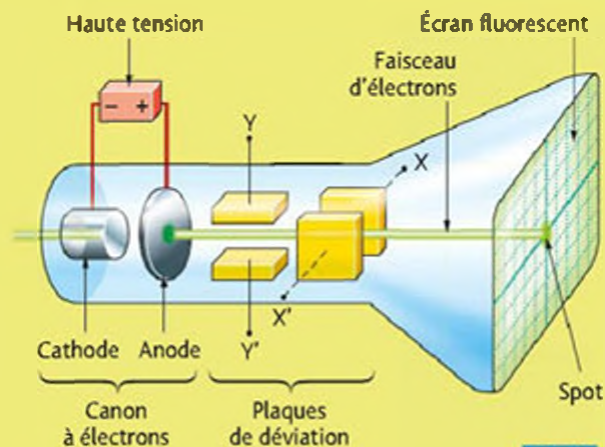


Fig. 1

- 1 À quoi servent les plaques Y et Y' ? X et X' ?
- 2 Qu'observe-t-on sur l'écran lorsqu'on applique une tension alternative entre les plaques Y et Y' avec balayage ? Sans balayage ?
- 3 **B2i** Comparez le tube cathodique de téléviseur en coupe avec le tube de l'oscilloscope.

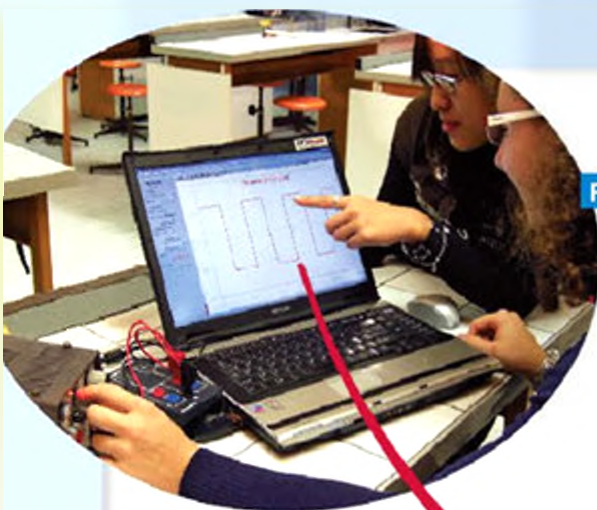


Fig. 2

La physique autour de nous

La nouvelle génération d'oscilloscopes

Les oscilloscopes numériques portables récents, comme les interfaces d'acquisition reliées à un ordinateur (Fig. 2), ont un fonctionnement différent des oscilloscopes à tube : la tension envoyée sur leur entrée est convertie en un codage numérique (des zéros et des uns) grâce à un dispositif électronique appelé convertisseur analogique-numérique (CAN ou ADC en anglais).

Ces suites de codes binaires transitent dans la mémoire de l'ordinateur pour être interprétées par un logiciel de représentation graphique, qui reconstitue la courbe sur l'écran LCD (Fig. 3). L'avantage de ces dispositifs modernes est de pouvoir conserver les courbes obtenues en mémoire ou dans un fichier.

- 1 Quelle est la fonction du CAN dans l'oscilloscope numérique ou dans l'interface d'acquisition d'un ordinateur ?
- 2 Quels avantages offrent ces appareils numériques, par rapport à un oscilloscope à tube cathodique ?
- 3 **B2i** Recherchez les caractéristiques du CAN de la carte son d'un ordinateur.

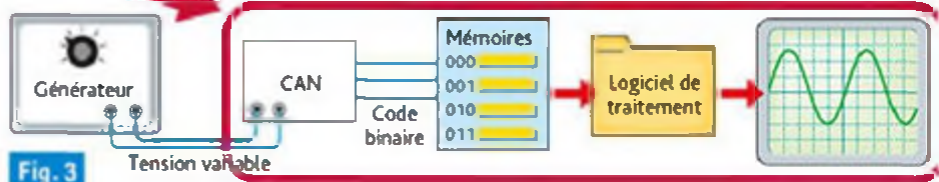


Fig. 3

Des écrans cathodiques aux écrans plasma !

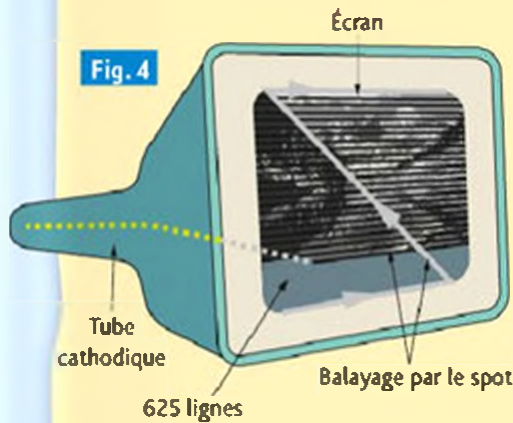


Fig. 5



La télévision cathodique

Dès les années 1930, les tubes cathodiques équipent les télévisions. Le principe de fonctionnement d'un récepteur de télévision est alors proche de celui d'un oscilloscope.

L'écran possède un fond recouvert d'un enduit fluorescent qui s'illumine à l'impact des électrons. Le spot balaie la totalité de l'écran 25 fois par seconde en y traçant 625 lignes successives horizontales (Fig. 4).

Dans les années 50, le nombre de téléviseurs atteint 500 000 postes en France (Fig. 5). Les années 60 voient l'arrivée d'une deuxième chaîne puis du passage à la couleur. Dans la télévision en couleur, le récepteur est muni de trois canons à électrons et l'intérieur de l'écran est recouvert de centaines de milliers de petites pastilles fluorescentes, les luminophores. Ils sont de trois sortes, émettant chacun une lumière de couleur différente bleue, verte ou rouge. Chaque canon forme sur l'écran une image bleue, verte ou rouge et leur superposition sur la rétine reconstitue par synthèse additive la couleur originale (Fig. 6).



Fig. 6 Exemple de schéma des trois types de luminophores.

La télévision à écran plasma

L'écran à plasma d'une télévision (Fig. 7) contient de nombreux points lumineux appelés pixels. Les pixels sont pris en « sandwich » entre un panneau avant (vers le spectateur) et un panneau arrière.

Chaque pixel (Fig. 8) est constitué de trois enveloppes colorées : une en rouge, une en vert et une en bleu. On peut ainsi synthétiser toutes les couleurs par mélange de ces trois couleurs.

Les enveloppes sont remplies de néon et de xénon. Elles sont reliées à deux électrodes, une à l'avant et une à l'arrière. Lors d'une décharge électrique, les atomes de gaz contenus dans l'enveloppe perdent la quasi totalité de leurs électrons et émettent alors des rayons ultra-violets (UV) invisibles : le gaz prend alors la consistance d'un plasma. Les rayons UV activent le phosphore situé au fond de l'enveloppe qui s'illumine et crée des lumières de couleurs rouges, vertes et bleues.

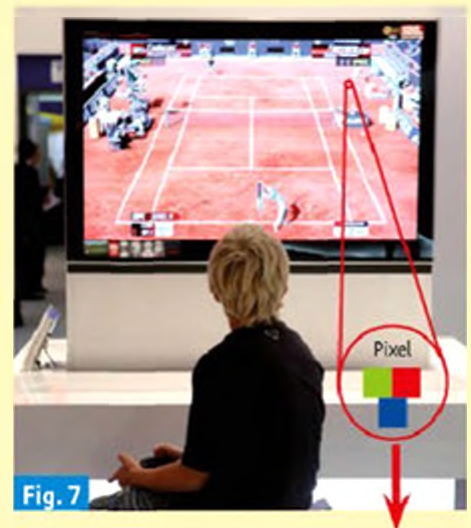


Fig. 7

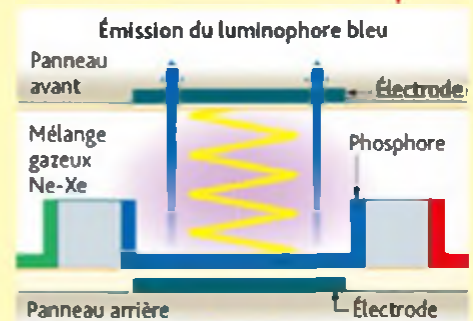


Fig. 8

- 1 Comment fonctionne un tube cathodique ?
- 2 Quel est le principe d'un écran à plasma ?
- 3 Comment peut-on obtenir toutes les nuances de couleurs sur un écran ?
- 4  Rédigez un texte (cinq lignes maximum) expliquant la technologie de l'écran à LED.

Exercices

Testez vos connaissances

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 219

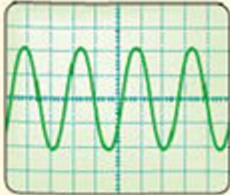
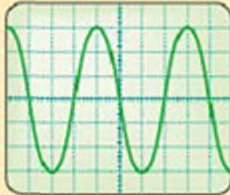
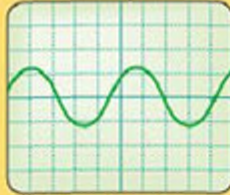
Signification d'un oscillogramme

SOCLE

A

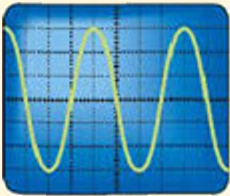
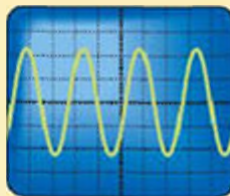
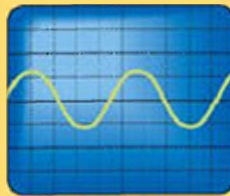
B

C

1 Sur un oscillogramme représentant les variations d'une tension en fonction du temps, on peut mesurer horizontalement la...	tension	période	fréquence
2 Quelle est la relation qui lie la période T et la fréquence f d'une tension périodique ?	$f = 1/T$	$f = T/2$	$T = 1/f$
3 Quel oscillogramme correspond à une fréquence égale à 125 Hz ?	 Sh = 1 ms/div	 Sh = 2 ms/div	 Sh = 5 ms/div

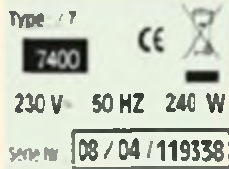
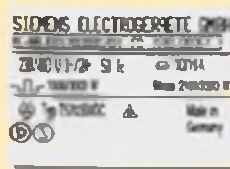
Tension efficace

SOCLE

4 En « alternatif », on mesure la valeur efficace U de la tension à l'aide d'un...	voltmètre	oscilloscope	fréquencemètre
5 Quelle est la relation qui lie la tension efficace U et la tension maximale $U_{\max}$ dans le cas d'une tension sinusoïdale ?	$U_{\max}/U = 1,4$	$U/U_{\max} = 1,4$	$U \cdot U_{\max} = 1,4$
6 Quel oscillogramme correspond à une tension efficace égale à 7,1 V ?	 2 V/div	 5 V/div	 1 V/div

Tension du secteur

SOCLE

7 La tension du secteur est alternative sinusoïdale de fréquence f égale à...	50 Hz	100 Hz	20 ms
8 Quel(s) danger(s) la tension du secteur présente-t-elle ?	L'incendie	L'électrocution	L'hydrocution
9 Quelle plaque signalétique correspond à un appareil pouvant fonctionner sur le secteur ?			

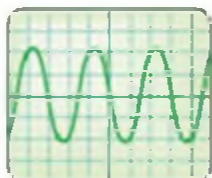
Avez-vous compris l'essentiel ?

Signification d'un oscillogramme

10 Lecture d'un oscillogramme

On règle la sensibilité verticale d'un oscilloscope sur 1 V/div et sa sensibilité horizontale sur 2 ms/div.

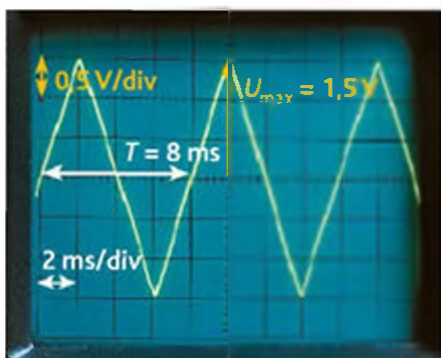
On obtient l'oscillogramme ci-contre.



1. Quelle est la valeur maximale de la tension représentée ?
2. Quelle est la période de cette tension ?
3. Calculez la fréquence correspondante.

11 Calcul de la fréquence d'un signal

On branche un oscilloscope aux bornes d'un générateur de tension alternative. On obtient l'oscillogramme ci-dessous.



1. Vérifiez la valeur maximale de la tension indiquée sur l'oscillogramme.
2. Vérifiez la valeur de la période indiquée sur l'oscillogramme.
3. Déduisez-en la valeur de la fréquence de la tension alternative du générateur.

Tension efficace

12 Indication d'un voltmètre en « alternatif »

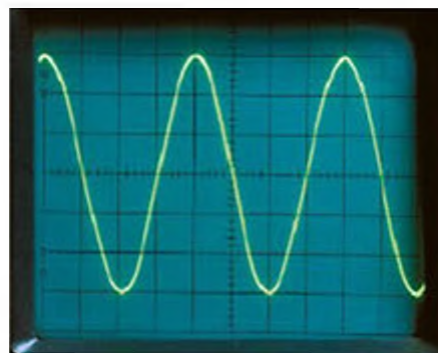
On branche un voltmètre en « alternatif » aux bornes d'un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale. On obtient l'affichage représenté sur la photographie ci-dessous.



1. Quelle est la valeur de la tension efficace aux bornes du générateur ?
2. Calculez la valeur maximale de cette tension.

13 Mesure d'une tension efficace ou maximale

La sensibilité verticale est réglée sur 2 V/div.



1. Quelle serait la valeur de la tension efficace affichée par un voltmètre branché en « alternatif » ?
2. Si le voltmètre affichait 10,7 V, quelle serait la tension maximale mesurée sur l'écran ?
3. Quel serait alors le réglage de la sensibilité verticale : 2 V/div ; 5 V/div ou 10 V/div ?

Tension du secteur

14 Explication d'une inscription

La plaque signalétique d'un aspirateur porte les indications ci-contre.

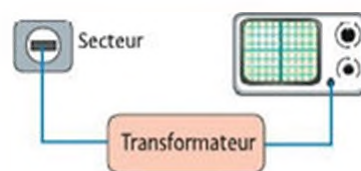
Certaines indications sont entourées en rouge.

Prod. No 90721 66-01	Etc 01	Ser. No 92200888
CE	V230 ~ Hz 50	W Tot. 1200 W 1400 W Max. 375 W Supl.

1. Que représente le symbole situé au centre du cercle rouge ?
2. Que signifient les indications « V230 » et « Hz50 » ?

15 Étude d'un transformateur

On alimente, par le secteur, un transformateur double isolation pour atténuer la tension du secteur sans changer sa fréquence.



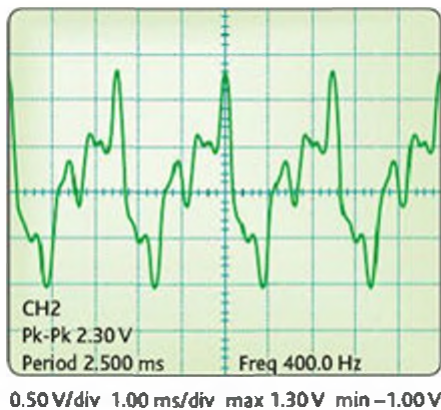
On obtient l'oscillogramme ci-contre, après avoir connecté la sortie du transformateur à un oscilloscope.



1. Déterminez quelles sont la période et la fréquence de la tension transformée, la sensibilité horizontale étant de 5 ms/div.
2. Quelle est la valeur maximale de la tension transformée, la sensibilité verticale étant de 5 V/div ?
3. Quelle est la tension du secteur si le rapport de ce transformateur est égal à 17 ?

16 Exploitation d'un oscillogramme

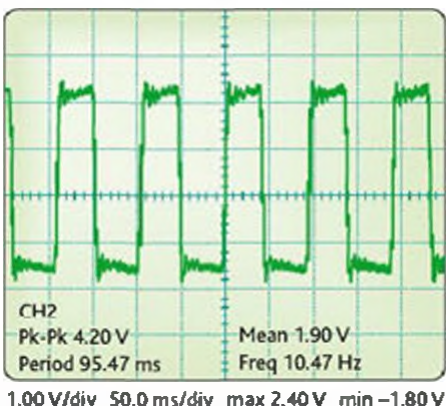
Cet oscillogramme représente les variations d'une tension alternative.



1. Déterminez la valeur maximale de la tension.
2. Vérifiez les valeurs de la période et de la fréquence indiquées sur l'écran de l'oscilloscope.

17 Oscillogramme numérique

Sur l'écran d'un oscilloscope numérique récent, en plus de la courbe, s'affichent diverses informations : sensibilités, période, fréquence, tension crête à crête (*Pk-Pk*), maximale, minimale, moyenne (*Mean*).



1. Vérifiez que la période correspond à la valeur affichée.
2. Vérifiez que la fréquence concorde avec la période.
3. Vérifiez que les valeurs « max » et « min » de la tension correspondent aux valeurs affichées.

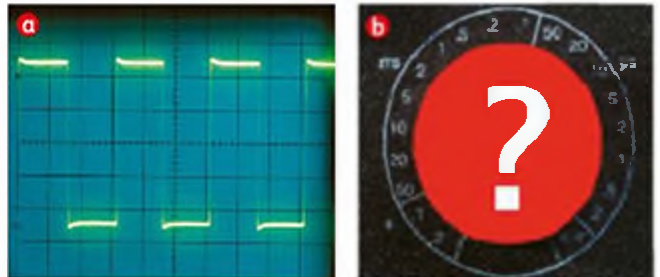
18 Comparaison franco-canadienne

Au Canada, la tension du secteur est une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace 110 V et de fréquence 60 Hz.

1. Quelle est la valeur maximale de la tension du secteur au Canada ? Comparez-la avec la valeur maximale française.
2. Quelle est la valeur de la période de la tension du secteur au Canada ? Comparez-la avec la période de la tension du secteur en France.
3. Une Canadienne veut utiliser son sèche-cheveux, en France. Que risque son appareil ?

19 Montre à quartz

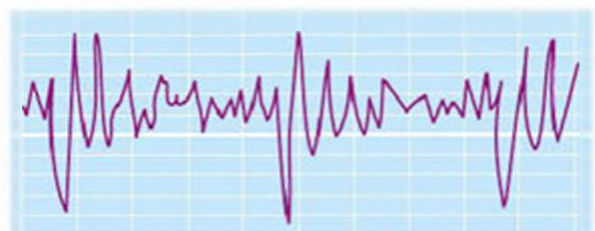
Dans les montres électroniques, le temps est rythmé par les oscillations d'un quartz qui vibre à la fréquence de 32 768 Hz. Connecté à un oscilloscope, le quartz produit la tension suivante **a** :



1. De quelle nature est cette tension ?
2. Calculez la période T du quartz, en μs ($1 \mu\text{s} = 1 \times 10^{-6} \text{ s}$).
3. Combien de divisions une période occupe-t-elle ?
4. Déduisez-en la position du bouton de réglage du balayage sur l'oscilloscope **b**.

20 Voir un son

Grâce à un oscilloscope branché aux bornes d'un microphone, on peut visualiser un son. En effet un microphone est capable de transformer un son en tension électrique. L'oscillogramme suivant représente la tension obtenue quand un chanteur émet une voyelle.



Voyelle « aaaaaaaa » chantée

1. Quel est le rôle d'un microphone ?
2. La tension enregistrée est-elle alternative ? Périodique ? Justifiez votre réponse.
3. Quelle est la fréquence du son émis par le chanteur, la sensibilité horizontale étant égale à 1 ms/div ?

21 Histoire et sciences

Heinrich HERTZ (né à Hambourg en 1857, mort à Bonn en 1894), poussé par son père à devenir ingénieur, décide vers 1877 de se consacrer aux sciences de la nature.

Ses découvertes aboutissent au développement de la télégraphie sans fil et de la radio. Ce mode de transmission est d'ailleurs baptisé « hertzien » en son honneur, de même que l'unité de fréquence qui porte son nom : le hertz (symbole Hz).



1. Quelles techniques Heinrich Hertz a-t-il étudiées ?
2. Quelle grandeur physique s'exprime en hertz ?
3.  Citez des applications des ondes hertziennes.

22 In English

A generator issues a sinusoidal alternate voltage of 3 V RMS (Root Mean Square) and a frequency 1 000 Hz. It is connected to an oscilloscope with a vertical sensitivity of 2 V/div and a horizontal sensitivity of 0.1 ms/div.



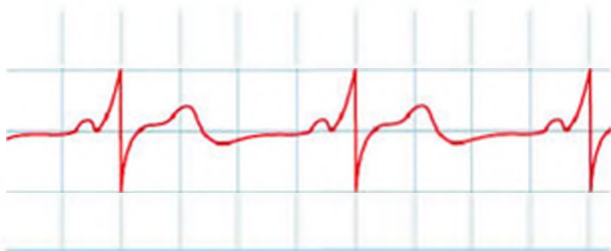
1. What is the shape of the waveform ?
2. Calculate the maximum value U_{max} and the period T of this voltage.
3. What does a voltmeter measure ?
4. Calculate the ratio of these two voltages.

HELP ! RMS : valeur efficace ; waveform : oscillogramme.

23 ... Vers la Seconde

Un électrocardiogramme est l'enregistrement de la tension électrique des signaux électriques qui génèrent les mouvements du cœur.

Sur l'électrocardiogramme suivant, la feuille de papier avance à une vitesse d'une graduation toutes les 200 ms.



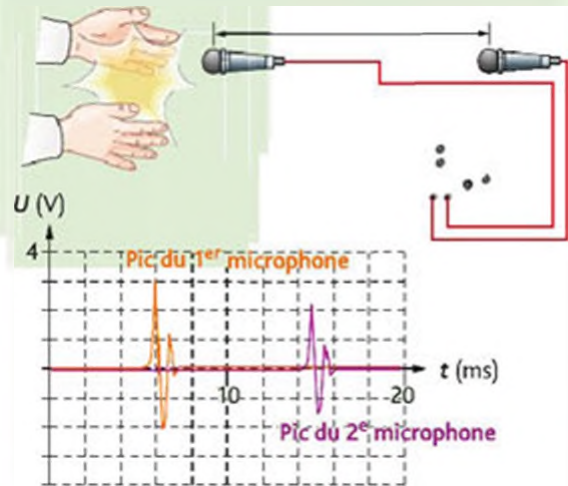
Électrocardiogramme d'un adolescent âgé de quinze ans, au repos

1. Représentez le motif qui se répète et qui correspond à un battement de cœur.
2. Déterminez la période de la tension électrique enregistrée. Cette période correspond à la durée d'un motif.
3. En déduire la fréquence cardiaque du patient en nombre de battements par seconde, puis en nombre de battements par minute.
4. Ce patient est-il en bonne santé, sachant que son pouls devrait se situer entre 50 et 110 pulsations par minute ?

Devenez un expert !

24 Quelle est la vitesse du son ?

Si on claque des mains devant les deux microphones reliés à l'oscilloscope, on obtient l'oscillogramme ci-dessous.



Votre mission Déterminez à quelle vitesse le son se propage dans l'air.

VOS INDICES : Un claquement de mains effectué devant un microphone se traduit par un bref pic de tension sur l'oscillogramme.

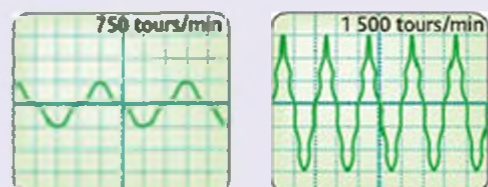
25 À bicyclette

Emma pédale sur le vélo de son grand-père. Ce vélo est équipé d'une vieille génératrice servant à l'éclairage.



Votre mission Trouvez ce qui change pour la tension produite par la génératrice, quand on pédale de plus en plus vite.

VOS INDICES : Voici deux enregistrements de la tension aux bornes de la génératrice.



Donnée. Réglages de l'oscilloscope : 1 V/div et 20 ms/div

Puissance électrique

Objectifs

- Savoir ce que signifie la valeur en watt (W) indiquée sur chaque appareil électrique.
- Connaître et savoir utiliser la relation entre la puissance, l'intensité et la tension.
- Savoir comment prévenir les surintensités et utiliser un coupe-circuit.

Pour commencer à réfléchir



Le lundi 30 juin 2008 à minuit, à l'occasion du début de la présidence française au sein de l'Union européenne, la tour Eiffel s'est illuminée en bleu, avec les douze étoiles du drapeau européen.

621 Quel est l'ordre de grandeur de la puissance électrique nécessaire à l'éclairage de la tour Eiffel ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Ce jeune couple lit les fiches signalétiques de chaque appareil électrique afin de choisir lequel acheter.

🕒 Pourquoi s'intéresse-t-il plus particulièrement à la valeur en watt (W) indiquée sur chaque fiche signalétique ?

SITUATION 2

Sur la notice de la table de cuisson équipant sa cuisine, Ludovic lit que la puissance électrique nécessaire pour faire fonctionner les quatre plaques simultanément est de 6 800 W.

🕒 Comment Ludovic peut-il savoir s'il peut connecter cette table de cuisson sur une prise de courant protégée par un disjoncteur de 30 A ?



SITUATION 3

Laetitia essaie, en vain, d'enclencher le petit disjoncteur qui a coupé le courant lorsqu'elle a branché un radiateur électrique sur sa multiprise, déjà utilisée pour trois autres appareils.

🕒 Pourquoi le disjoncteur ne peut-il pas être enclenché, tant que le radiateur reste branché ?

Activité 1

Que signifie la valeur en watt (W) portée sur les lampes ?

Expérimentez

- Réalisez un circuit comportant en série : un générateur continu de 12 V avec interrupteur incorporé, et une lampe (12 V-25 W) (Fig. 1).
- Branchez un voltmètre aux bornes de la lampe.
- Fermez l'interrupteur et relevez l'indication du voltmètre.
- Ouvrez l'interrupteur puis remplacez la lampe précédente par une lampe (12 V-40 W) (Fig. 2).
- Fermez l'interrupteur et relevez l'indication du voltmètre.

Faites attention !

Vérifiez que le sélecteur de tension du générateur soit bien réglé sur 12 V et choisissez un calibre du voltmètre permettant la mesure la plus précise.

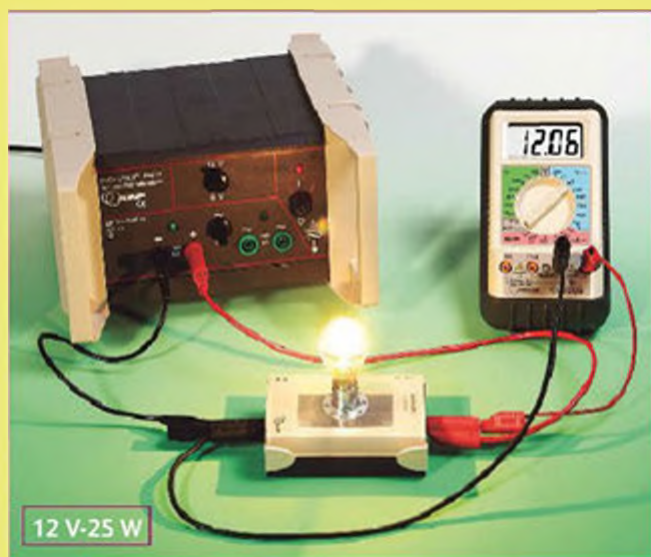


Fig. 1 Utilisation d'une lampe 12 V-25 W



Fig. 2 Utilisation d'une lampe 12 V-40 W

Observez

1. Quelles sont les indications portées sur le culot de la lampe L_1 (Fig. 1) ? De la lampe L_2 (Fig. 2) ?
2. Quelle est la valeur de la tension aux bornes de L_1 (Fig. 1) ? Aux bornes de L_2 (Fig. 2) ?
3. Quelle est la lampe qui éclaire le plus ?

Interprétez

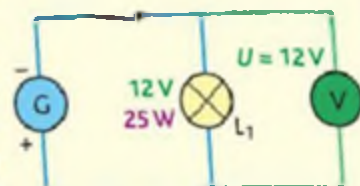
4. La lampe L_1 est-elle adaptée au générateur ? Et la lampe L_2 ?
5. Comparez les éclairagements de L_1 et L_2 avec les indications en watt (W) portées sur les culots.
6. Lorsque deux lampes fonctionnent normalement, la plus puissante est celle qui éclaire le plus. Quelle est la lampe la plus puissante ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Que signifie la valeur en watt (W) portée sur les lampes ? » Vous pouvez illustrer votre réponse par des schémas (► Pour vous aider).

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma correspondant à la figure 1.



Comment prévoir l'intensité du courant traversant un appareil ?

Expérimentez

- Réalisez un circuit comportant un générateur de tension alternative, avec interrupteur incorporé, un ampèremètre et une lampe L_1 (12V-25W). Branchez un voltmètre aux bornes de la lampe (Fig. 1).
- Dans le circuit ouvert, réglez le générateur pour qu'il délivre une tension efficace de 12 V.
- Fermez le circuit et relevez les valeurs indiquées par le voltmètre et l'ampèremètre.
- Ouvrez le circuit, enlevez l'ampèremètre et remplacez la lampe L_1 par une lampe L_2 (12V-40W), (Fig. 2).
- Fermez le circuit et relevez l'indication du voltmètre.

Faites attention !

Vérifiez que la tension délivrée par le générateur est égale à la tension nominale de la lampe (ici 12 V).



Fig. 1 Détermination de la puissance d'une lampe

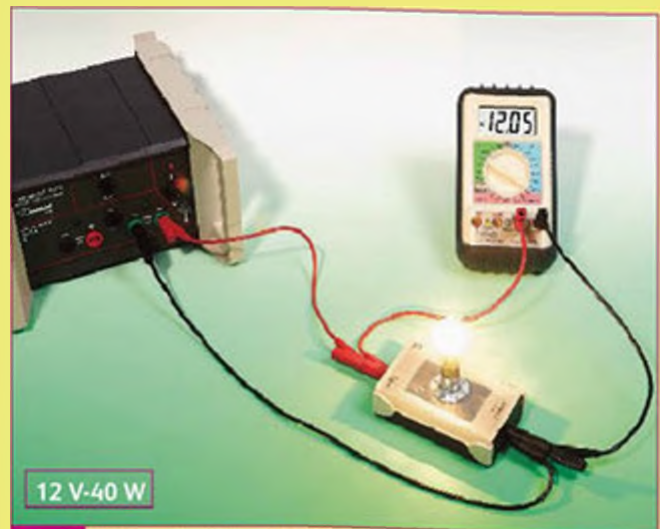


Fig. 2 Détermination de l'intensité efficace

Observez

1. Reproduisez le schéma en indiquant les valeurs de la tension U et de l'intensité I , mesurées (Fig. 1) (► Pour vous aider).
2. Quelles sont les valeurs de la tension et de la puissance nominales de L_1 ? De L_2 ?

Interprétez

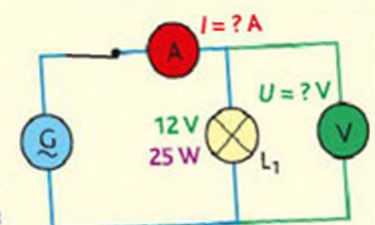
3. Effectuez le produit $U \cdot I$ et comparez-le à la valeur en watt (W) indiquée sur la lampe L_1 (Fig. 1).
4. Déduisez une relation entre la puissance P , la tension U et l'intensité I .
5. Utilisez cette relation pour calculer l'intensité du courant traversant L_2 (Fig. 2).
6. Pourrait-on calculer l'intensité du courant traversant L_2 si le voltmètre indiquait 6 V ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment prévoir l'intensité du courant traversant un appareil ? »

Pour vous aider à schématiser

► Voici un exemple de schéma incomplet correspondant à la figure 1.



Activité 3

Comment protéger un circuit contre une surintensité ?

Expérimentez

- Réalisez un circuit comportant un générateur de tension alternative 12 V avec interrupteur incorporé, une lampe L_1 (12 V-25 W), un ampèremètre, et un fusible de calibre 3 A (Fig. 1).
- Branchez un voltmètre aux bornes de la lampe et fermez le circuit.
- Branchez une deuxième lampe L_2 (12 V-40 W) aux bornes de la première lampe (Fig. 2).
- Fermez le circuit et observez l'état du fusible.

Faites attention !

Pour mesurer l'intensité et la tension efficaces, utilisez les zones de calibres de l'ampèremètre et du voltmètre, prévues pour les mesures en « alternatif ».



Fig. 1 Circuit avec une lampe

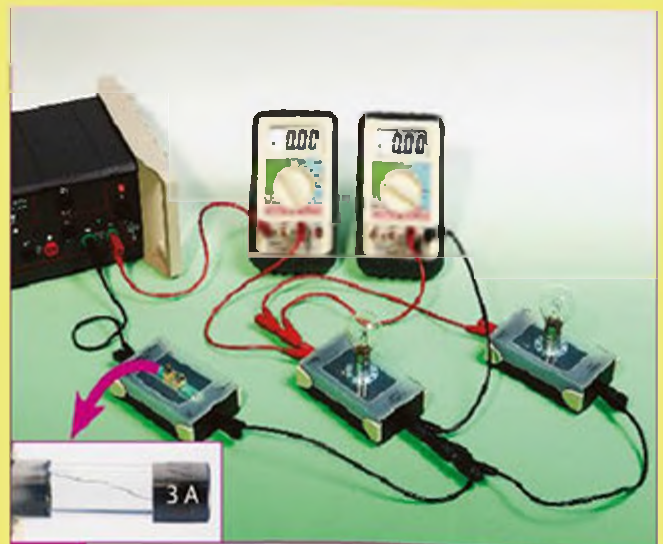


Fig. 2 Circuit avec deux lampes

Observez

1. Quels sont la valeur de l'intensité et l'état du fusible (Fig. 1) ?
2. Quels sont la valeur de l'intensité et l'état du fusible (Fig. 2) ?

Interprétez

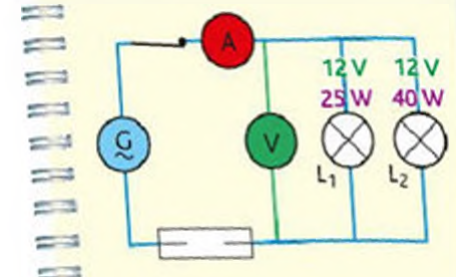
3. Calculez l'intensité du courant traversant le circuit et comparez la valeur trouvée avec celle indiquée par l'ampèremètre (Fig. 1).
4. Calculez l'intensité du courant qui traverserait le circuit principal en absence de fusible (Fig. 2).
5. Pourquoi y a-t-il eu une surintensité dans le circuit ? Pourquoi le fusible a-t-il fondu (Fig. 2) ?
6. Calculez la puissance maximale de la lampe L_3 qui, mise à la place de L_2 , ne provoquerait pas la destruction du fusible (Fig. 2).

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment protéger un circuit contre une surintensité ? » Vous pouvez illustrer votre réponse à l'aide de schémas (► Pour vous aider).

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma correspondant à la figure 2.



Déterminer la puissance d'une lampe

Sur une lampe, on lit : **12V-25W**. Ces deux indications sont la tension et la puissance nominales. Déterminons la puissance de la lampe alimentée sous différentes tensions.



- Utilisons un générateur de tension réglable avec interrupteur incorporé. Ouvrons l'interrupteur et réalisons un circuit comprenant en série le générateur, un ampèremètre et une lampe 12 V-25 W.
- Branchons un voltmètre en dérivation aux bornes de la lampe.



- Réglons le générateur sur la position 6 V.
 - Relevons les valeurs de l'intensité I et la tension U : on lit $I = 1,47$ A et $U = 6,01$ V.
 - Calculons le produit $U \cdot I$: on trouve 8,83. La puissance reçue vaut environ 9 W.
- Constatons que la lampe brille faiblement.



- Réglons le générateur sur la position 12 V.
 - Relevons les valeurs de I et de U : on lit $I = 2,08$ A et $U = 12,0$ V.
 - Calculons le produit $U \cdot I$: on trouve 24,96 soit 25,0.
- La puissance reçue par la lampe vaut 25 W. C'est la valeur inscrite sur la lampe. Constatons que la lampe brille normalement.



- Réglons le générateur sur la position 15 V.
 - Relevons les valeurs de I et de U : on lit $I = 2,34$ A et $U = 15,01$ V.
 - Calculons le produit $U \cdot I$: on trouve 35,1.
- La puissance consommée par la lampe vaut 35,1 W. Constatons que la lampe brille fortement.



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

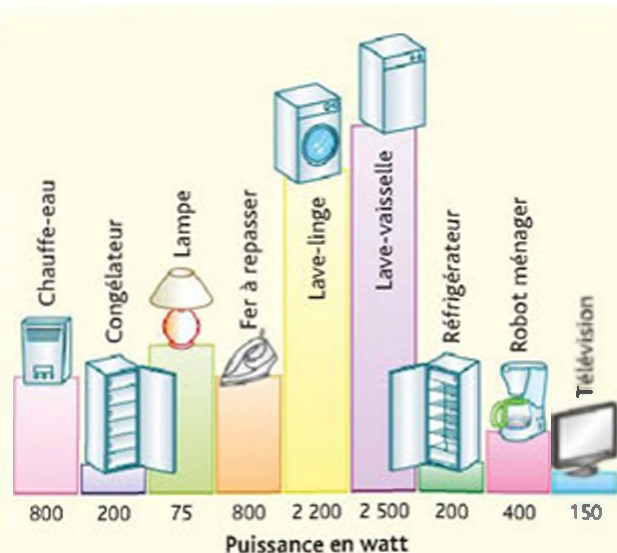
- 1 La lampe brille et les deux appareils de mesure indiquent une valeur : quelle précaution avez-vous oublié de prendre avant de réaliser le montage ? → Étape 1
- 2 Pourquoi la lampe brille-t-elle faiblement ? → Étape 2

- 3 Comment s'appelle la tension pour laquelle la puissance déterminée à l'aide des mesures est égale à la puissance inscrite sur la lampe ? → Étape 3
- 4 Pourquoi la lampe brille-t-elle fortement ? → Étape 4

1 Signification de la valeur en watt (W)

→ Activité 1

- La **puissance nominale** d'un appareil est la puissance électrique qu'il reçoit lorsqu'il fonctionne normalement, c'est-à-dire lorsqu'il est soumis à sa **tension nominale**, indiquée en volt (V).
- Les constructeurs indiquent sur les appareils ménagers une valeur en watt (W) qui représente la **puissance nominale**. Le **watt** est l'unité de puissance dans le système international, son symbole est **W**.
- La figure ci-contre indique les ordres de grandeur des puissances électriques de quelques appareils.



À retenir

SOCLE

La valeur en watt (W) sur un appareil électrique indique sa puissance nominale.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 158

2 Utilité des indications en watt (W) et en volt (V)

→ Activité 2

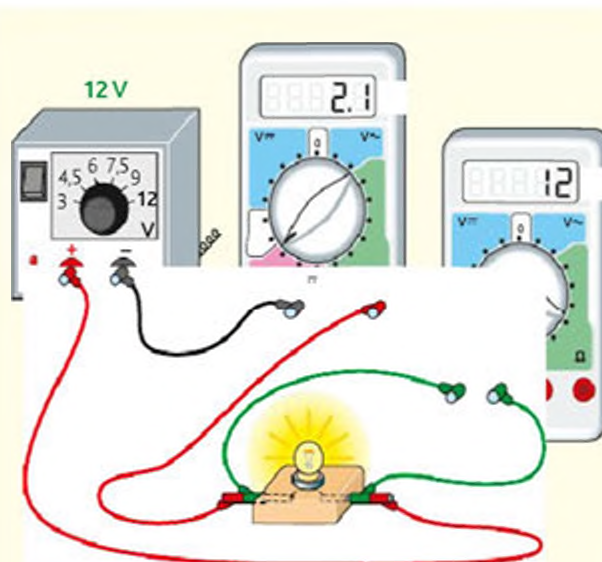
- En **courant continu**, pour un appareil de **puissance nominale P (W)** alimenté sous sa **tension nominale U (en V)** et traversé par un courant d'intensité I (en A), on a la relation :

$$P = U \cdot I$$

- En **courant alternatif**, cette relation n'est valable que pour les appareils qui convertissent l'énergie électrique uniquement en énergie thermique (lampes, radiateurs, fer à repasser). U et I désignent alors la tension et l'intensité efficaces.

Pour les autres appareils (moteurs électriques, par exemple), la puissance électrique reçue est un peu inférieure au produit $U \cdot I$.

- Lorsqu'un appareil de puissance nominale P est alimenté sous sa tension nominale U , on peut calculer l'intensité I du courant qui le traverse en utilisant la relation $P = U \cdot I$ que l'on écrit sous la forme $I = P/U$.
- En « alternatif », ce calcul de I n'est valable que pour les appareils dont les effets sont purement thermiques. Pour les autres, il donne un ordre de grandeur de l'intensité.



$$P = U \cdot I$$

watt (W) volt (V) ampère (A)

À retenir

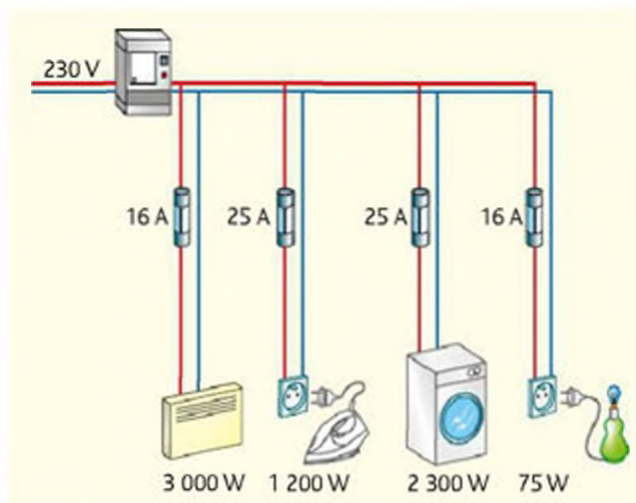
On peut évaluer l'intensité I (en A) du courant qui traverse un appareil de puissance nominale P (en W), utilisé sous sa tension nominale U (en V) en utilisant la relation : $P = U \cdot I$.

→ Exercices 4, 5 et 6, page 158

3 Les surintensités : danger et protection

→ Activité 3

- Dans les installations électriques domestiques ($U = 230 \text{ V}$), les circuits sont conçus pour fonctionner correctement et en toute sécurité jusqu'à une valeur maximale admissible de l'intensité du courant.
- Si on branche un appareil de puissance P trop importante, l'intensité ($I \approx P/230$) dépasse cette valeur maximale. Il y a **surintensité** : les éléments du circuit s'échauffent de façon excessive, ce qui peut provoquer un incendie.
- Pour éviter ce risque, on place dans le circuit des **coupe-circuits** (fusibles ou petits disjoncteurs) de calibres adaptés, qui coupent le courant en cas de surintensité.



À retenir

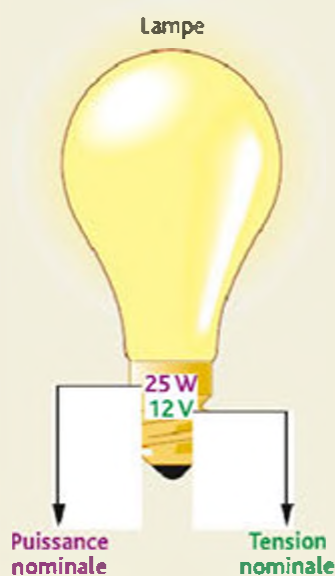
SOCLE

Il y a **surintensité** lorsque la puissance électrique reçue est supérieure à celle pour laquelle le circuit est prévu.
Les coupe-circuits protègent les installations contre les effets des surintensités.

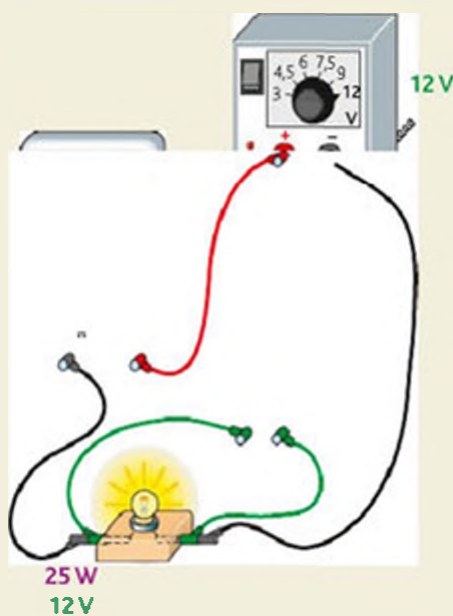
→ Exercices 7, 8 et 9, page 158

SCHEMA-BILAN

Puissance et surintensités

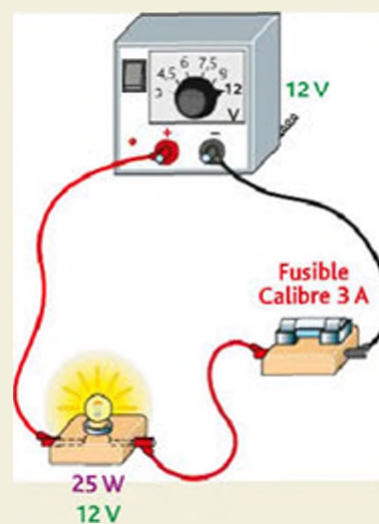


La puissance s'exprime en watt (W) et la tension s'exprime en volt (V).



$$P = U \cdot I$$

watt (W) volt (V) ampère (A)



Le fusible protège le circuit contre les surintensités.

Histoire des sciences

Watt, un nom illustre pour l'unité de puissance

Quand le cheval sert d'étalon à l'unité de puissance

En 1784, le Britannique, James Watt (**Fig. 1**) cherchait à évaluer la puissance de la machine à vapeur qu'il avait inventée peu de temps auparavant. Or, à cette époque, les chevaux étaient très utilisés dans l'agriculture et dans les transports en raison de leur robustesse et de leurs capacités à faire des efforts. James Watt choisit des chevaux de trait et leur fit hisser des charges de plus en plus lourdes fixées à un crochet. C'est à la suite de ces expériences qu'il eut l'idée de définir le cheval-vapeur, symbole ch, unité correspondant à la puissance d'un cheval capable de soulever verticalement de 1 m une masse de 75 kg en 1 s.

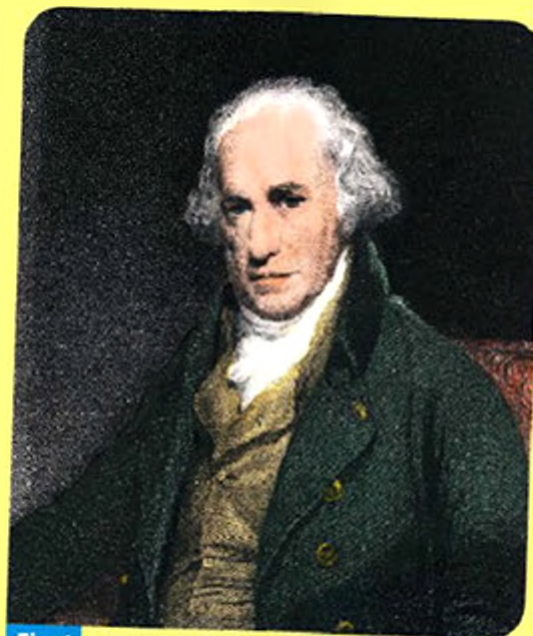


Fig. 1 James Watt (1736-1819).

De Watt au watt

James Watt a débuté comme ingénieur mécanicien en Écosse, son pays d'origine.

En 1764, travaillant à la réparation d'une machine à vapeur, Watt constate sa trop importante consommation de vapeur, qui limite son rendement. Il apporte alors des améliorations décisives, permettant d'augmenter son efficacité (**Fig. 2**). Watt dépose un brevet qui sera exploité à échelle industrielle dès 1775.

La machine à vapeur fut la source d'énergie principale de la révolution industrielle du XIX^e siècle. Elle fut essentielle dans le domaine des transports, comme le bateau à vapeur et la locomotive.

En hommage aux travaux de James Watt, les scientifiques ont donné son nom à l'unité de puissance : le watt (de symbole W). De nos jours, l'unité légale de puissance est le watt, mais le cheval-vapeur est encore utilisé dans l'industrie automobile. Il existe une correspondance entre W et ch : $1 \text{ ch} = 736 \text{ W}$.

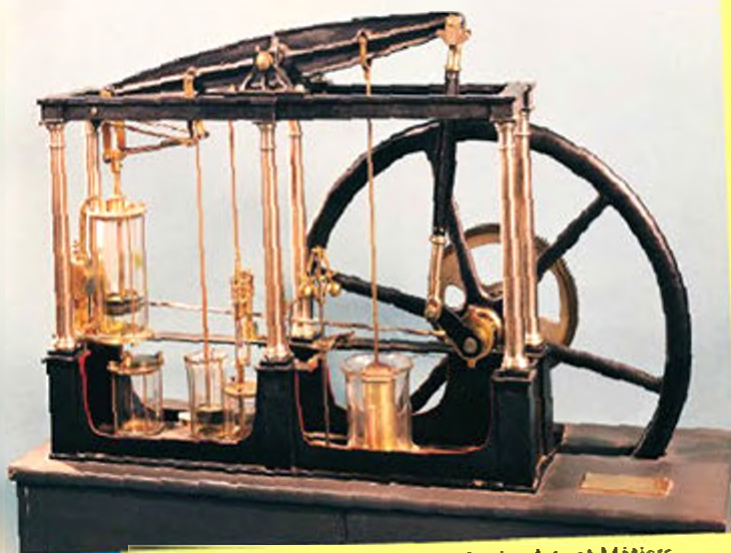


Fig. 2 Machine à vapeur de Watt au musée des Arts et Métiers.

- 1 Pour quelles raisons James Watt a-t-il choisi le cheval pour définir l'unité de puissance ?
- 2 Quelle réalisation de Watt a été à l'origine de la révolution industrielle du début du XIX^e siècle ?
- 3 Quelle est, en kW, la puissance d'un moteur d'automobile de 110 ch ?
- 4 **B2I** Rédigez un texte (cinq lignes maximum) expliquant la signification de l'indication CV figurant sur les cartes grises des véhicules à moteur.

Des lampes qui éclairent !

Il existe deux grands types de lampes à la disposition des consommateurs : les lampes à incandescence et les lampes fluorescentes. Ces lampes transforment en chaleur et en lumière l'énergie électrique qu'elles utilisent.

Les lampes à incandescence produisent beaucoup de chaleur (95 %) et peu de lumière (5 %). Leur efficacité énergétique est bien plus faible que celles des lampes fluorescentes qui, elles, produisent environ 80 % de lumière et 20 % de chaleur.

Comme leur nom l'indique, les **lampes fluocompactes** (Fig. 3) sont rendues compactes par pliage en deux, trois, quatre ou six d'un tube fluorescent.

Le culot ① de la lampe contient un dispositif électronique permettant l'allumage.

Le corps ② de la lampe contient des électrodes produisant une décharge électrique dans le tube.

Le tube fluorescent ③ contient de la vapeur de mercure sous faible pression. Les parois intérieures du tube sont recouvertes d'une poudre. La décharge électrique dans la vapeur de mercure produit un rayonnement ultraviolet (invisible). Celui-ci agit sur la poudre en la rendant fluorescente, celle-ci émet alors de la lumière visible.

Le tableau (Fig. 4) compare la puissance électrique consommée par une lampe basse consommation (ou LBC) à celle consommée par une lampe à incandescence produisant le même éclairement.

L'éclairage d'une maison représentant de 5 à 10 % de l'énergie consommée, les lampes fluocompactes remplacent peu à peu les lampes à incandescence.

- ① Quel pourcentage de la puissance électrique consommée est transformé en lumière par chacune des deux sortes de lampes ? Que devient le reste ?
- ② Quel risque présente une lampe à incandescence, que ne présente pas une LBC ?
- ③  Recherchez comment s'effectue le recyclage des lampes LBC.

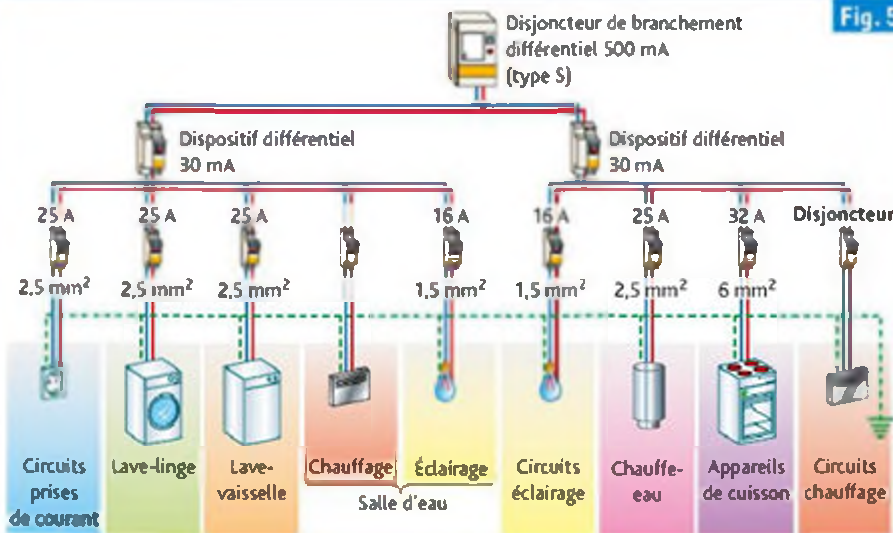
Fig. 3



Fig. 4

Lampe basse consommation	Lampe classique à incandescence
9 watts	30 watts
11 watts	40 watts
15 watts	60 watts
20 watts	75 watts
23 watts	100 watts

Fig. 5



Sécurité

Protection contre les dangers du courant

Dans toute installation électrique, des dispositifs de sécurité sont prévus pour protéger les personnes contre l'électrocution et les biens contre l'incendie (Fig. 5).

Le **disjoncteur de branchement**, placé immédiatement après le compteur, en tête de la ligne, permet de couper automatiquement le courant dans toute l'installation en cas de court-circuit ou de dépassement de la puissance souscrite.

Lorsqu'une fuite accidentelle de courant se produit, il apparaît une différence d'intensité entre l'intensité dans le fil de phase (en rouge) et l'intensité dans le fil neutre (en bleu). Si cette différence est supérieure à 500 mA, le disjoncteur coupe automatiquement le courant. C'est pourquoi on dit que ce disjoncteur est différentiel.

Les **disjoncteurs différentiels**, placés à l'origine du circuit présentant des risques, coupent le courant au moindre incident.

Les **fusibles**, de plus en plus remplacés par de petits disjoncteurs, fondent et ouvrent le circuit lorsque l'intensité dépasse le calibre (en ampère).

- ① Quel est le rôle de chacun des trois dispositifs de sécurité placés dans l'installation de la maison ?
- ② Comparez les calibres des coupe-circuits avec les sections des fils qu'ils protègent. Concluez.
- ③  Recherchez les moyens utilisés pour protéger les personnes dans l'installation électrique de la maison.

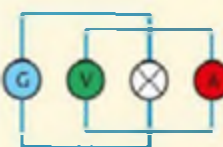
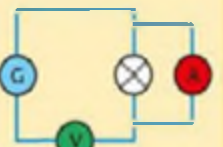
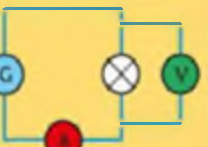
Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 219

Signification de l'indication W

SOCLE

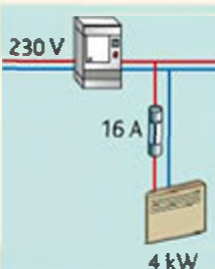
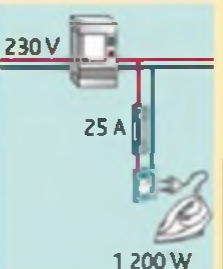
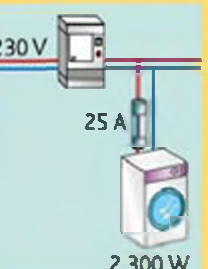
	A	B	C
1 Sur un appareil électrique, l'indication en watt (W) est la...	puissance	tension	fréquence
2 Comment appelle-t-on la puissance consommée par une lampe en fonctionnement normal ?	La puissance normale	La puissance nominale	La puissance de fonctionnement
3 Dans quel cas la puissance indiquée ne correspond pas à l'appareil ?			

Relation entre P , U et I

4 Lorsque l'appareil est correctement utilisé, les indications en W et en V lues sur un appareil électrique permettent d'évaluer...	la tension	l'intensité	la puissance
5 Quelle est la relation qui, en courant continu, lie la puissance électrique P « consommée » par un appareil électrique, la tension U qui l'alimente et le courant qui le parcourt d'intensité I ?	$P = U/I$	$P = U \cdot I$	$P = I/U$
6 Quel est le schéma du montage qui permet de déterminer la puissance de la lampe ?			

Protection des installations

SOCLE

7 Dans une installation électrique domestique, lorsque les éléments du circuit sont traversés par un courant trop important, il y a des risques de...	surtension	surintensité	court-circuit
8 Qu'utilise-t-on pour protéger les installations électriques contre les effets des surintensités ?	Des courts-circuits	Des protège-circuits	Des coupe-circuits
9 Quel est le schéma dans lequel l'appareil n'est pas adapté à la ligne ?			

Avez-vous compris l'essentiel ?

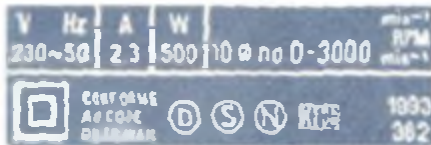
Signification de la valeur en watt (W)

SOCLE

10 Identification des valeurs inscrites sur une plaque signalétique

Voici les plaques signalétiques de deux perceuses électriques.

Perceuse A



Perceuse B



1. Quelle est la perceuse la plus puissante ? Justifiez votre réponse.
2. Que signifient les valeurs en V ? En A ? En W ? En Hz ?

11 Ordre de grandeur de puissances électriques

1. Faites correspondre à chaque appareil la valeur de la puissance qu'il reçoit.

- | | |
|-------------------|------------|
| a) Téléviseur | 1) 2 500 W |
| b) Réfrigérateur | 2) 800 W |
| c) Fer à repasser | 3) 150 W |
| d) Lave-vaisselle | 4) 200 W |

2. Quel est l'appareil le plus puissant ? Pourquoi cet appareil nécessite-t-il plus de puissance ?

Utilité des indications en watt (W) et en volt (V)

12 Détermination d'une puissance

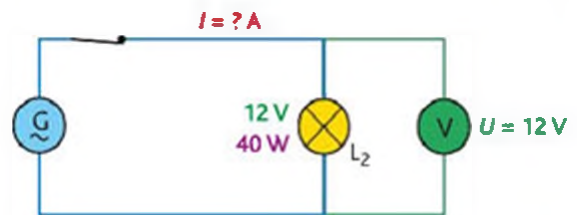


1. En utilisant les données de la photo, calculez la puissance électrique reçue par la lampe.
2. À quelle condition la puissance reçue par la lampe est-elle égale à la puissance nominale ?

13 Prévision d'une intensité

Dans le montage schématisé ci-dessous :

1. Quelles sont la tension et la puissance nominales de la lampe ?
2. Calculer l'intensité du courant qui traverse la lampe.

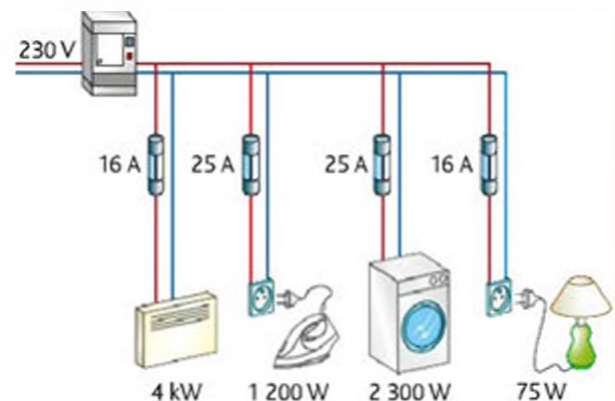


Les surintensités : danger et protection

SOCLE

14 Origine d'une surintensité

La figure représente une installation électrique.

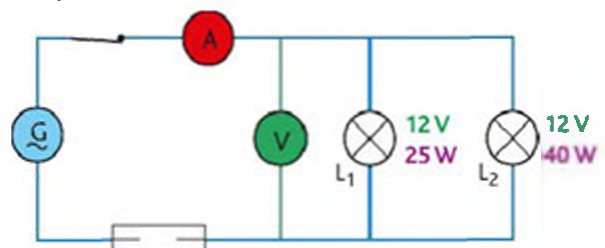


1. L'un des appareils n'est pas adapté à la ligne. Lequel ?
2. Que va-t-il se passer lorsque cet appareil sera branché ?
3. Proposez une modification de branchement permettant à chaque appareil d'être adapté à la ligne.

15 Protection contre une surintensité

Dans le montage schématisé ci-dessous, le fusible a fondu...

1. Calculez l'intensité du courant qui a traversé le fusible avant qu'il ne fonde.
2. On remplace le fusible par un fusible de même calibre et on débranche la lampe de 40 W. Le fusible ne fond pas. Pourquoi ?
3. Dans le montage précédent, on remplace la lampe de 25 W par la lampe de 40 W. Le fusible fond. Pourquoi ?
4. En déduire une valeur du calibre du fusible, arrondie à l'unité.



Exercices

Utilisez ce que vous avez appris

16 Puissance d'un aspirateur

Sur la plaque signalétique d'un aspirateur, on relève les indications suivantes : 230 V =, 50 Hz, 450 W

1. À quelles grandeurs correspondent ces indications ?
2. Calculez l'intensité du courant susceptible de traverser cet aspirateur lorsqu'il est alimenté sous la tension du secteur (230 V).

17 Comparaison de puissance

1. Calculez la puissance nominale de chacune de ces lampes.

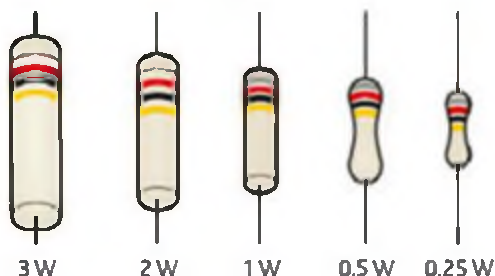


2. Quelle est celle qui, normalement alimentée, devrait éclairer le plus ?
3. Qu'observerait-on si on échangeait les générateurs qui les alimentent ?

18 Choix d'une résistance

Jérémy doit réaliser un montage dans lequel se trouve une résistance de 82Ω parcourue par un courant de 60 mA.

1. Quelle est la puissance reçue par cette résistance ?
2. Il dispose des résistances ci-dessous. Quelle résistance lui conseillerez-vous ? Pourquoi ?



19 Faire le bon choix

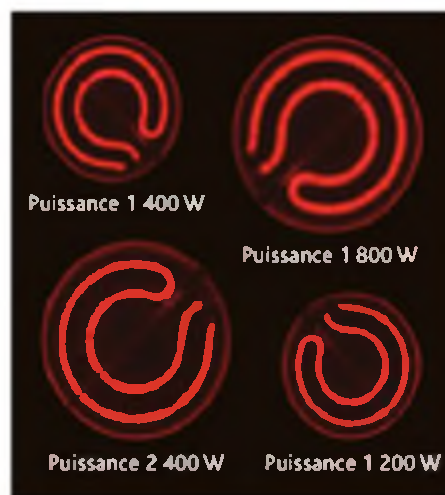
Agnès vient de recevoir un courrier de ERDF lui proposant plusieurs types d'abonnements selon la puissance nécessaire. À chaque type d'abonnement correspond une intensité maximale pouvant être délivrée.

Puissance	6 kW	9 kW	12 kW	15 kW
Intensité maximale	30 A	45 A	60 A	75 A

Elle utilise parfois simultanément un lave-vaisselle de puissance 3 kW, un four électrique de puissance 2,5 kW, des radiateurs de puissance totale 4 kW et des lampes de puissance totale 500 W.

1. Quel abonnement Agnès doit-elle souscrire ?
2. Agnès a souscrit un abonnement de 9 kW. Lorsqu'elle branche simultanément tous les appareils, tout s'arrête. Pourquoi ?

20 Étude d'une table de cuisson



1. Quelle est la puissance maximale de cette table de cuisson ?
2. Quelle est l'intensité efficace du courant dans les fils d'alimentation de cette table de cuisson, lorsque toutes les plaques fonctionnent en même temps ? (La tension du secteur vaut 230 V.)
3. Quelle doit être la section des fils de la ligne électrique qui alimentent cette table (voir document p. 157) ?
4. Quelle est la valeur de la résistance constituant le foyer de la plaque avant droite ?

21 Puissance et section des fils

Lorsqu'un électricien réalise une installation électrique, il doit adapter la section du fil en fonction de l'appareil utilisé.

Le tableau ci-dessous indique le calibre du coupe-circuit selon la section du fil électrique utilisé pour une tension de 230 V.



Calibre	16 A	20 A	32 A
Section	1,5 mm ²	2,5 mm ²	6 mm ²

1. Qu'est-ce que le calibre d'un coupe-circuit ?
2. Comment évolue ce calibre en fonction de la section du fil ?
3. Calculez la puissance maximale admissible pour chaque type de fil.
4. Quelle est la section du fil qui alimente une table de cuisson de puissance totale 6 800 W ?
5. Que risque-t-il de se produire si on utilise un fil de section 2,5 mm² pour alimenter cette plaque de cuisson ?

22 In English

A fair stall is equipped with two 1 400 W pancake-makers, a 650 W milk-shake robot and four 15 W lamps.



1. Calculate the total power of the installation when all the devices are being used.
2. The effective voltage of the supply is 230 V. Calculate the effective intensity of the current running through the electric cables.
3. The installation is protected by a 20 A fuse. Is this fuse suitable for the electric installation ?

HELP ! Effective intensity : intensité efficace.

23 ... Vers la Seconde

Dans le montage ci-dessous, la lampe est alimentée sous sa tension nominale.

À l'aide du même montage, on fait varier la tension U aux bornes d'une lampe.



Pour chaque valeur de U , on relève la valeur de l'intensité I du courant. On obtient les résultats suivants :

U (V)	1	2	3	4	5	6	7	8
I (mA)	275	330	380	430	470	500	530	550

1. Construisez la courbe représentant la puissance P reçue en fonction de la tension U . Prendre 1 cm pour 1 V en abscisse, et 1 cm pour 1 W en ordonnée.
2. Sous quelle tension la lampe reçoit-elle une puissance égale à la moitié de sa puissance nominale ?
3. La lampe peut-elle recevoir sans danger une puissance double de sa puissance nominale ? Justifiez votre réponse.

Devenez un expert !

24 La bonne puissance ?

Le professeur a réalisé le montage représenté sur la photographie. Il demande à Audrey et Sylvain d'indiquer la puissance de la lampe.

- Audrey fait un calcul et trouve 8,88 W.
- Sylvain lit 25 W sur le culot de la lampe.



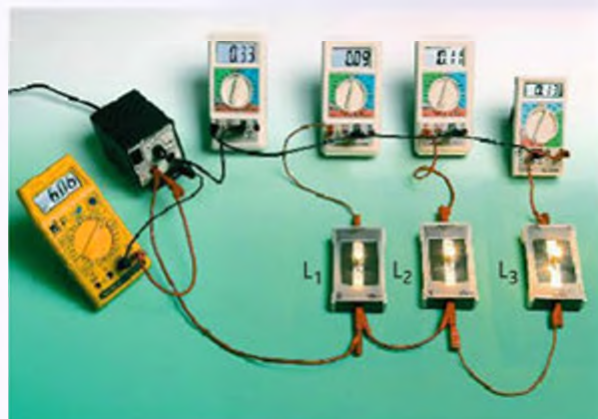
Votre mission Qui a raison ?

VOS INDICES : La puissance reçue n'est pas toujours nominale.

25 C'est la vérité !

Maxime a lu l'information suivante dans une brochure d'électricité.

« Dans toutes les installations électriques, les appareils sont branchés en dérivation, pour fonctionner indépendamment les uns des autres. La puissance électrique totale consommée dans le circuit est égale à la somme des puissances des récepteurs. »



Votre mission Vérifiez cette information en exploitant la photographie ci-dessus.

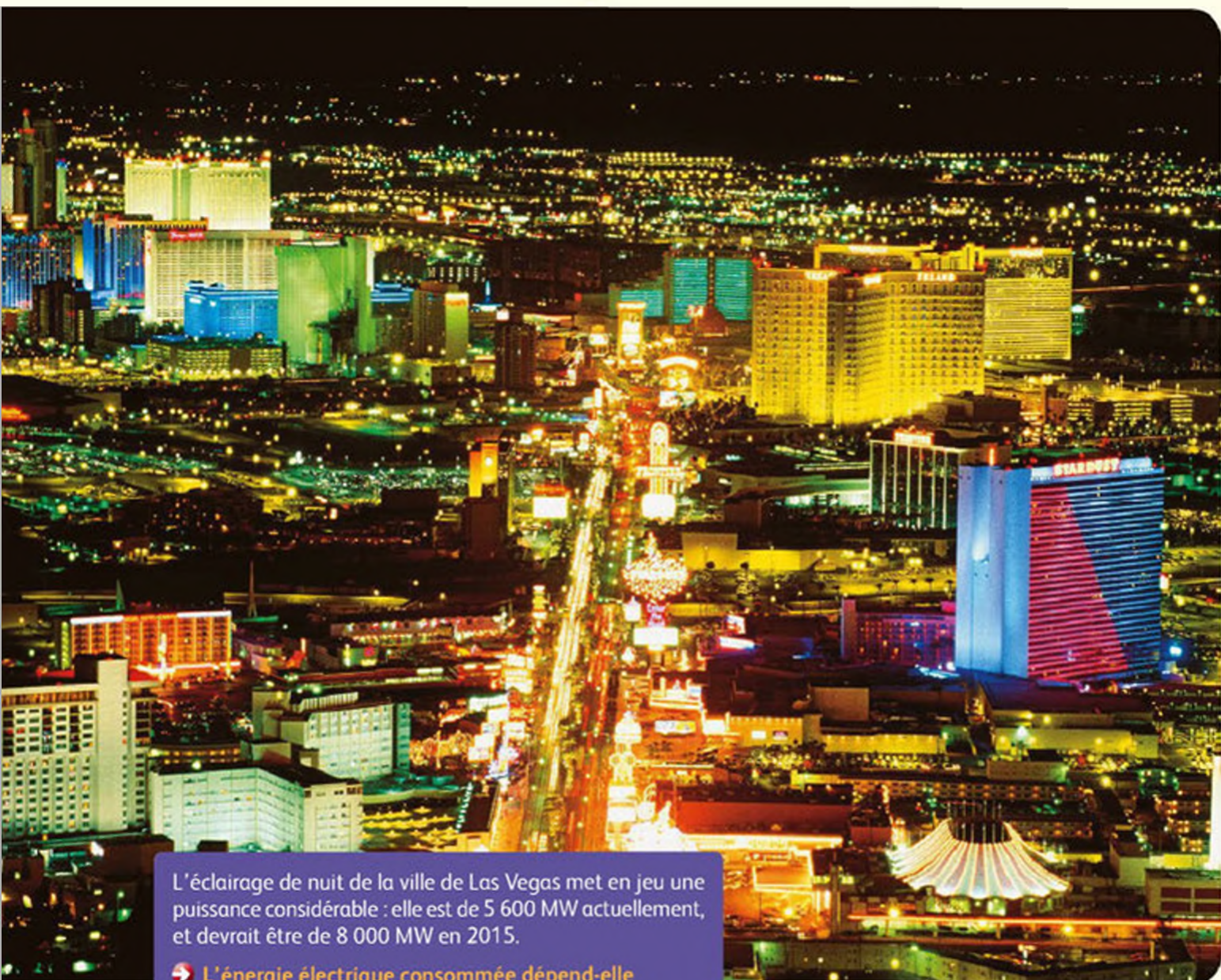
VOS INDICES : Calculez la puissance reçue par chaque lampe et celle reçue par l'ensemble du circuit.

La mesure de l'énergie électrique

Objectifs

- Connaître le rôle d'un compteur électrique.
- Savoir calculer l'énergie électrique transférée à un appareil de puissance nominale connue, pendant une durée donnée.
- Savoir ce que nous apprend une facture d'électricité.

Pour commencer à réfléchir



L'éclairage de nuit de la ville de Las Vegas met en jeu une puissance considérable : elle est de 5 600 MW actuellement, et devrait être de 8 000 MW en 2015.

➔ L'énergie électrique consommée dépend-elle uniquement de la puissance ?

Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Cet employé est en train de relever des indications du compteur électrique d'une habitation.

➡ Quelles indications ce releveur collecte-t-il ?



SITUATION 2

En consultant la notice de son lave-vaisselle, Emma remarque que les programmes « éco » sont préférables pour diminuer sa consommation électrique, même si le temps de lavage est plus long.

➡ Comment expliquer le fait que l'énergie consommée soit plus faible pour un programme plus long ?



SITUATION 3

Patricia vient de recevoir sa facture d'électricité.

➡ Que lui apprend cette facture d'électricité ?

Activité 1

À quoi un compteur électrique sert-il ?

Étudiez des documents

- En tête de toute installation électrique, se trouve un compteur électrique. Cet appareil est utilisé par les fournisseurs d'électricité afin de facturer la consommation d'énergie au client. Un releveur note les indications de l'appareil afin d'établir la facture d'électricité. À l'origine, ces appareils étaient relevés manuellement, ils sont remplacés peu à peu par des modèles dont les indications sont lues à distance.
- Les photographies ci-dessous représentent les indications d'un même compteur à deux dates différentes de l'année.



Fig. 1 Indication du compteur au 1^{er} janvier 2011



Fig. 2 Indication du compteur au 1^{er} mai 2011

Extrayez des informations

1. Qu'indique le compteur à la date du 01 janvier 2011 (Fig. 1) ?
2. Qu'indique le compteur à la date du 01 mai 2011 (Fig. 2) ?

Exploitez les informations

3. À quelle grandeur correspondent chacune des indications lues sur le compteur (Fig. 1 et 2) ? (Coin ressource)
4. Que représente la différence entre l'indication au 1^{er} janvier 2011 et celle au 1^{er} mai 2011 ?
5. Quelle est, en moyenne, la consommation journalière d'énergie électrique ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « À quoi un compteur électrique sert-il ? »

Le coin

ressource

- Le kilowattheure (kWh) est l'unité d'énergie utilisée par les fournisseurs d'électricité pour mesurer la consommation électrique des usagers.

$$1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ Wh.}$$

Activité 2

Quelle relation existe-t-il entre la puissance et l'énergie électrique ?

Étudiez des documents

■ On a branché un fer à repasser de puissance 2 200 W aux bornes d'un petit compteur électrique (appelé consomètre) (Fig. 1 et 2).

■ On a relevé l'énergie E consommée par le fer pour différentes durées t de fonctionnement (Fig. 3).



Fig. 1 Montage expérimental



Fig. 2 Indication de l'énergie et de la durée d'utilisation

Durée t (min)	6	12	18	24	30	36	42
Énergie E consommée (Wh)	220	440	660	880	1 100	1 320	1 540

Fig. 3 Tableau de résultats expérimentaux

Extrayez des informations

1. En quelles unités a-t-on exprimé la durée et l'énergie (Fig. 3) ?
2. Dans quel cas l'énergie consommée est-elle la plus faible ? La plus élevée (Fig. 3) ?

Exploitez les informations

3. Comment varie l'énergie quand la durée augmente ?
4. Représentez graphiquement l'énergie (en Wh) en fonction de la durée (en h) ► **Coin ressource**.
5. Quelle est l'allure du graphique obtenu ?
6. Déterminez, à l'aide d'un graphique, le quotient E/t .
7. Comparez cette valeur à la puissance nominale de l'appareil.

Concluez

8. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quelle relation existe-t-il entre la puissance et l'énergie électrique ? »

Le coin

ressource

■ L'unité **wattheure (Wh)** représente l'énergie consommée par un appareil de puissance égale à 1 W qui fonctionne durant 1 h.

■ Pour convertir les minutes en heures, il faut diviser la durée exprimée en minutes par 60.

Exemples :
 $6 \text{ min} = 6/60 = 0,1 \text{ h}$
 $42 \text{ min} = 42/60 = 0,70 \text{ h}$

Activité 3

Que nous apprend une facture d'électricité ?

Étudiez un document

vosre facture en détail document à conserver 5 ans

Votre référence client

Réf. Point de livraison : 251 662807283 08

	consommation en kWh	consommation (en kWh)	tarif kWh en euros	montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
électricité compteur n° 937				(1) 784,28	75,29	131,76	991,33
abonnement							
19,75€/mos du 13/11/06 au 16/08/07				179,73			
19,95€/mos du 16/08/07 au 13/11/07				57,85			
consommation HC du 21/11/06 au 22/11/07	08506	12428	3922	3922 * 0,0459	180,02		
265 jours à 0,0458€ + 96 jours à 0,0463€							
soit un prix moyen de 0,0459€							
consommation HP du 21/11/06 au 22/11/07	37130	41831	4701	4701 * 0,0780	365,68		
265 jours à 0,0778€ + 96 jours à 0,0787€							
soit un prix moyen de 0,0780€							
(1) y compris le coût d'acheminement de l'électricité pour 47% (% moyen pour le Tarif Bleu)							
				montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
autres prestations				38,80		7,60	46,40
contribution au service public d'électricité		8623	0,0045	38,80			
				montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
total				823,08	75,29	139,36	1037,73

* prix moyen suite aux changements de prix

taxes locales (municipale 8,00% + départementale 4,00%), elles s'appliquent sur 80% des montants HT de l'abonnement et de la consommation électriques.

TVA: payée sur les débits, elle s'applique à l'abonnement (abt.), la consommation (conso.), les prestations et les taxes locales électricité (TLE).

abt. 237,58€ à 5,5% 13,07€ conso. et prestations 585,50€ à 19,6% 114,75€ TVA sur TLE 22,81€ à 5,5% 1,25€ 52,48€ à 19,60% 10,29€

CARACTÉRISTIQUES DE VOTRE TARIF

Électricité, tarif domestique option heures creuses, puissance 12 kW, code 020, compteur électro-mécanique.

Heures Pleines (HP), Heures Creuses (HC): 22H30 6H30 (peuvent varier de quelques minutes).

Extrayez des informations

1. À quelle durée de consommation cette facture correspond-elle ?
2. Quelle est la consommation totale d'énergie pendant cette durée ?
3. Quelle est la puissance souscrite ?
4. Que signifient les sigles HC et HP ? À quels horaires ces deux tarifications s'appliquent-elles ?

Exploitez les informations

5. Pourquoi le tarif HC est-il plus bas que le tarif HP (► **Coin ressource**) ?
6. Comment a-t-on obtenu le total de 180,02 € (4^e ligne de chiffres) ?
7. Comment a-t-on obtenu le total de 1 037,73 € (8^e ligne de chiffres) ?

Concluez

8. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Que nous apprend une facture d'électricité ? »

Le coin

ressource

- L'énergie électrique est produite en « continu » par les centrales électriques et ne peut pas être stockée.

Utiliser les différentes unités d'énergie

L'unité internationale d'énergie est le joule (J). Or les compteurs indiquent les énergies en kilowattheure (kWh). Convertissons, par exemple, 237 kWh en J.

Étape 1



- Écrivons la relation qui lie les trois grandeurs E , P et t .
- Indiquons les unités légales utilisées dans cette relation.

Étape 2



- Écrivons à nouveau la relation qui lie les trois grandeurs E , P et t .
- Indiquons les unités usuelles utilisées dans cette relation.

Étape 3

$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$
 Dans 1 kilowatt, il y a 1 000 watts.
 Dans une heure, il y a 3 600 secondes.
 $1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ W} \times 3\,600 \text{ s}$
 $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$



- Convertissons 1 kWh en J.
- Exprimons 1 kW en W et 1 h en s.

Étape 4

$E = 237 \times 3\,600\,000$
 $E = 2,37 \times 10^2 \times 3,6 \times 10^6$
 $E = 8,53 \times 10^8 \text{ J}$



- Exprimons 237 kWh en J, en utilisant la notation scientifique.

Avez-vous bien compris les différentes étapes ?



- 1 Pour exprimer l'énergie en joule, en quelles unités doit-on exprimer la puissance et le temps ? → Étape 1
- 2 Pour exprimer l'énergie en kilowattheure, en quelles unités doit-on exprimer la puissance et le temps ? → Étape 2
- 3 Exprimez 1 kWh en J en utilisant la notation scientifique. → Étape 3
- 4 Exprimez 237 kWh en MJ sachant que : $1 \text{ MJ} = 1 \times 10^6 \text{ J}$. → Étape 4

1 La mesure de l'énergie électrique

→ Activité 1

- Le compteur électrique sert à mesurer la consommation d'énergie électrique d'une installation.
- Pour calculer la consommation d'énergie électrique E pendant une certaine période, on fait la différence entre l'indication du compteur au début de la période d'utilisation E_1 et celle à la fin de cette période E_2 : $E = E_2 - E_1$.
- L'énergie électrique est indiquée sur les compteurs, en kilowattheure (kWh).
- L'énergie consommée par un appareil ne disparaît pas : elle est transférée à l'appareil puis transformée en d'autres formes d'énergie comme, par exemple, l'énergie thermique pour les résistances et l'énergie mécanique pour les moteurs.



L'énergie électrique consommée entre le 15 septembre et le 15 novembre est :
 $E = 16\,186 - 15\,719 = 467 \text{ kWh}$.

À retenir

Le compteur électrique permet de mesurer, en kWh, l'énergie électrique « consommée » par une installation.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 172

2 L'expression de l'énergie électrique

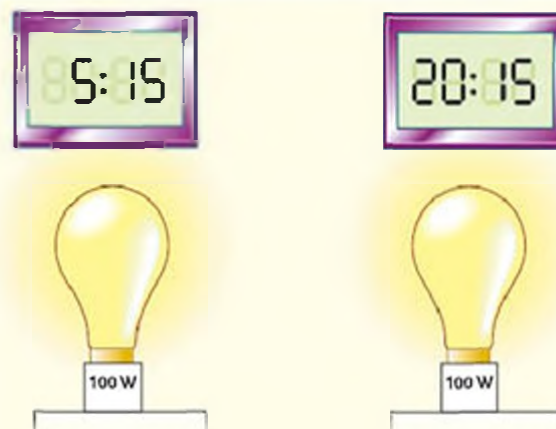
→ Activité 2

- L'énergie électrique E « consommée » pendant une durée t par un appareil de puissance nominale P est donnée par la relation :

$$E = P \cdot t$$

- Dans le système international d'unités, l'énergie s'exprime en joule (J) si la puissance est en watt (W) et la durée en seconde (s).
- Le joule est une très petite unité, puisqu'un joule est l'énergie transférée à un appareil de puissance nominale de 1 W qui fonctionne pendant une seconde.
- $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$

C'est la raison pour laquelle on utilise couramment le kWh.



L'énergie électrique consommée entre 5 h 15 et 20 h 15 est :
 $E = P \cdot t = 100 \times 15 = 1\,500 \text{ Wh} = 1,5 \text{ kWh}$

À retenir

L'énergie électrique E « consommée » pendant une durée t par un appareil de puissance nominale P est donnée par la relation : $E = P \cdot t$.
 Si P est en W et t en s, alors E est en J.

SOCLE

→ Exercices 4, 5 et 6, page 172

→ Activité 3

- votre facture en détail

À retenir

→ Exercices 7, 8 et 9, page 172

 E_2

La physique autour de nous

L'étiquette-énergie

Pour les appareils électriques



Fig. 1

L'étiquette-énergie permet de comparer la consommation électrique des appareils. Elle constitue une véritable fiche d'identité, qui permet de choisir l'équipement aidant à réduire la facture d'électricité.

Cette étiquette comprend, au moins, quatre parties :

- la première partie indique les références de l'appareil (type, modèle, fabricant) ;
- la deuxième indique la classe énergétique de l'appareil : un code couleur associé à une lettre (de A++ à G) donne une idée de la consommation d'énergie de l'appareil. Si l'appareil consomme beaucoup d'énergie, il est classé en G (rouge foncé) ; si, au contraire, l'appareil est très économe, il est classé en A, et même en A++ (vert) ;
- la troisième regroupe des informations sur les caractéristiques de l'appareil (consommation, efficacité, capacité) ;
- la quatrième indique le niveau sonore du bruit émis par l'appareil, en décibel.

Pour les logements

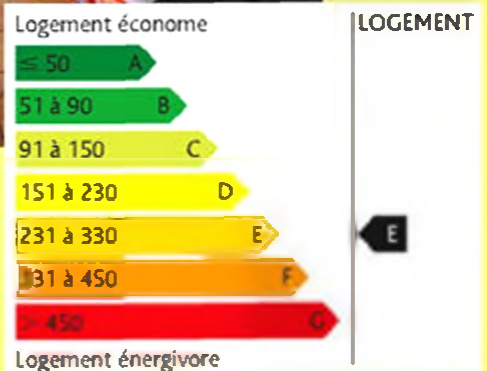
Dans le domaine du logement, le diagnostic de performance énergétique (DPE) est obligatoire sur tous les biens immobiliers à vendre. Les étiquettes renseignent sur la consommation d'énergie et l'impact du bâtiment en termes d'émission de gaz à effet de serre (GES).

Il existe sept niveaux de classification, qui correspondent à la consommation énergétique du logement exprimée en kWh/m²/an : de A (le moins énergivore : moins de 50 kWh/m²/an) à G (le plus énergivore : plus de 450 kWh/m²/an).

Source : ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.



Fig. 2



- 1 À quoi correspond l'échelle énergétique européenne des couleurs ?
- 2 Que signifie le classement en catégorie B d'un appareil électrique ?
- 3 Que signifie le classement en catégorie E d'un logement ?
- 4 **B2i** Recherchez et expliquez, en quelques lignes, la signification de l'étiquette-énergie d'un lave-linge.

Une technologie d'éclairage du futur : la LED

Les lampes à LED (de l'anglais : *light emitting diode*) ou DEL (diode électroluminescente) remplacent peu à peu les lampes classiques : lampes à incandescence, lampes à halogène, lampes fluocompactes.

Les lampes à LED offrent en effet certains avantages :

- elles n'utilisent que peu d'énergie par rapport aux lampes actuelles ;
- elles n'émettent pas de rayonnements infrarouges (elles ne chauffent pas) ou ultraviolets ;
- elles permettent de très nombreux allumages et extinctions ;
- elles émettent, dès l'allumage, contrairement aux lampes fluorescentes dites « économiques ».

Contrairement aux lampes classiques, les lampes à LED supportent d'être déplacées ou de subir des chocs car elles sont ultra-résistantes. Enfin les LED ont une « longue » durée de vie (environ 50 000 heures). Par contre, elles ont un inconvénient majeur : leur prix élevé.

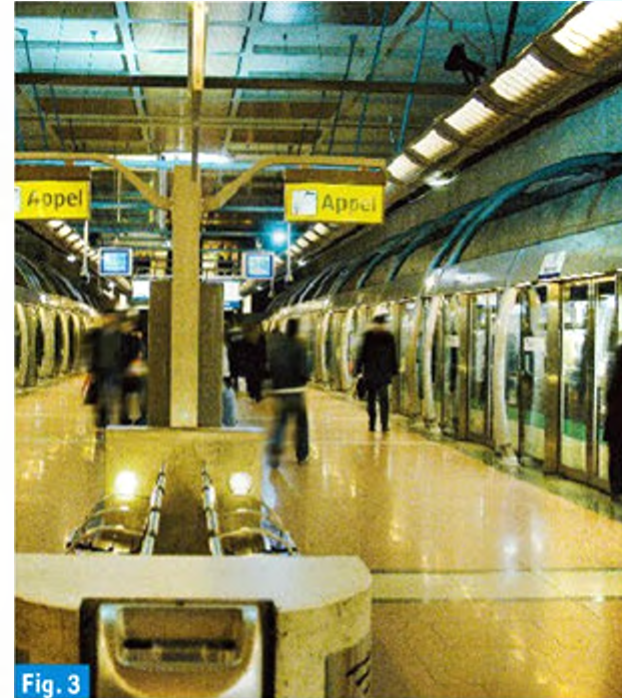


Fig. 3

- 1 Citez deux des avantages d'utilisation d'une LED par rapport à une lampe « classique ».
- 2 Combien d'années pourrait durer une LED utilisée 4 h/jour ?
- 3 **B2i** Recherchez et expliquez la signification de « 40-100 lumen/Watt ».



Fig. 4

Santé

Joule ou calorie ?

Chaque aliment possède une valeur énergétique, exprimée habituellement en calorie pour 100 grammes de l'aliment (Fig. 4). La calorie est une ancienne unité d'énergie : c'est l'énergie thermique nécessaire pour élever de 1 °C la température de 1 g d'eau.

Pour déterminer la valeur énergétique de 100 g d'un aliment, on réalise sa combustion dans du dioxygène. L'énergie thermique (chaleur) dégagée est transmise directement à de l'eau, dont on mesure l'élévation de température. On en déduit ainsi le nombre de calories correspondant.

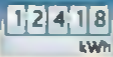
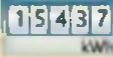
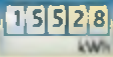
L'unité légale d'énergie étant le joule, les étiquettes des aliments portent les valeurs nutritionnelles en kilocalorie (bien qu'il y ait souvent écrit calorie) et en joule. L'équivalence à connaître est : 1 calorie = 4,18 joules, donc 1 kilocalorie = 4,18 kilojoules.

Par exemple 90 kcal = $90 \times 4,18 = 376,2$ kJ. Pour un individu moyen, l'apport alimentaire journalier doit être d'environ 2 000 kcal.

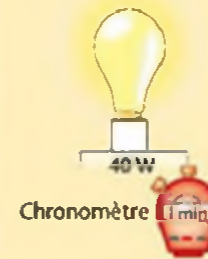
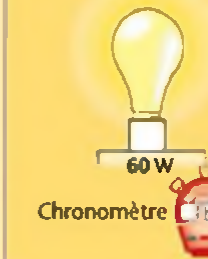
- 1 Quelle est la définition de la calorie ? Est-ce une unité légale ?
- 2 Comment détermine-t-on la valeur énergétique d'un aliment ?
- 3 **B2i** Calculez la valeur énergétique de votre petit-déjeuner, en recherchant la valeur énergétique des aliments que vous avez absorbés.

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 219

Le compteur électrique

	A	B	C
1 Le compteur électrique d'une installation domestique permet de mesurer...	la puissance consommée	l'énergie consommée	l'électricité consommée
2 Quelle est l'unité utilisée sur le compteur électrique ?	kWh	kW/h	kW-h
3 Dans quel cas la consommation mensuelle est-elle égale à 6,5 kWh ?	01 janvier 01 mai  kWh  kWh	01 janvier 01 mars  kWh  kWh	01 janvier 01 mars  kWh  kWh

Relation entre E , P et t SOCLE

4 L'énergie, dans le système international d'unités, s'exprime en...	wattheure (Wh)	joule (J)	kilowattheure (kWh)
5 Quelle est la relation qui lie la puissance électrique P nominale d'un appareil électrique, sa durée d'utilisation t et l'énergie consommée E ?	$E = P/t$	$E = t/P$	$E = P \cdot t$
6 Quel schéma correspond à une énergie de 100 J consommée par la lampe ?			

La facture d'électricité

7	La facture d'électricité, reçue par les usagers, indique le prix à payer pour...	l'énergie consommée	l'électricité consommée	la puissance consommée																																				
8	Quelles informations figurent sur la facture d'électricité reçue par les usagers ?	L'énergie consommée	Les taxes	Le prix de l'abonnement																																				
9	Quelle facture correspond à une consommation de 4 683 kWh ?	<table><tr><th colspan="3">Relevé ou estimation en kWh</th></tr><tr><th></th><th>Ancien</th><th>Nouveau</th></tr><tr><td>HC</td><td>29 059</td><td>29 242</td></tr><tr><td>HP</td><td>54 495</td><td>58 995</td></tr></table>	Relevé ou estimation en kWh				Ancien	Nouveau	HC	29 059	29 242	HP	54 495	58 995	<table><tr><th colspan="3">Relevé ou estimation en kWh</th></tr><tr><th></th><th>Ancien</th><th>Nouveau</th></tr><tr><td>HC</td><td>29 059</td><td>29 342</td></tr><tr><td>HP</td><td>54 495</td><td>58 995</td></tr></table>	Relevé ou estimation en kWh				Ancien	Nouveau	HC	29 059	29 342	HP	54 495	58 995	<table><tr><th colspan="3">Relevé ou estimation en kWh</th></tr><tr><th></th><th>Ancien</th><th>Nouveau</th></tr><tr><td>HC</td><td>29 059</td><td>29 242</td></tr><tr><td>HP</td><td>54 495</td><td>58 555</td></tr></table>	Relevé ou estimation en kWh				Ancien	Nouveau	HC	29 059	29 242	HP	54 495	58 555
Relevé ou estimation en kWh																																								
	Ancien	Nouveau																																						
HC	29 059	29 242																																						
HP	54 495	58 995																																						
Relevé ou estimation en kWh																																								
	Ancien	Nouveau																																						
HC	29 059	29 342																																						
HP	54 495	58 995																																						
Relevé ou estimation en kWh																																								
	Ancien	Nouveau																																						
HC	29 059	29 242																																						
HP	54 495	58 555																																						

Avez-vous compris l'essentiel ?

Le compteur électrique

10 Lecture d'un affichage

1. En quelle unité est exprimée l'énergie électrique sur ce compteur ?
2. Quelle est la valeur de l'énergie indiquée ?

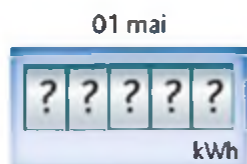


11 Calcul d'une consommation

Les dessins ci-dessus indiquent la consommation d'énergie électrique à deux dates différentes.



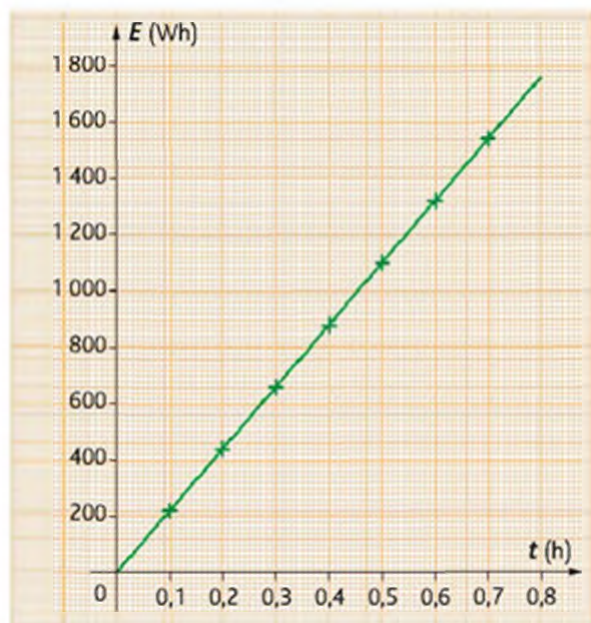
1. Combien de kilowattheures ont été consommés pendant ces deux mois ?
2. Entre le 1^{er} mars et le 1^{er} mai, la consommation s'élève à 82 kWh. Quelle valeur affichera le compteur, le 1^{er} mai ?

Relation entre E , P et t

SOCLE

12 Utilisation d'un graphique

Pour établir la relation entre l'énergie consommée et la durée d'utilisation, on a établi le graphique suivant.



1. Calculez le coefficient directeur de cette droite.
2. À quelle grandeur correspond-il ?

13 Utilisation de formule

Recopiez et complétez le tableau suivant.

E	P	t	Relation utilisée
	100 W	1 min	
3 600 J		10 s	$P = E/t$
40 Wh	150 W		
	2,7 kW	3 h	
150 kWh		2 h	
0,5 kWh	2 200 W		

La facture d'électricité

14 Vérification d'une facture

Ayant reçu sa facture d'électricité, un usager désire vérifier si elle est exacte. Voici un extrait de cette facture.

	Relève ou estimation en kWh		Consom.	Prix kWh
	Ancien	Nouveau	Différence	(en kWh) en euros
Électricité compteur n° 014				(1)
abonnement				
7,28 € / mois du 06/11/07 au 06/11/08				
Consommation HC du 23/09/07 au 08/11/07	29059	29242	183	183 0,0787
Consommation HP du 23/09/07 au 08/11/07	54495	58995	4500	4500 0,0482

(1) y compris le coût d'acheminement de l'électricité pour 52% (% moyen pour le Tarif Bleu)

1. Que signifient les sigles HC et HP ?
2. Vérifiez la valeur de la consommation HC ainsi que celle HP.
3. Comparez les prix du kWh HC et HP. Que constatez-vous ? Expliquez pourquoi il existe deux tarifs différents.

15 Calcul du coût du repassage

On utilise un fer à repasser, chaque semaine, pendant 1 h 30 min. Sa plaque signalétique est la suivante.



1. Calculez l'énergie électrique consommée par le fer à repasser chaque semaine.
2. Quelle est alors l'énergie électrique consommée en un an ?
3. Sachant que le prix du kWh TTC est de 12 centimes d'euro, calculez le coût annuel du repassage.

Exercices

Utilisez ce que vous avez appris

16 Calcul d'une énergie électrique

Les appareils électriques suivants fonctionnent simultanément pendant une heure.

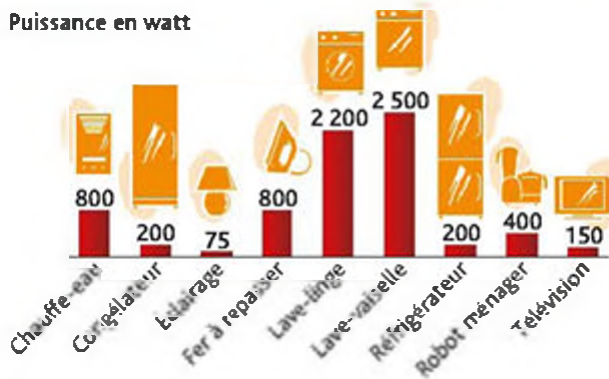


1. Rappelez la formule reliant E , P et t et précisez les unités utilisées.
2. Calculez, pour chaque appareil, l'énergie électrique consommée.
3. En déduire l'énergie électrique totale consommée. Exprimez cette énergie en joule.

17 Le paradoxe du réfrigérateur

Le graphique suivant indique la puissance de certains appareils ménagers.

Puissance en watt



1. Classez ces appareils du moins puissant au plus puissant.
2. Le réfrigérateur est peu puissant et pourtant, il est l'un de ceux qui consomment le plus d'énergie. Pouvez-vous expliquer ce paradoxe ?
3. Quel autre appareil ménager a un comportement similaire ?

18 Plaque électrique et ordinateur

Les puissances électriques de ces deux appareils sont respectivement 1,2 kW et 200 W.



1. Calculez l'énergie électrique consommée par la plaque chauffante en un quart d'heure. En quoi cette énergie est-elle transformée ?
2. En combien de temps l'ordinateur aura-t-il consommé la même énergie ?

19 Utilisation d'un radiateur

Un radiateur électrique porte les indications 230 V, 1 500 W.

1. Quelle est l'intensité du courant qui le traverse lors d'un fonctionnement normal ?
2. Calculer l'énergie qu'il consomme en 24 heures.
3. Quel est le coût pour 24 heures de fonctionnement ? Le kWh est facturé 0,1209 €.

20 Coût d'un petit-déjeuner

Pour préparer le petit-déjeuner, une famille utilise chaque jour une cafetière (600 W) pendant 10 minutes, une plaque de cuisson (750 W) pendant 5 minutes et un grille-pain (800 W) pendant 15 minutes.



1. Quelle est l'énergie électrique consommée chaque jour par chacun des trois appareils ?
2. Calculez la dépense quotidienne correspondante si le kWh est facturé 0,1209 € HT avec une TVA de 19,6 %.

21 Un parc d'éoliennes

Dans une région fortement ventée est installé un parc de 84 éoliennes fournissant chacune une puissance électrique de 600 kW. Le site fonctionne 5 000 heures par an.



1. Quelle est la puissance électrique fournie par ce parc éolien ?
2. Calculez l'énergie électrique produite annuellement par les 84 éoliennes.
3. La centrale nucléaire de Golfech dans le Tarn-et-Garonne produit 19,6 milliards de kWh par an. Combien faudrait-il implanter d'éoliennes pour obtenir la même quantité d'énergie ?

22 In English

A flash corresponds to a current of 100 kA flowing for a thousandth of a second with a voltage of 1 million volts.

1. What is the power of the flash ?
2. How much energy is released ?
3. With this energy, how long could 1 kW power device run ?



HELP ! Flash : éclair ; thousandth : millième.

23 ... Veis la Seconde

Un robot ménager a pour caractéristiques : 220 V ; 160 W. Sa résistance mesurée à l'ohmmètre vaut environ 15 Ω . Lorsqu'il fonctionne dans des conditions normales, l'intensité du courant vaut 0,8 A.

1. Quelle est l'énergie consommée par ce « robot » pendant une semaine, s'il est utilisé 6 minutes par jour ?
2. Combien aura coûté le fonctionnement de ce « robot » toujours pendant la même semaine ? (1 kWh coûte environ 0,12 €).

Le schéma suivant symbolise les transformations d'énergie ayant lieu au niveau de son moteur.



MILIEU EXTÉRIEUR
(effet Joule : chaleur)



3. Sous quelle(s) forme(s) d'énergie l'énergie électrique consommée est-elle transformée ?
4. Quelle est la quantité d'énergie perdue par frottement si on admet qu'elle représente 10 % de l'énergie reçue par le « robot » ?
5. Quelle est la quantité d'énergie perdue par effet Joule ? (on précise que la puissance par effet Joule est égale au produit $R \cdot I^2$).
6. Comment peut-on améliorer le rendement de ce moteur, c'est-à-dire le quotient de l'énergie mécanique fournie sur l'énergie électrique reçue ?

Devenez un expert !

24 La veille du magnétoscope

Sur la notice technique d'un magnétoscope, on peut lire : « puissance marche/veille – 19 W/3 W ».

Ariane pense que la consommation en veille est insignifiante, alors que Djibril soutient que les veilles des appareils consomment beaucoup d'énergie.



Votre mission Trouvez qui a raison.

VOS INDICES : Avec ce magnétoscope, on a visionné un film de 2 h et on a laissé la veille durant 22 heures.

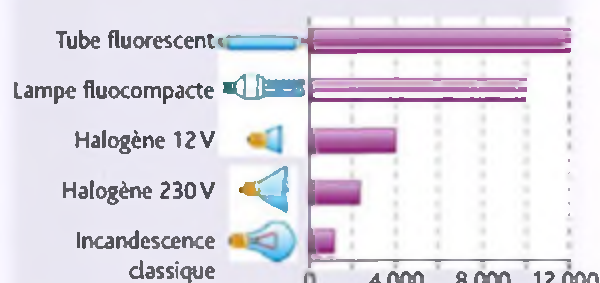
25 La guerre des lampes

Cette lampe fluocompacte éclaire autant qu'une lampe classique de 60 W et consomme 8 fois moins.



Votre mission Cherchez si l'indication de l'emballage est vraie.

VOS INDICES : Le document suivant, fourni par EDF, représente la quantité de lumière émise, en lumen, pour 100 W consommés.



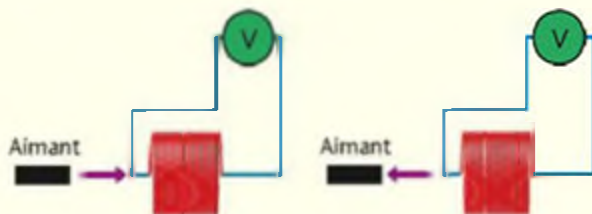
Dans les trois phrases de chaque test, des mots ou des nombres manquent. À vous de les trouver.

Réponses en p. 220

1 Production de l'énergie électrique

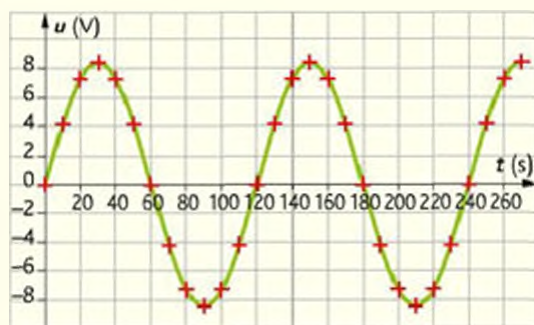
1. Dans toutes les centrales électriques, c'est l'... qui fournit l'énergie électrique. Il doit pour cela être relié à une ... en rotation.
2. L'alternateur transforme de l'énergie ... en énergie
3. Une source d'énergie est dite ... si on ne peut l'épuiser à l'échelle d'une vie humaine. Les autres sources d'énergie sont dites

2 Production d'une tension variable dans le temps



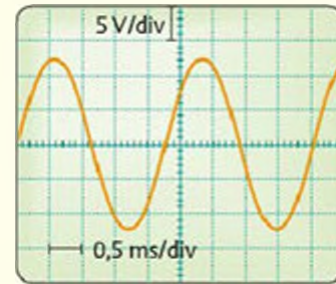
1. Si l'aimant est immobile, la tension indiquée par le voltmètre est
2. Si on approche puis qu'on éloigne l'aimant, on constate que la tension est alternativement ... et
3. Ce type de tension est appelé tension ... alors que la tension délivrée par une pile est dite

3 Tension alternative périodique



1. La courbe représente une ... en fonction du Cette tension est dite alternative car elle change de ... et de ... au cours du temps.
2. Cette tension est ... car la courbe est constituée par un motif élémentaire qui se répète identique à lui-même. Sa période T est égale à ... s.
3. La valeur maximale U_m est la valeur de la tension aux ... de la courbe. Elle est égale à ... V.

4 Mesure de tension et de durée à l'oscilloscope



1. Sur l'écran d'un oscilloscope, on peut visualiser les variations d'une ... lorsque le ... est enclenché.
2. Sur l'axe horizontal de l'écran, on peut mesurer sa ... T et en déduire sa ... qui est l'inverse de la période. La fréquence se mesure en La fréquence de la tension visualisée sur l'écran est égale à ... Hz.
3. Sur l'axe vertical de l'écran, on mesure la tension La valeur maximale de cette tension est égale à ... V.

5 Tension efficace

1. La tension efficace est mesurée avec un ... utilisé en ...
2. La tension efficace U peut être calculée en divisant la tension maximale U_m par ... La tension efficace de la tension visualisée sur l'écran (test 4) vaut ... V.
3. La tension du secteur est une tension alternative sinusoïdale de fréquence ... et de valeur efficace

6 Mesure de l'énergie électrique

1. L'énergie électrique transférée à une installation se mesure avec un
2. La relation donnant l'énergie E en fonction de la puissance P et de la durée t s'écrit : $E = \dots$ Si P est en watt et t en seconde, alors E est exprimée en
3. Une facture d'électricité indique le prix à payer pour l'énergie électrique transférée à l'installation. Cette énergie est exprimée en

7 Puissance électrique

1. Sur un appareil électrique, l'indication en volt (V) est la ... et celle en watt (W) est la
2. La relation donnant la puissance P en fonction de la tension U et de l'intensité I s'écrit : $P = \dots$ Cette relation permet d'évaluer l'... du courant qui traverse un appareil correctement utilisé, sur lequel on lit des indications en W et en V.
3. Il y a Lorsque les conducteurs ne sont pas adaptés à la ... des appareils. On protège les installations contre les ... à l'aide de

De la gravitation à l'énergie mécanique



Gravitation et poids

Objectifs

- Savoir pourquoi les planètes gravitent autour du Soleil, et les satellites autour de la Terre.
- Savoir pourquoi un objet possède un poids.
- Connaître la relation entre le poids et la masse.

Pour commencer à réfléchir



Cet astronaute travaille sur la station spatiale internationale (ISS). Celle-ci gravite autour de la Terre et a une masse d'environ 400 t. Elle effectue environ 15 tours par jour.

➔ Pourquoi, malgré l'importance de sa masse, la station spatiale orbite-t-elle autour de la Terre ?

Pour démarrer des investigations

SITUATION 1

L'athlète retient le marteau qu'il fait tourner pour lui communiquer de la vitesse. La Terre retient la Lune sur son orbite.

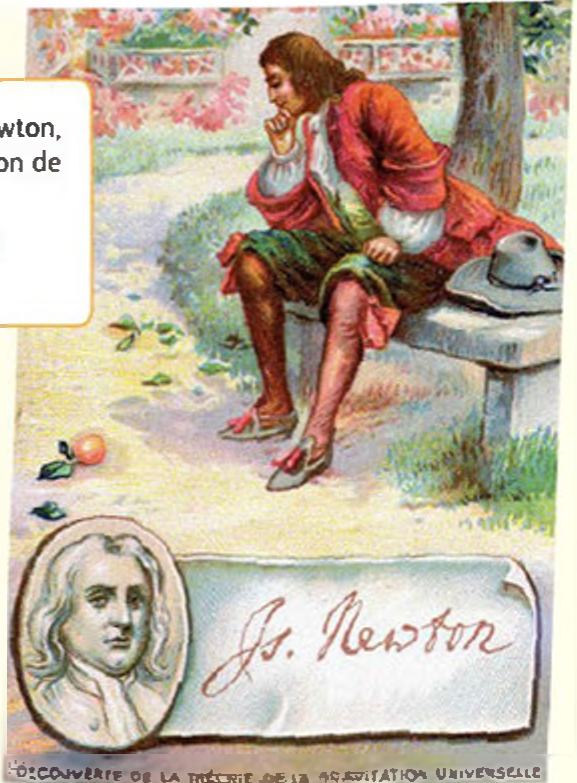
➤ Qu'y a-t-il de commun ou de différent entre l'action de l'athlète sur le marteau et celle de la Terre sur la Lune ?



SITUATION 2

Une anecdote relate qu'en 1666, Isaac Newton, méditant sous un pommier, comprit la raison de la chute d'une pomme.

➤ Quelle est donc la raison pour laquelle un objet tombe ?



SITUATION 3

Audrey se pèse sur une balance donnant sa masse en kg.

➤ Le poids et la masse, est-ce la même chose ?

Activité 1

Qu'est-ce qui maintient les planètes autour du Soleil ?

Étudiez des documents

1. Le système solaire



Fig. 1 Représentation du système solaire

Le système solaire est constitué de huit planètes, dont la Terre, se déplaçant sur des trajectoires presque circulaires autour d'une étoile : le Soleil.

Le Soleil exerce sur chaque planète une action attractive à distance. Chaque planète attire également le Soleil, mais cette attraction n'a pas d'effet notable car la masse du Soleil est beaucoup plus grande que celle des planètes.

Le Soleil et les planètes sont donc en interaction attractive à distance : c'est la gravitation.

2. Le lancer du marteau



Fig. 2 Un lanceur de marteau

Pour l'épreuve du lancer du marteau, l'athlète fait décrire des cercles au marteau en lui communiquant une vitesse de plus en plus importante. Il lâche enfin la poignée pour effectuer son lancer le plus loin possible.

En se penchant en arrière pour tirer sur le filin, il exerce une action attractive de contact sur le marteau. Cette action permet d'imposer une trajectoire circulaire au projectile avant le lancer. En lâchant le filin, cette action attractive cesse et le marteau s'éloigne du lanceur.

Extrayez des informations

1. Quelle action le Soleil exerce-t-il sur les planètes ? Quelle action le lanceur exerce-t-il sur le marteau ?
2. Dans quel cas y a-t-il action à distance ? Action de contact ?

Exploitez les informations

3. Quelles similitudes existe-t-il entre l'action subie par une planète et l'action subie par le marteau ?
4. Quelles différences y a-t-il entre les actions subies par les planètes et les actions subies par le marteau ?
5. Pourquoi le marteau ne tombe-t-il pas, pendant que l'athlète tourne ?

Concluez

6. Rédigez votre réponse en répondant à la question : « Qu'est-ce qui maintient les planètes autour du Soleil ? »

Le coin

ressource

- Deux objets, un astre et un objet, s'attirent mutuellement : c'est une interaction.

Activité 2

Pourquoi et comment un objet tombe-t-il ?

Expérimentez

- Descendez un fil à plomb enroulé dans la gorge d'une poulie et faites une marque dans le sable avec le plomb (**Fig. 1**).
- Remontez le fil et attachez-le au support lorsque le plomb est à une hauteur suffisante (**Fig. 2**).
- Coupez le fil et observez le point de chute (**Fig. 3**).

Faites attention !

Évitez les balancements même légers du plomb qui pourraient modifier les résultats. Arrêtez ce mouvement si nécessaire.



Fig. 1 Repérage de la direction du fil à plomb



Fig. 2 Remontée du plomb



Fig. 3 Chute du plomb

Observez

1. Quelle est la direction du fil à plomb en position basse (**Fig. 1**) ? En position haute (**Fig. 2**) ?
2. Comparez la position du point d'impact de la **figure 3** et la marque de la **figure 1**.

Interprétez

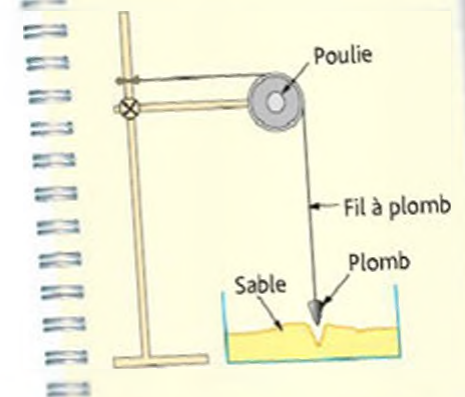
3. Quelle est la direction suivie par l'objet au cours de sa chute ?
4. Dans quel sens a lieu la chute ?
5. Pour quelle raison l'objet tombe-t-il lorsque la ficelle est coupée ?

Concluez

6. Rédigez votre réponse en répondant à la question : « Pourquoi et comment un objet tombe-t-il ? ». Vous pouvez faire des schémas pour illustrer votre réponse (► **Pour vous aider**).

Pour vous aider à schématiser

► Voici le schéma du montage de la **figure 1** :



Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ?

Faites attention !

Avant d'effectuer une mesure au dynamomètre, vérifiez que la position de l'aiguille coïncide avec le zéro de l'affichage.

Expérimentez

- Mesurez, à l'aide d'une balance, la masse de quatre cylindres en PVC, aluminium, acier et laiton (Fig. 1).
- Relevez les valeurs des masses dans un tableau de mesures comme dans l'exemple de la figure 1.
- Mesurez, à l'aide d'un dynamomètre, le poids P en newton (N) de chacun des quatre cylindres (Fig. 2).
- Relevez les valeurs des poids comme dans l'exemple de la figure 2.

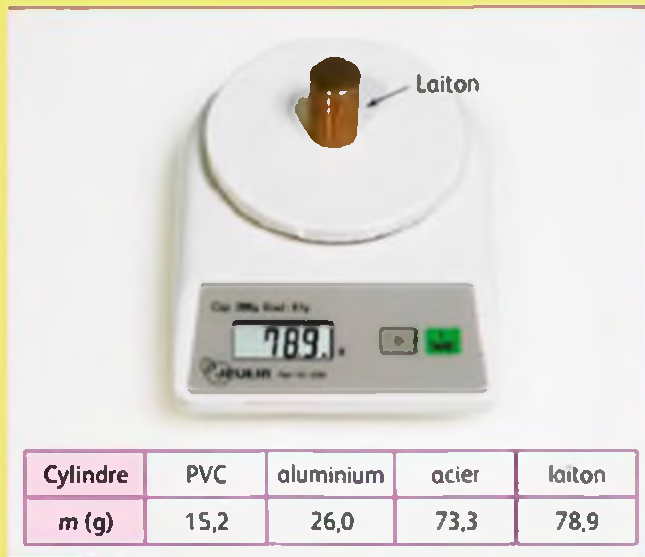


Fig. 1 Mesure de la masse

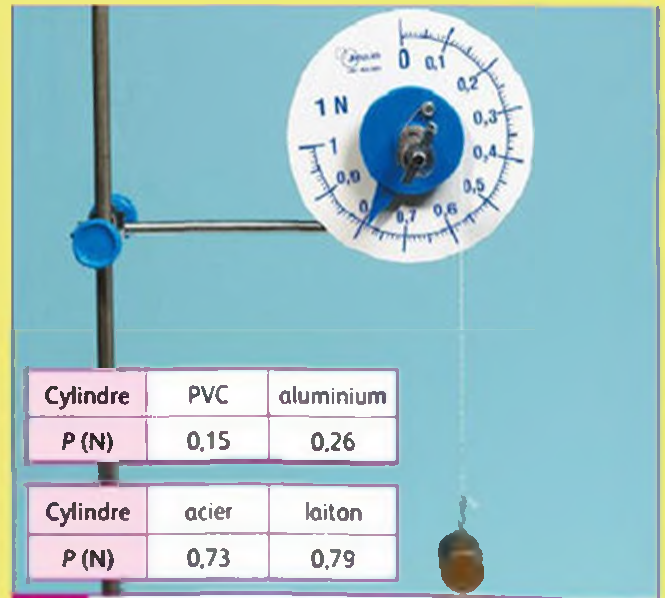


Fig. 2 Mesure du poids

Observez

1. Recopiez et complétez le tableau de mesures suivant.

	Cylindre en PVC	Cylindre en aluminium	Cylindre en acier	Cylindre en laiton
m (g)				
m (kg)				
P (N)				

Interprétez

2. Comment varie P quand m augmente ?
3. Calculez le quotient P/m pour chacun des cylindres, avec P en N et m en kg (► **Coin ressource**). Comparez ces quotients.
4. Que peut-on dire des deux grandeurs P et m ?
5. Par quelle valeur faut-il multiplier la masse m en kg pour obtenir le poids P en N ?

Concluez

6. Rédigez votre réponse en répondant à la question : « Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ? »

Le coin

ressource

- Le quotient P/m représente l'intensité de la pesanteur.
- L'intensité de la pesanteur est notée g .
- Elle s'exprime en N/kg.

Mesurer un poids à l'aide d'un dynamomètre

Mesurons le poids d'un objet à l'aide d'un dynamomètre.

A. Avec un dynamomètre rectiligne



Étape 1A

Réglons le zéro

- Dévissons l'écrou, puis tournons la vis pour amener l'index en face de la graduation 0.



Étape 2A

Préparons la pesée

- Resserrons l'écrou.



Étape 3A

Pesons

- Accrochons l'objet à peser et lisons la valeur du poids en visant l'index horizontalement. Ici $P = 2 \text{ N}$.



B. Avec un dynamomètre circulaire



Étape 1B

Réglons le zéro

- Tournons le cercle gradué (ou l'index suivant les modèles), de telle sorte que l'index indique zéro.



Étape 2B

Préparons la pesée

- Vérifions que le fil passe bien dans la gorge de la poulie.



Étape 3B

Pesons

- Accrochons l'objet à peser et lisons la valeur du poids en se plaçant face au disque gradué. Ici, $P = 2 \text{ N}$.

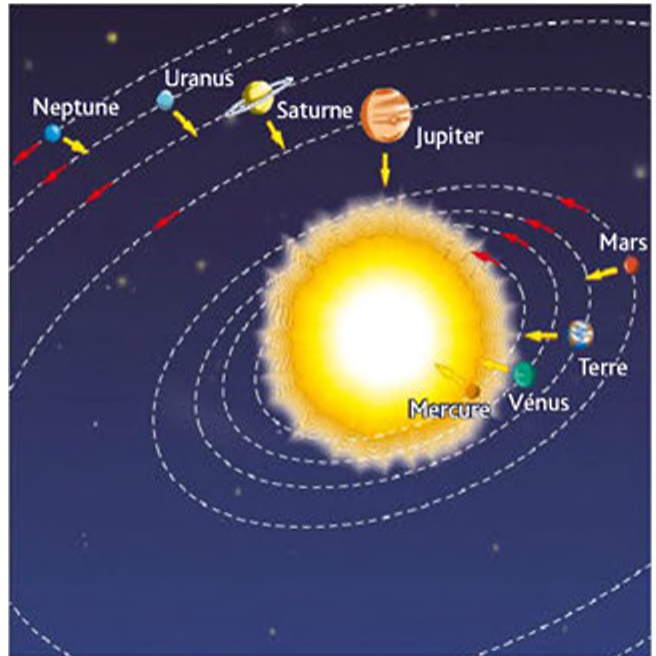


Avez-vous bien compris les différentes étapes ?

- 1 Au moment d'effectuer la mesure, vous vous rendez compte que l'index n'est pas en face du zéro. Que faut-il faire ? → Étape 1A
- 2 Vous lisez 2,1 N au lieu de 2 N. Quelle faute de lecture commettez-vous ? → Étape 3A
- 3 Aucun objet n'est pesé et le dynamomètre indique 0,3 N. Que faut-il modifier sur le montage ? → Étape 1B
- 4 Le dynamomètre indique 0 alors que la masse est accrochée. Donnez-en une raison possible. → Étape 3B

1 La gravitation

- Le système solaire est constitué de huit planètes tournant autour du Soleil sur des trajectoires quasiment circulaires.
- Les planètes se maintiennent sur leur orbite grâce à l'action attractive à distance exercée par le Soleil : c'est la **gravitation**.
- Le Soleil attire les planètes et les planètes attirent le Soleil : il s'agit d'une **interaction gravitationnelle**.
- Les planètes ne tombent pas vers le Soleil en raison de leur vitesse.
- L'interaction gravitationnelle existe aussi entre les planètes et les objets proches d'elles, entre les étoiles et entre les galaxies.
- La gravitation est une **interaction attractive** entre deux objets qui ont une **masse**. Cette interaction diminue lorsque la **distance** entre les deux objets augmente.



→ **Activité 1**

À retenir

SOCLE

Deux objets qui ont une masse exercent entre eux une interaction attractive à distance.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 188

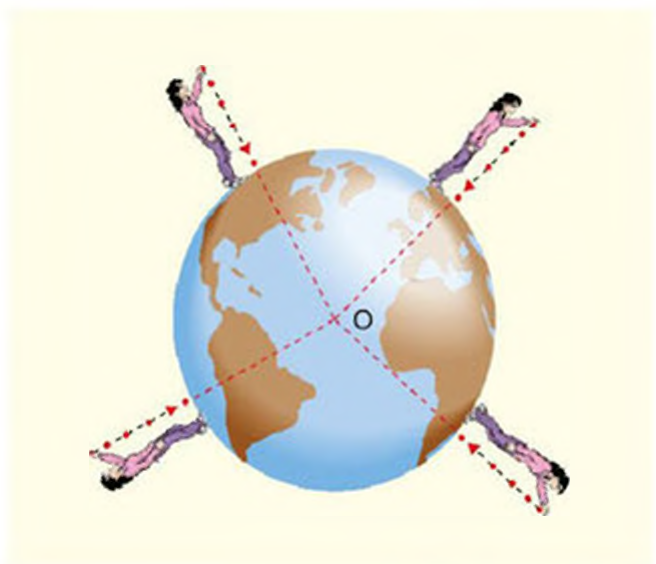
2 Le poids d'un corps

La gravitation sur Terre

- Le poids d'un corps situé au voisinage de la Terre est l'**attraction** que la Terre exerce sur ce corps : il est responsable de sa chute.
- Le poids d'un corps est un cas particulier de la gravitation appelée alors **pesanteur**.

Comment s'exerce le poids ?

- La chute d'un objet lâché sans vitesse initiale s'effectue suivant la **direction du poids**, appelée **verticale**.
- Toutes les verticales se coupent au centre de la Terre.
- En tombant, un objet se dirige vers le centre de la Terre : le poids agit du haut vers le bas. Le sens du poids est donc **du haut vers le bas**.



→ **Activité 2**

À retenir

SOCLE

Le poids d'un corps est un cas particulier de la gravitation exercée par la Terre sur ce corps. Il s'exerce suivant la verticale du lieu, de haut en bas.

→ Exercices 4, 5 et 6, page 188

3 Relation entre poids et masse

→ Activité 3

Poids et masse d'un objet

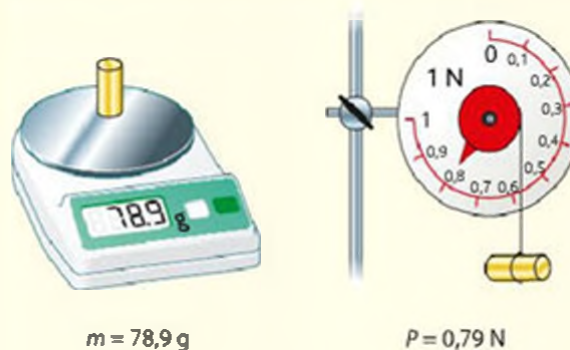
- La masse m d'un corps caractérise la quantité de matière contenue dans ce corps. Elle se mesure avec une **balance**. Le poids P d'un corps représente l'attraction terrestre sur la masse. Il se mesure à l'aide d'un **dynamomètre**. Son unité est le **newton (N)**.

Proportionnalité entre le poids et la masse

- On constate, pour chaque mesure de P et de m , que P est différent de m , et que $P/m \approx 10$ avec P en N et m en kg.
- Le quotient P/m est appelé **intensité de la pesanteur** : on le note g (en N/kg).

$$P/m = g \quad \text{ou} \quad P = m \cdot g$$

- Une mesure plus précise de g , à la surface de la Terre donne une valeur de 9,8 N/kg.



$$\frac{P}{m} = \frac{0,79}{0,0789} = 9,8$$

À retenir

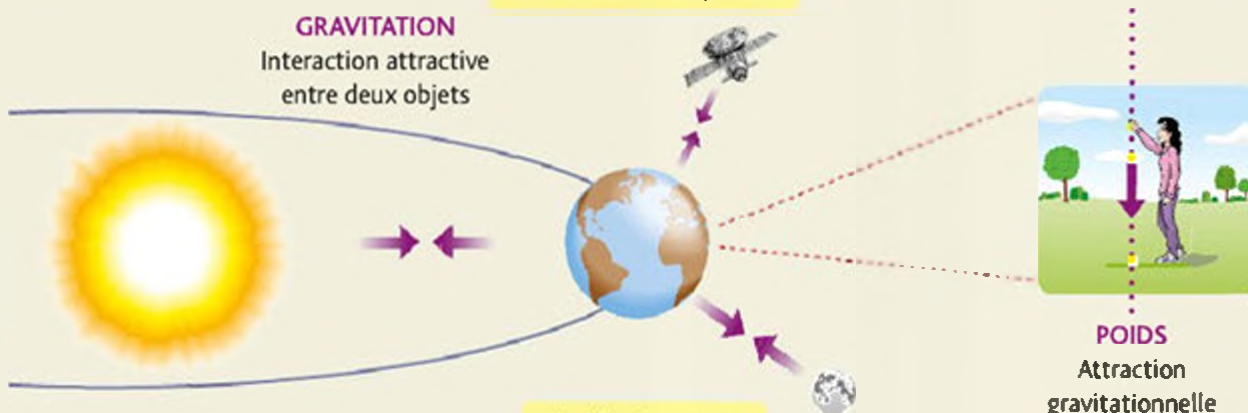
Le poids d'un corps est proportionnel à sa masse : $P = m \cdot g$ avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$ ($\approx 10 \text{ N/kg}$), P en N et m en kg.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 188

SCHEMA-BILAN

Gravitation et poids

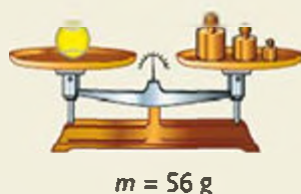
GRAVITATION
Interaction attractive
entre deux objets



POIDS
Attraction
gravitationnelle

Poids et masse

MESURE DE MASSE
Balance



MESURE DE POIDS
Dynamomètre



**RELATION
ENTRE POIDS ET MASSE**

$$P = m \cdot g$$

N kg N/kg

$$\frac{P}{m} = g = 9,8 \text{ N/kg} \approx 10 \text{ N/kg}$$

Histoire des sciences

Petite histoire de la gravitation

Galilée (1564-1642)
et la chute des corps

Pour étudier la chute des corps, Galilée (Fig. 1) aurait réalisé des expériences de chute libre d'objets divers, depuis la tour de Pise (Fig. 2). Son objectif consistait à mesurer le temps de chute de corps possédant différentes masses et différentes natures afin d'en comparer les effets. Il arriva à la conclusion que deux objets lâchés de la même hauteur arrivent en même temps au sol, quelles que soient leur masse et leur nature. Cela signifie que la vitesse de chute libre est la même pour tous les corps, ce qui est contraire au sens commun.



Fig. 1 Galileo Galilei, dit Galilée.



Fig. 2 La tour de Pise.



Fig. 3 Sir Isaac Newton.

Newton (1642-1727)
et le mouvement des planètes

La légende veut que ce soit en observant la chute d'une pomme dans un jardin que Newton (Fig. 3) eut l'idée de sa théorie de la gravitation universelle.

Comme la pomme, la Lune devrait tomber sur la Terre, mais son mouvement la fait perpétuellement tomber « à côté » de la Terre. Pour se représenter ceci, imaginons un boulet de canon tiré avec une vitesse croissante (Fig. 4, trajectoires A à E), en négligeant les frottements de l'air. Pour la trajectoire D, la vitesse du boulet est telle que ce boulet est satellisé. Il tourne indéfiniment autour de la Terre. Il en est de même pour la Lune. Sa vitesse de déplacement autour de la Terre l'empêche de tomber dessus.

La gravitation est donc le même phénomène qui fait tomber la pomme et qui maintient la Lune sur son orbite. Sans elle, la Lune partirait en ligne droite.

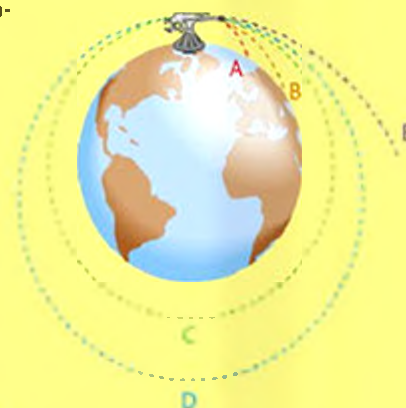


Fig. 4 Un boulet lancé de plus en plus vite possède les trajectoires successives A, B, C, D, E.

- 1 Qu'a conclu Galilée à partir de ses expériences ?
- 2 Pourquoi dit-on que la Lune tombe perpétuellement ?
- 3 Comment Galilée a-t-il pu conclure que la vitesse de chute ne dépend pas de la masse ?
- 4 B2I Recherchez à quelle vitesse et à quelle altitude il faut lancer un satellite de télévision pour qu'il soit géostationnaire, c'est-à-dire immobile par rapport au sol.

Le poids est-il le même, partout sur la Terre ?

La masse d'un corps ne dépend que de la quantité de matière le constituant. Elle ne varie pas, quel que soit l'endroit où l'on se trouve. Qu'en est-il du poids ?

La relation $P = m \cdot g$ devrait donner un poids constant puisque m est constant. Or g peut être variable. Des mesures ont été effectuées depuis le XIX^e siècle en différents endroits sur Terre. Des expéditions scientifiques ont montré que les valeurs de g sont de 9,78 N/kg à l'équateur et de 9,83 N/kg aux pôles, ce qui montre, entre autres, qu'aux pôles, on est plus près du centre de la Terre qu'à l'équateur ! On a ainsi pu en déduire que la Terre était légèrement aplatie aux pôles.

L'imagerie satellitale a permis de nombreux progrès dans la représentation de la Terre. En particulier, le satellite GOCE a permis de montrer que la Terre était bien plus déformée qu'il n'y paraît (Fig. 5).

Conclusion : notre poids dépend de l'endroit où on se trouve, mais cette variation est faible.

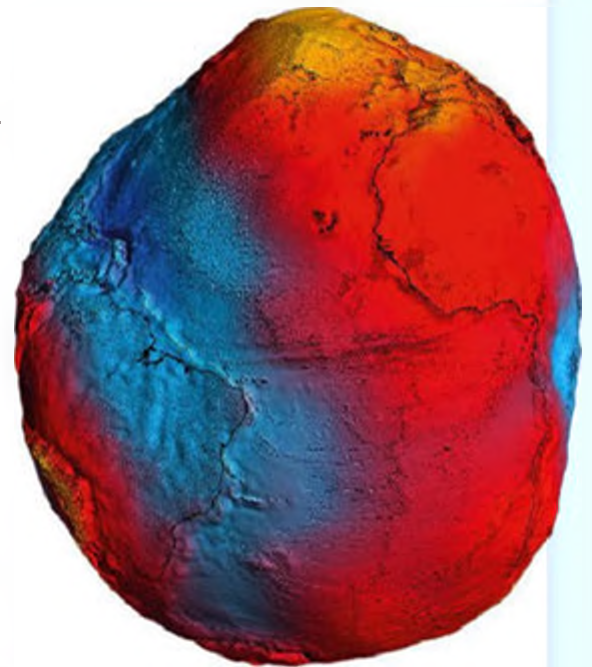


Fig. 5 Image du satellite GOCE montrant amplifiées, les déformations de la Terre.

- 1 La valeur de g est-elle la même en tout point de la Terre ?
- 2 Calculez votre poids à l'équateur et aux pôles.
- 3 **B2a** Recherchez comment varie g avec l'altitude. En déduire à quelle distance de la Terre le poids peut être négligé.

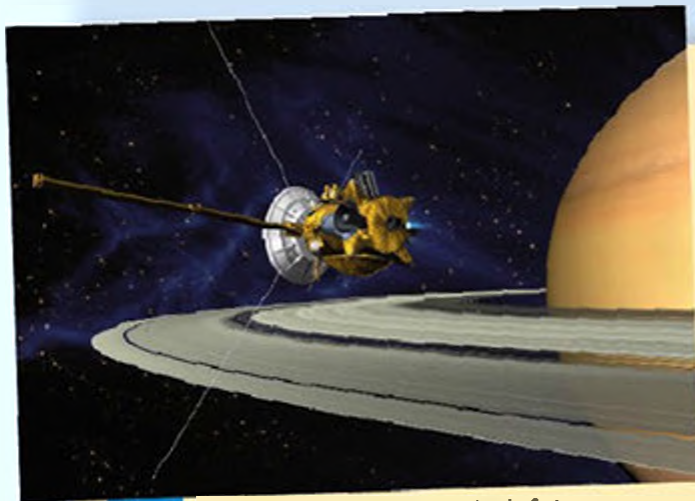


Fig. 6 Vue d'artiste d'une sonde près de Saturne.

Énergie

Plus vite et plus loin avec la fronde gravitationnelle

Comment faire pour envoyer une sonde spatiale aux confins de notre système solaire, sans trop dépenser d'énergie ni perdre de temps ? Réponse : utiliser « l'effet de fronde » gravitationnelle des planètes.

En se rapprochant d'une planète, la sonde subit son attraction, accélère et est déviée. Si la planète était immobile, la sonde perdrait le gain de vitesse en s'éloignant. Mais comme elle est en mouvement, la vitesse de la planète « s'ajoute » à celle de la sonde. Celle-ci repart dans une direction calculée à l'avance, avec une vitesse de l'ordre du double de la vitesse de la planète.

Lancée en 1997, la sonde *Cassini-Huygens* a utilisé deux fois Vénus, la Terre, puis Jupiter pour atteindre enfin Saturne (Fig. 6). Le survol de la planète géante a fait gagner deux ans de voyage pour arriver en juillet 2004. Cette sonde emportait avec elle le module *Huygens* qui s'est posé sur un satellite de Saturne, Titan, en janvier 2005.

- 1 Dans quel but utilise-t-on l'effet de fronde gravitationnelle pour une sonde spatiale ?
- 2 Combien de fois la sonde *Cassini* a-t-elle bénéficié de cet effet pour atteindre Saturne ?
- 3 **B2i** Recherchez comment la gravitation terrestre a été utilisée pour envoyer un vaisseau spatial sur la Lune.

Exercices

Testez vos connaissances

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 219

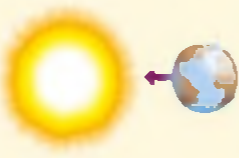
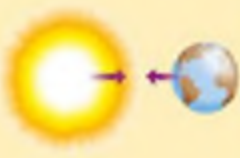
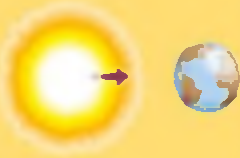
Gravitation

SOCLE

A

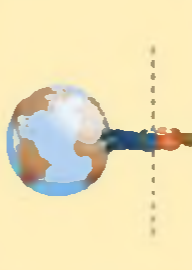
B

C

1 La gravitation est une interaction...	répulsive	attractive	attractive ou répulsive
2 Une comète se rapproche du Soleil. Au fur et à mesure de son déplacement, que peut-on affirmer ?	Elle est de moins en moins attirée par le Soleil	L'attraction exercée par le Soleil sur la comète reste la même	Elle est de plus en plus attirée par le Soleil
3 Quelle(s) représentation(s) correspond(ent) à l'interaction gravitationnelle ?			

Poids d'un corps

SOCLE

4 Le poids d'un corps s'exerce...	verticalement	horizontalement	de haut en bas
5 Où s'exerce le poids d'un corps ?	Seulement au niveau du sol	En l'air et dans l'espace	Partout au voisinage de la Terre
6 Quel(s) pointillé(s) correspond(ent) à une verticale ?			

Poids et masse

7 Le poids d'un corps est...	proportionnel à sa masse	égal à sa masse	proportionnel à l'intensité de la pesanteur
8 Quelle est la bonne relation entre le poids P et la masse m ?	$P = g/m$	$P = m \cdot g$	$P = m/g$
9 Avec lequel de ces appareils mesure-t-on un poids ?			

Avez-vous compris l'essentiel ?

La gravitation

SOCLE

10 Gravitation

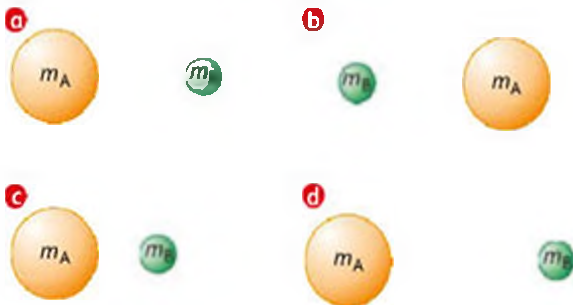
Ce schéma représente la trajectoire de la révolution de la Lune autour de la Terre.



1. Pourquoi la Lune reste-t-elle sur son orbite autour de la Terre ?
2. Pourquoi la Terre reste-t-elle sur son orbite autour du Soleil ?

11 Attraction et distance

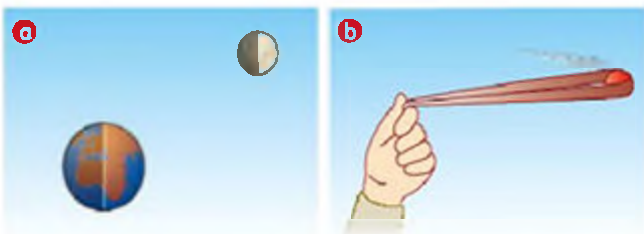
Voici quatre situations représentant deux astres A et B de masses respectives m_A et m_B .



1. En situation **(b)**, l'attraction entre les astres A et B est-elle la même qu'en situation **(a)** ?
2. Même question en comparant les situations **(c)** et **(a)**.
3. Même question en comparant les situations **(d)** et **(a)**.

12 Analogie des situations

On compare le mouvement de la Lune autour de la Terre **(a)** avec le mouvement d'une fronde dans la main d'un lanceur **(b)**.



1. Quelles sont les ressemblances entre ces deux situations ?
2. Quelles sont les différences ?

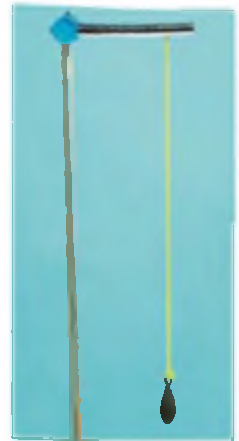
Le poids d'un corps

SOCLE

13 Caractéristiques du poids

L'image ci-contre représente un fil à plomb au repos.

1. Quelle est la direction du fil à plomb ?
2. Justifiez cette direction.
3. Que se passe-t-il si on coupe le fil ?



14 Caractéristique du poids

Reconstituez une phrase correcte à partir des mots suivants : *Le/poids/du/lieu/d'un/centre/de la Terre/le corps/s'exerce/la verticale/qui/passe/par/suivant.*

Relation entre poids et masse

15 La bonne expression

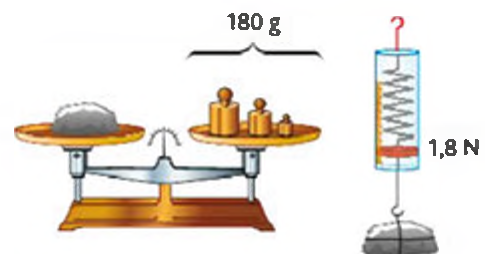
1. Que représentent chacune de ces lettres : P , m et g ?
2. Donnez les unités de chacune de ces grandeurs. Rappelez la relation littérale reliant P , m et g .

16 Relation entre le poids et la masse

1. Quel est le poids d'un élève de masse 60 kg sur Terre, où g a pour valeur 9,81 ?
2. Quelle est la masse d'une voiture dont le poids mesuré n pour valeur 8 330 N ?
3. Sur la Lune, un astronaute de masse 110 kg a un poids de 176 N. Quelle est la valeur de g sur la Lune ?

17 Intensité de la pesanteur

Un objet est placé sur une balance puis accroché à un dynamomètre.



1. Quelle est la valeur de la masse de l'objet ?
2. Quelle est la valeur du poids de l'objet ?
3. Quelle est la valeur approchée de l'intensité de la pesanteur ?

18 Comparaison gravitation/lancer de marteau

Au lancer du marteau, l'athlète tourne sur lui-même rapidement avant de lâcher le marteau.



1. Dans quel but l'athlète tourne-t-il sur lui-même ?
2. Par quoi le marteau est-il retenu ?
3. À quel moment le marteau s'éloignera-t-il de l'athlète ?
4. Quelle différence essentielle existe-t-il avec l'interaction attractive qui s'exerce entre la Terre et la Lune ?
5. L'interaction athlète-marteau est une interaction de contact. Comment qualifier l'interaction Terre-Lune ?

19 Étalonage d'un dynamomètre

Gabrielle possède le dynamomètre représenté sur la figure ci-contre. Lorsqu'elle suspend une masse de 100 g, le ressort s'allonge et l'index se positionne en face de la cinquième graduation.

1. Quel, est en newton, le poids mesuré ?
2. L'allongement du ressort est proportionnel au poids du solide suspendu.

Utilisez cette indication pour ajouter des graduations sur le dessin du dynamomètre, après l'avoir reproduit sur votre cahier.

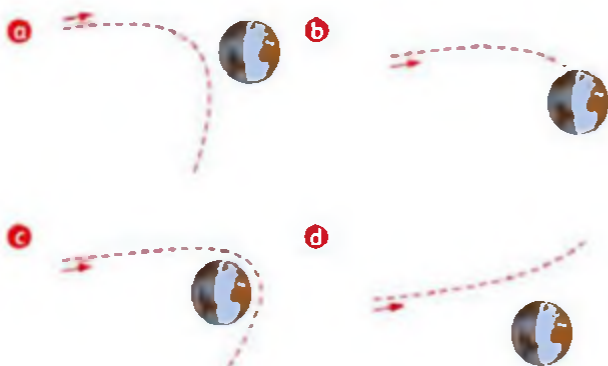
Donnée : $g \approx 10 \text{ N/kg}$



20 Quelle trajectoire ?

Un astéroïde se rapproche de la Terre suivant la ligne en pointillés. Il est soumis à son interaction gravitationnelle.

Parmi les trajectoires suivantes de l'astéroïde, quelles sont celles qui sont impossibles ? Pourquoi ?



21 32i Proportionnalité entre poids et masse

On mesure les poids de différents objets de masses connues. On obtient le tableau de mesures suivant :

m (g)	70	120	190	270	390
P (N)	0,70	1,1	1,9	2,8	4,0

1. Reproduisez le tableau en exprimant les masses en kilogramme.
2. Sur papier millimétré, ou à l'aide d'un tableur, tracez la courbe représentative de la variation du poids (en N) en fonction de la masse (en kg).
Échelle : – en abscisse, 1 cm pour 0,1 kg ;
– en ordonnée, 1 cm pour 1 N.
3. a. Quelle est l'allure de la courbe ?
b. Par quel point remarquable passe-t-elle ?
4. Qu'en déduire concernant le poids et la masse ?
5. Que vaut P pour $m = 200 \text{ g}$?

22 Importance de l'attraction...

Newton a compris au XVIII^e siècle que « deux masses (deux corps, deux astres, un objet et la Terre) s'attiraient de façon inversement proportionnelle au carré de la distance d séparant leurs centres. »

Cette action, appelée force, peut se calculer mathématiquement :

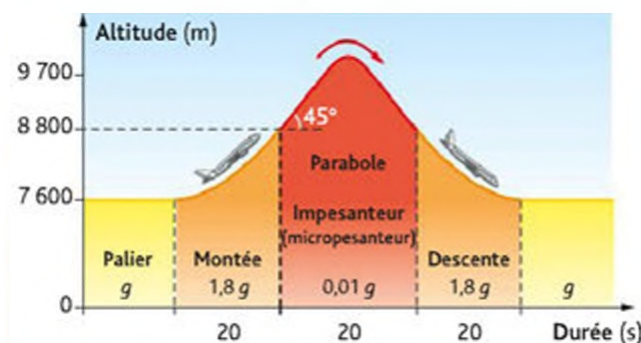


$F = \frac{A}{d^2}$ avec A constante de proportionnalité, F en N et d en m.

1. Trouvez la valeur de F pour deux personnes placées à 2 m l'une de l'autre ($A = 3,75 \times 10^{-7}$).
2. Trouvez la valeur de F pour la Terre et le Soleil, avec $d = 150$ millions de kilomètres et $A = 8 \times 10^{44}$.
3. Que pouvez-vous conclure des résultats de calculs ?

23 Micropesanteur

Afin d'effectuer des expériences scientifiques, on peut créer des conditions d'impesanteur ou (plutôt) de micropesanteur, dans un avion en vol parabolique.



1. Qu'est-ce que l'impesanteur ?
2. Les personnes qui flottent dans l'avion ont-elles encore un poids ?
3. Sur la courbe figure l'intensité de la pesanteur qui semble régner à l'intérieur de l'avion lors de son vol. Pourquoi parle-t-on de micropesanteur plutôt que d'impesanteur, lors de la phase de vol parabolique ?



Here is a commentary by Neil Armstrong, the first astronaut to have walked on the Moon in 1969 :

« A number of experts had, prior to the flight, predicted that a good bit of difficulty might be encountered by people attempting to work on the surface of the moon due to the variety of strange atmosphere and gravitational characteristics that would be encountered. This didn't prove to be the case and after landing we felt very comfortable in the lunar gravity. »

1. What was the anticipation of some experts before the flight ?

2. Was this anticipation proven justified ?

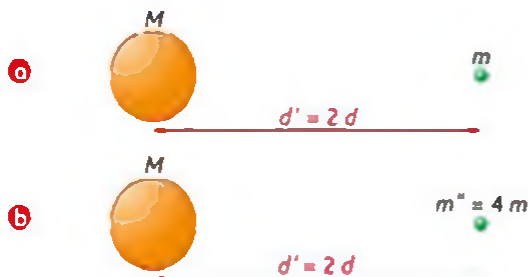
HELP ! Gravity : gravité.

25 ... Vers la Seconde

La force F d'interaction gravitationnelle entre deux masses M et m dépend de la valeur de ces masses et de la distance d qui les sépare. Elle s'exprime par la relation :

$$F = G \times \frac{M \times m}{d^2} \text{ où } G \text{ est une constante.}$$

Voici deux situations où deux masses s'attirent :



Pour étudier comment la force de gravitation F varie, on donne à l'une des variables (M , m ou d) de la relation une nouvelle valeur, puis on compare avec la valeur de départ.

Exemple avec la variable m : si $m' = 2m$

$$\text{Alors } F' = G \times \frac{M \times m'}{d^2} = G \times \frac{M \times 2m}{d^2} = 2F$$

La force initiale F est doublée si la masse est doublée.

1. En doublant la distance entre les masses **a**, par combien est multipliée F ?

2. En quadruplant la masse m **b**, par combien est multipliée F ?

Devenez un expert !

26 Possède-t-on un poids dans le vide ?

Élise explique à son frère Nicolas que les astronautes effectuant des missions à l'extérieur de la navette flottent parce que, dans le vide, les corps n'ont plus de poids. Nicolas pense que cette affirmation est fausse.

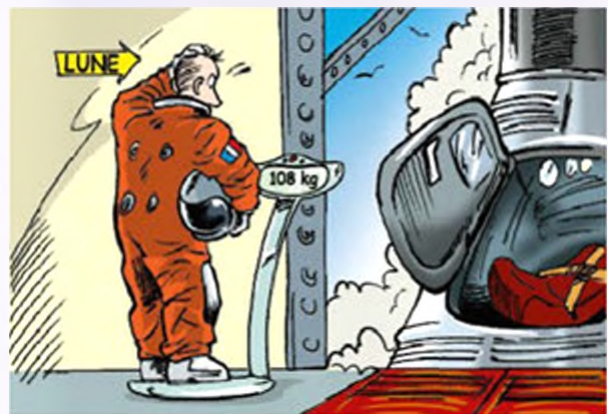


Votre mission Trouvez qui d'Élise ou de Nicolas a raison.

VOS INDICES : – épaisseur de l'atmosphère : 100 km,
– altitude de la station spatiale : 350 km,
– g diminue avec l'altitude.

27 Régime lunaire !

Un astronaute en partance pour la Lune monte sur un pèse-personne avec son équipement avant son départ. La balance indique 108 kg. Arrivé sur la Lune, il se pèse à nouveau avec le même pèse-personne : il pense avoir maigri car l'indication n'est plus que de 18 kg.



Votre mission Expliquez à cet astronaute pourquoi sa masse semble avoir changé.

VOS INDICES : Un pèse-personne mesure un poids, mais il est gradué en kg.

chapitre
14

Énergie cinétique et sécurité routière

Objectifs

- Interpréter les conversions d'énergie au cours d'une chute.
- Décrire l'évolution de l'énergie cinétique en fonction de la masse et de la vitesse.
- Savoir que la distance de freinage croît plus rapidement que la vitesse.

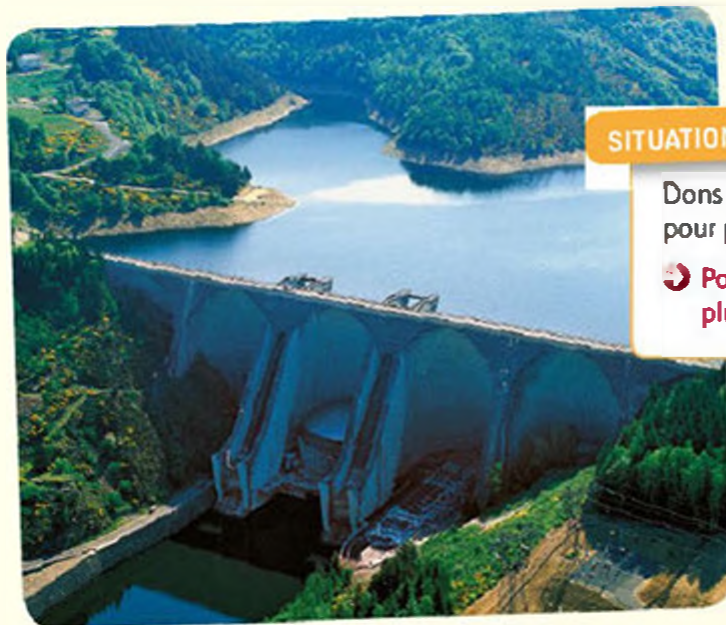
Pour commencer à réfléchir



Le saut à l'élastique est une activité ludique et sportive de plein air, qui consiste à se jeter dans le vide avec une corde élastique accrochée aux chevilles.

➡ Comment varie la vitesse du sauteur au cours de sa chute ?

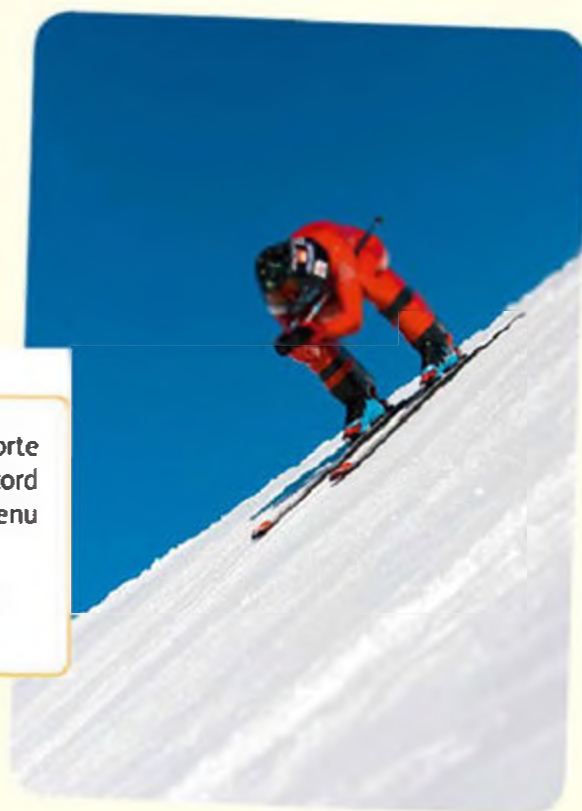
Pour démarrer des investigations



SITUATION 1

Dans les centrales hydrauliques, on utilise l'eau d'un barrage pour produire de l'énergie électrique.

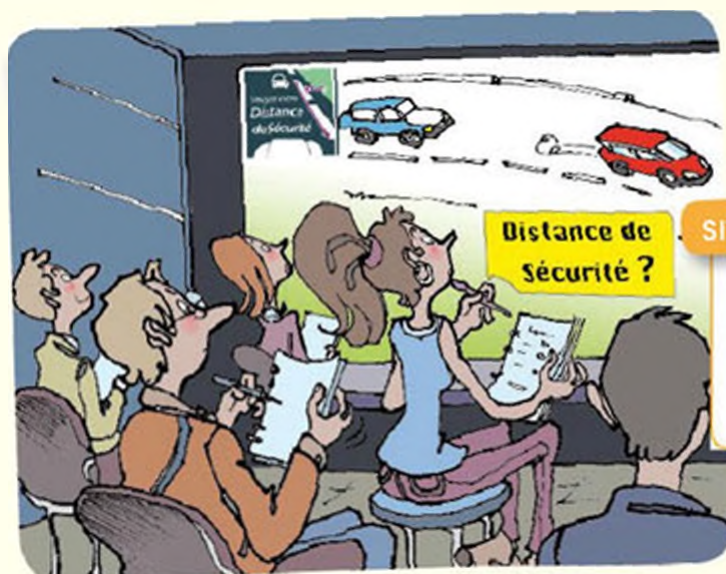
➡ Pourquoi le niveau de l'eau d'un barrage est-il toujours plus haut que celui des installations électriques ?



SITUATION 2

Dans le ski de vitesse, le skieur s'élance dans une forte pente afin d'atteindre la vitesse la plus élevée. Le record du monde chez les hommes est, depuis 2006, détenu par l'Italien Simone Origone (251,4 km/h).

➡ Pourquoi la vitesse du skieur augmente-t-elle au cours de la descente ?



SITUATION 3

Julie prépare son examen du code de la route et hésite sur une question concernant les distances de sécurité.

➡ Pourquoi la distance de sécurité est-elle de 50 m sur route et de 90 m sur autoroute ?

Activité 1

Comment l'eau s'écoulant d'un réservoir peut-elle acquérir de la vitesse ?

Expérimentez

- Remplissez une seringue avec 1 mL d'eau.
- Placez la seringue à une hauteur h_1 au-dessus des pales d'un moulin dont l'axe est mobile le long d'une règle graduée horizontale. Libérez l'eau en appuyant sur le piston, et notez la distance d_1 parcourue par l'axe du moulin le long du support horizontal (Fig. 1).
- Recommencez l'expérience en positionnant la seringue à une hauteur h_2 et notez la distance d_2 parcourue par l'axe du moulin (Fig. 2).
- Recommencez l'expérience en positionnant la seringue à une hauteur h_3 et notez la distance d_3 parcourue par l'axe du moulin (Fig. 3).

Faites attention !

Entre chaque manipulation, il faut remettre l'axe du moulin dans sa position initiale.



Fig. 1 Chute d'eau d'une hauteur h_1

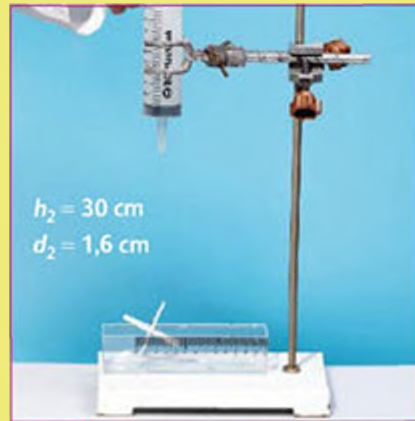


Fig. 2 Chute d'eau d'une hauteur h_2

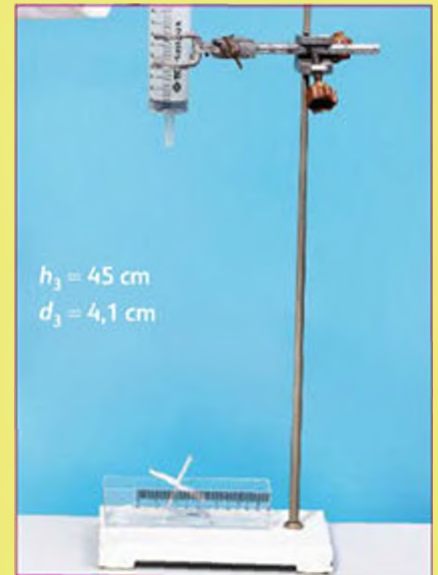


Fig. 3 Chute d'eau d'une hauteur h_3

Observez

1. Recopiez et complétez le tableau suivant (Fig. 1, 2 et 3).

Hauteur	$h_1 = \dots \text{ cm}$	$h_2 = \dots \text{ cm}$	$h_3 = \dots \text{ cm}$
Distance parcourue	$d_1 = \dots \text{ cm}$	$d_2 = \dots \text{ cm}$	$d_3 = \dots \text{ cm}$

Interprétez

2. Dans quel cas (Fig. 1, 2 et 3) :
 - la distance parcourue par le moulin est-elle la plus grande ?
 - le moulin tourne-t-il le plus vite, au début de son déplacement ?
 - la vitesse de l'eau est-elle la plus grande lorsqu'elle touche les pales du moulin ?
3. À quoi est due (Coin ressource) :
 - l'énergie que possède l'eau avant sa chute ?
 - l'énergie que possède l'eau lorsqu'elle touche les pales du moulin ?
4. Comment varient ces deux énergies au cours de la chute ?

Concluez

5. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Comment l'eau s'écoulant d'un réservoir peut-elle acquérir de la vitesse ? »

Le coin

ressource

- L'énergie de position E_p est l'énergie acquise par un corps du fait de son altitude.
- L'énergie cinétique E_c est l'énergie acquise par un corps du fait de son mouvement.

De quoi dépend l'énergie cinétique ?

Expérimentez

- Disposez une balle de golf de masse $m_1 = 46 \text{ g}$ à une hauteur $h_1 = 40 \text{ cm}$ au-dessus d'un récipient contenant du sable. Lâchez la balle sans vitesse initiale. Observez l'impact dans le sable (**Fig. 1**).
- Retirez la balle. Modifiez la hauteur de chute ($h_2 = 80 \text{ cm}$) et lâchez la balle sans vitesse initiale. Observez l'impact dans le sable (**Fig. 2**).
- Retirez la balle. Recommencez l'expérience avec la hauteur h_2 , mais avec une balle de polystyrène de même diamètre que la précédente, mais de masse $m_2 = 2 \text{ g}$. Observez l'impact dans le sable (**Fig. 3**).

Faites attention !

Entre chaque mesure, il faut niveler le sable dans le récipient.



Fig. 1 Chronophotographie de la chute d'une balle de masse m_1 d'une hauteur h_1

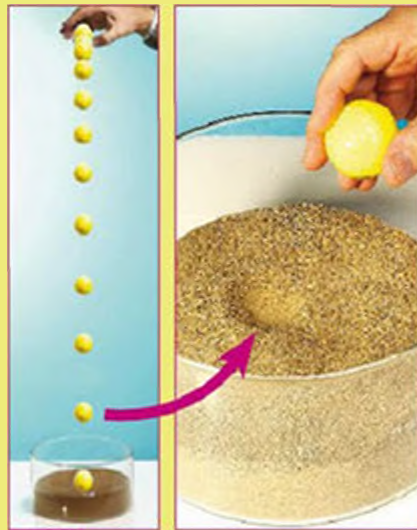


Fig. 2 Chronophotographie de la chute d'une balle de masse m_1 d'une hauteur h_2



Fig. 3 Chronophotographie de la chute d'une balle de masse m_2 d'une hauteur h_2

Observez

1. Dans quel cas (**Fig. 1** ou **Fig. 2**) le trou réalisé dans le sable est-il plus important ?
2. Dans quel cas (**Fig. 2** ou **Fig. 3**) le trou réalisé dans le sable est-il plus important ?

Interprétez

3. Lors de l'impact de la balle dans le sable, quelles observations montrent que la vitesse de la balle est plus grande dans le cas de la **figure 2** que dans le cas de la **figure 1** ?
4. Quelles observations montrent que les vitesses d'impact des balles sont les mêmes dans le cas de la **figure 2** et dans celui de la **figure 3** ?
5. En utilisant l'énergie cinétique, expliquez la différence observée entre les trous réalisés dans le sable (**Fig. 1** et **Fig. 2**) (► **Coin ressource**).
6. Même question dans le cas des **figure 2** et **figure 3**.

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « De quoi dépend l'énergie cinétique ? »

Le coin

ressource

- Une chronophotographie de la chute d'un objet est obtenue en superposant des photographies prises à intervalles de temps réguliers.
- Elle permet d'évaluer la vitesse de l'objet.

Activité 3

De quoi dépend la distance d'arrêt d'un véhicule ?

Étudiez des documents

« La distance d'arrêt correspond à la distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur plus la distance de freinage du véhicule. Face à un événement imprévu, le conducteur réagit toujours avec un léger temps de décalage.

Ce temps de réaction varie de 1 à 2 secondes et dépend de l'attention du conducteur, de son expérience de la

conduite, de son état physique et des conditions de circulation. Mais plus la vitesse augmente, plus la distance parcourue pendant ce temps de réaction est grande.

La distance de freinage du véhicule dépend, bien entendu, de l'état de la chaussée : sur sol humide, elle est quasiment multipliée par deux. Mais c'est la vitesse qui a le plus d'influence sur la distance de freinage. »



Vitesse (km/h)	40	80	90	110	130
Distance de réaction d_R (m)	11,1	22,2	?	30,6	36,1
Distance de freinage d_F sur sol sec (m)	10,3	41,2	52	78,1	108,5
Distance d'arrêt d_A sur sol sec (m)	?	?	?	?	?
Distance de freinage d_F sur sol mouillé (m)	15,0	59,9	75,9	114,0	158,4
Distance d'arrêt d_A sur sol mouillé (m)	?	?	?	?	?

Extrait du site gouvernemental de la sécurité routière : <http://www2.securiteroutiere.gouv.fr/>

Extrayez des informations

1. Comment s'appelle la première phase d'arrêt d'un véhicule ? La deuxième phase d'arrêt d'un véhicule ?
2. De quoi dépendent le temps de réaction et la distance de freinage (► **Coin ressource**) ?
3. Quelle est la relation entre les distances d'arrêt (d_A), de réaction (d_R) et de freinage (d_F) ?

Exploitez vos informations

4. Comment varie la vitesse du véhicule pendant chacune des deux phases ?
5. Calculez la distance parcourue pendant la première phase d'arrêt d'un véhicule roulant à 90 km/h. Le temps de réaction est de 1 s.
6. Complétez le tableau en calculant les distances d'arrêt d_A sur sol sec et sur sol mouillé.
7. Quand la vitesse est multipliée par deux, par combien la distance de freinage est-elle multipliée ?

Concluez

8. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « De quoi dépend la distance d'arrêt d'un véhicule ? »

Le coin

ressource

■ La distance de freinage est la distance parcourue par un véhicule, dès lors que les freins sont actionnés jusqu'à son arrêt complet.

■ Le temps de réaction est le temps moyen s'écoulant entre le moment où le conducteur voit le danger et celui où il appuie sur la pédale de frein.

Déterminer une vitesse à l'aide d'une chronophotographie

Une chronophotographie de la chute de la balle est obtenue en superposant des photographies prises à intervalles de temps réguliers.

Déterminons la vitesse d'une balle entre deux positions successives A et B, au cours de sa chute verticale.

Étape 1

- Mesurons, à l'aide d'une règle graduée, la longueur de la règle sur la photo : $L = 8,5$ cm.
- Déduisons la longueur réelle correspondant à 1 cm sur la photo sachant que la longueur réelle de la règle est 1,02 m : $1,02 \times 1/8,5 = 0,120$ m.

1 cm sur la photo correspond à 0,12 m dans la réalité.

Étape 3

- Déterminons la durée séparant les positions A et B sachant que la chronophotographie comporte 30 images par seconde et calculons la durée séparant deux images soit deux positions consécutives de la balle :

$$t = 1/30 = 0,033 \text{ s.}$$

Étape 2

- Mesurons, à l'aide d'une règle graduée, la distance entre deux positions successives A et B occupées par la balle : $d_{AB} = 1,25$ cm sur la photo.

- Déduisons la distance réelle entre les positions A et B en utilisant l'échelle trouvée précédemment : $1,25 \times 0,12 = 0,150$ m.

$d_{AB} = 0,15$ m dans la réalité.

Étape 4

- Calculons la vitesse de la balle entre les positions A et B : $v = d/t$ avec $d = 0,15$ m et $t = 0,033$ s. $v = 0,150/0,033 = 4,5$ m/s.

Remarque : La distance entre deux positions successives de la balle augmente pendant la durée de la chute. La vitesse augmente donc le long du trajet mais n'est pas constante.

$v = 4,5$ m/s représente la vitesse moyenne de la balle entre A et B.



Avez-vous bien compris les différentes étapes ?



1 Si la règle graduée n'est pas parfaitement verticale, quelle erreur va-t-on commettre ?

→ Étape 1

2 Si on mesure 1,6 cm entre A et B, quelle est l'erreur commise ? → Étape 2

3 Si on trouve une durée de 30 ms entre deux images, quelle erreur a-t-on commise ?

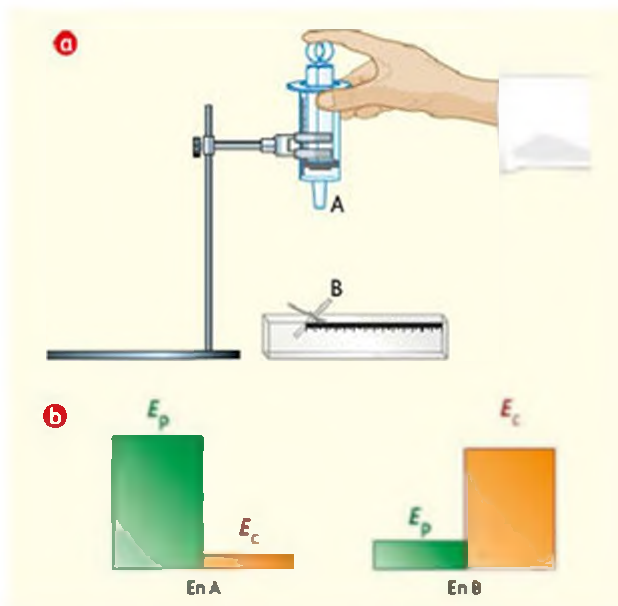
→ Étape 3

4 Si on obtient une vitesse $v = 0,005$ m/s, quelle est l'erreur commise ? → Étape 4

1 Énergie de position et énergie de mouvement

→ Activité 1

- Un objet possède une **énergie de position**, E_p , qui augmente avec son altitude. C'est ainsi que l'énergie de position de l'eau en A **a** est supérieure à l'énergie de position de l'eau en B. Lors de sa chute, son énergie de position diminue.
- Dans sa chute, l'eau acquiert de la vitesse. Cette vitesse est plus grande en B qu'en A **a**. Elle confère à la masse d'eau une énergie de mouvement appelée **énergie cinétique**, E_c . L'énergie cinétique est donc plus grande en B qu'en A **b**.
- Au cours de la chute de l'eau, son énergie de position E_p diminue, tandis que son énergie cinétique, E_c augmente. Il y a **conversion** de l'énergie de position en énergie cinétique **b**.
- La somme de l'énergie de position E_p et de l'énergie cinétique E_c est appelée **énergie mécanique**, E_m .



À retenir

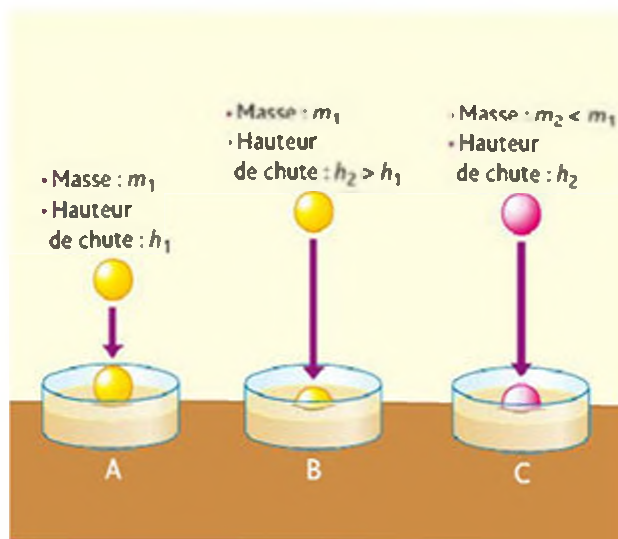
Un objet possède une énergie de position liée à son altitude et une énergie cinétique liée à sa vitesse. Au cours d'une chute d'eau, il y a conversion d'énergie de position en énergie cinétique.

→ Exercices 1, 2 et 3, page 202

2 Expression de l'énergie cinétique

→ Activité 2

- Une balle lancée d'une certaine hauteur laisse, lors de l'impact, une empreinte sur le sable. Cette empreinte est causée par l'énergie cinétique acquise par la balle.
- Lorsque la hauteur de chute de la balle augmente, sa **vitesse** augmente. Et donc son **énergie cinétique** augmente : l'empreinte est plus profonde en B qu'en A puisque l'énergie cinétique est plus grande en B qu'en A.
- Lorsque la **masse**, m , d'un objet augmente, son **énergie cinétique** augmente : l'empreinte est donc plus profonde en B qu'en C puisque l'énergie cinétique est plus grande en B qu'en C.
- L'énergie cinétique (en joule, J) s'exprime par la relation : $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ avec m en kg et v en m/s. Elle est proportionnelle à la masse et au carré de la vitesse.



À retenir

L'énergie cinétique E_c d'un objet s'exprime par la relation : $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ avec E_c en J, m en kg et v en m/s.

→ Exercices 4, 5 et 6, page 202

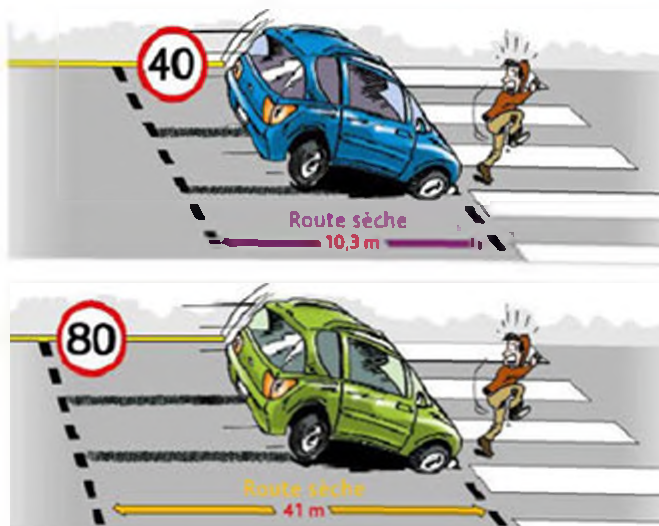
3 Les dangers de la vitesse

→ Activité 3

- La distance de freinage est la distance parcourue par un véhicule, dès lors que les freins sont actionnés jusqu'à son arrêt complet.

La distance de freinage d'un véhicule dépend de sa vitesse. Par exemple, pour une vitesse de 40 km/h, elle est de 10,3 m, alors que pour une vitesse double de 80 km/h, elle est de 41 m, soit environ quatre fois plus grande.

- Sur route mouillée, l'adhérence des pneus est réduite et les distances de freinage augmentent.
- En cas de choc, la transformation de l'énergie cinétique provoque la déformation du véhicule et peut occasionner des blessures aux passagers. Les dégâts sont d'autant plus importants que la vitesse est grande.



À retenir

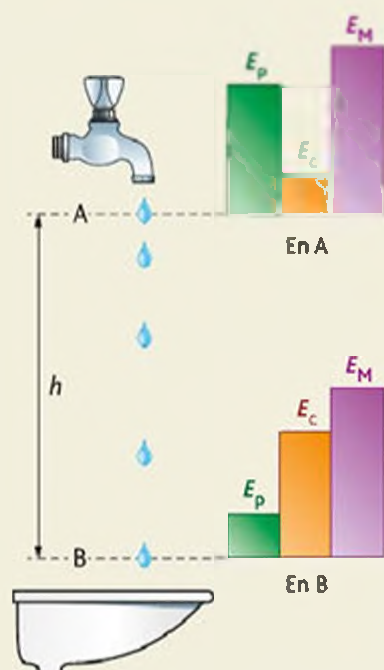
SOCLE

La distance de freinage d'un véhicule augmente plus rapidement que la vitesse. Plus la vitesse est grande, plus les dégâts occasionnés lors d'un choc sont importants.

→ Exercices 7, 8 et 9, page 202

SCHEMA-BILAN

Conversion de l'énergie de position d'une goutte en énergie cinétique

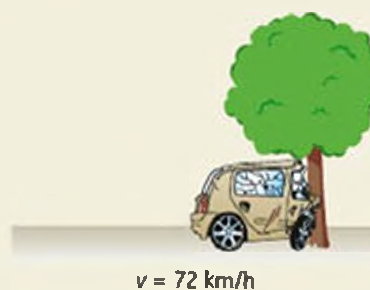
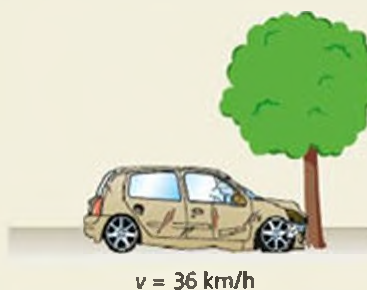


La vitesse est dangereuse

- La distance de freinage augmente plus vite que la vitesse.



- La violence d'un choc augmente avec la vitesse.



Histoire des techniques

La sécurité avance avec l'automobile

Selon les chiffres de la sécurité routière, 13 672 personnes ont été tuées sur les routes en 1980. Pour pallier ce problème, des équipements de sécurité ont été conçus et leur amélioration est étroitement liée à l'évolution de l'automobile.

Sécurité passive

Dès les années 1940, l'introduction des voitures à châssis fermé (dotées de portières latérales et d'un toit) représente l'une des premières améliorations de sécurité automobile.

À partir des années 1950, certains constructeurs commencèrent à équiper leurs véhicules de tableaux de bord rembourrés et de ceintures de sécurité (Fig. 1). Les ceintures à trois points ont été installées en série par tous les constructeurs, sur les sièges avant dans les années 1970 et sur tous les sièges dans les années 1990.

Tous les véhicules doivent désormais posséder un équipement de sécurité. Maintenant, toutes les voitures vendues sont équipées d'appui-tête (pour éviter le coup du lapin), de colonnes de direction rétractables à absorption d'énergie (pour éviter l'enfoncement de la cage thoracique du conducteur, en cas de collision), de pare-brise feuilletés et d'airbags avant et latéraux qui se gonflent automatiquement en cas de collision (Fig. 2).

De la même façon, les nouveaux modèles intègrent des zones de déformation qui absorbent l'énergie de la collision en réduisant ainsi la déformation de l'habitacle (Fig. 3).



Fig. 1



Fig. 2



Sécurité active

L'évolution des suspensions, des pneus, l'apport d'un système électronique de contrôle de stabilité ou l'ABS (Antiblockiersystem), système permettant d'éviter le blocage des roues au freinage du véhicule, ont permis des progrès intéressants en matière de tenue de route des automobiles, favorisant la sécurité routière.

Plus récemment, les constructeurs automobiles essayent de corriger le comportement du conducteur, en intégrant des systèmes actifs destinés à pallier les défaillances de celui-ci, soit en le sollicitant directement (systèmes détectant le niveau de vigilance du conducteur), soit en le remplaçant (par exemple via des systèmes anti-collision pouvant freiner sans l'intervention du conducteur).

Et selon les chiffres de la sécurité routière, 3 992 personnes ont été tuées sur les routes en 2010.

- 1 À quoi est due l'évolution du nombre de morts sur la route, entre 1980 et 2010 ?
- 2 Quels sont les équipements de sécurité qui interviennent en cas de collision et ceux qui permettent plutôt de l'éviter ?
- 3 Sans ABS, quels sont les risques d'un freinage d'urgence ?
- 4 B2i Recherchez les mesures prises par les autorités afin de réduire le nombre de tués sur les routes.

La distance de sécurité

« Un décret du 23 novembre 2001 précise la distance de sécurité minimale entre deux véhicules. Dès lors, chaque automobiliste doit compter deux secondes entre son véhicule et celui qui le précède pour avoir le temps de réagir et parer à toute situation dangereuse (freinage brusque, déviation de trajectoire...) »

Extrait d'une fiche pour la préparation de l'Attestation scolaire de sécurité scolaire.

Pour évaluer la distance de sécurité à respecter avec le véhicule qui précède son propre véhicule, on peut procéder de la manière suivante.

Sur route, on commence à compter lorsque le véhicule qui nous précède passe devant un repère (maison, borne, arbre...). Si notre véhicule atteint ce repère avant que l'on ait fini de compter deux secondes, c'est que la distance entre les deux véhicules est inférieure à la distance de sécurité (Fig. 4).

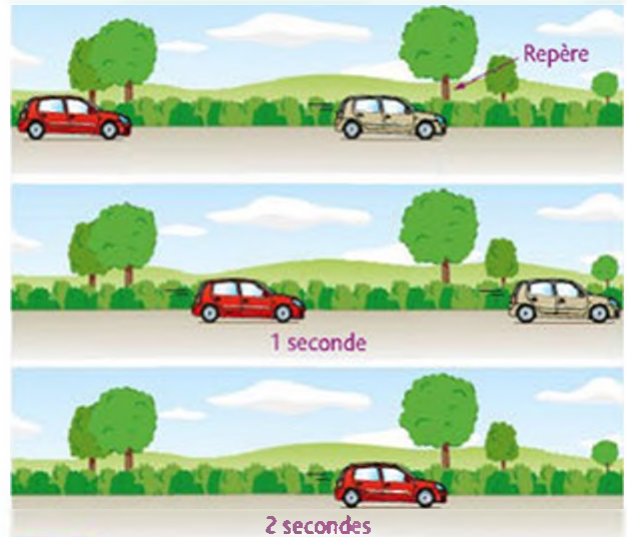


Fig. 4 Une méthode simple.

Sur autoroute, la distance de sécurité à respecter correspond à la longueur de deux bandes blanches délimitant la bande d'arrêt d'urgence (Fig. 5).



Fig. 5

- 1 Quelle est, en mètre, la distance de sécurité sur autoroute ?
- 2 Quelle est, en mètre, la distance de sécurité à respecter sur route, à 90 km/h ?
- 3 **B2i** Recherchez ce que le code de la route prévoit en cas de non respect de la distance de sécurité.

Développement durable

Les centrales hydrauliques

En France, l'électricité est produite à partir de plusieurs formes d'énergie. L'une d'elles est l'électricité d'origine hydraulique ; elle est exploitée depuis la fin du XIX^e siècle. Une centrale hydraulique produit de l'électricité grâce à une chute d'eau entre deux niveaux de hauteurs différentes, qui met en mouvement une turbine reliée à un alternateur.

En France, cette électricité d'origine hydraulique représente environ 10 % de la production d'électricité.

La carte de France montre la puissance électrique d'origine hydraulique par grandes régions (Fig. 6). En 2010, les 447 centrales hydrauliques et 640 barrages exploités par EDF ont produit une énergie de plus de 40 TWh.

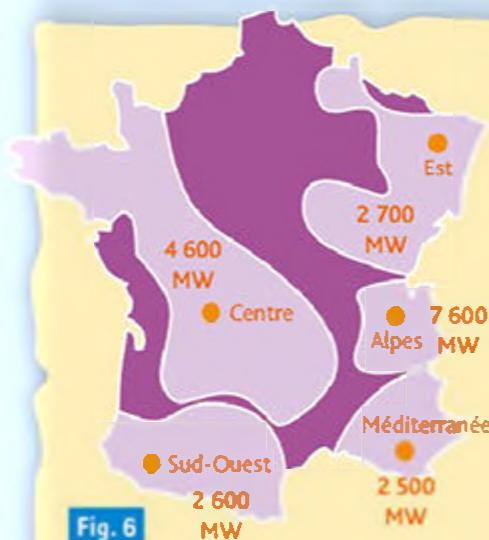
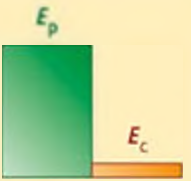
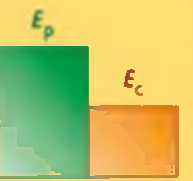


Fig. 6

- 1 Quelle transformation d'énergie permet le fonctionnement de la turbine dans les centrales hydrauliques ?
- 2 Justifiez la place occupée par la région alpine dans la production de puissance électrique.
- 3 **B2i** Recherchez comment la production d'énergie électrique d'origine hydraulique et sa consommation contribuent au développement durable.

Choisissez la ou les bonnes réponses → Solutions page 220

Énergie de position et énergie de mouvement

	A	B	C
1 Un objet possède une énergie de position liée à...	sa vitesse	son altitude	sa masse
2 Quelle énergie est liée à la vitesse d'un objet ?	L'énergie cinétique	L'énergie de position	L'énergie mécanique
3 Un objet chute. Quel histogramme représente la fin de la chute ?			

Expression de l'énergie cinétique

4 L'énergie cinétique d'un objet s'exprime par la relation...	$E_c = mv$	$E_c = 1/2 mv^2$	$E_c = 2 mv^2$
5 Lorsque la vitesse est doublée, que devient l'énergie cinétique ?	Elle est doublée	Elle reste la même	Elle est multipliée par 4
6 Lequel de ces trois véhicules roulant à la même vitesse a la plus grande énergie cinétique ?	 $m = 8\,000\text{ kg}$	 $m = 1\,000\text{ kg}$	 $m = 150\text{ kg}$

Les dangers de la vitesse

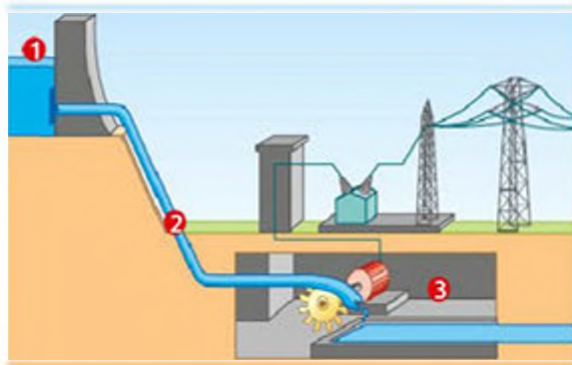
7 La distance de freinage d'un véhicule augmente...	de la même façon que la vitesse	moins rapidement que la vitesse	plus rapidement que la vitesse
8 Comment varie la distance de freinage sur une route mouillée ?	Elle augmente	Elle diminue	Elle reste la même
9 Quel schéma indique la distance de sécurité à respecter sur autoroute ?			

Avez-vous compris l'essentiel ?

Énergie de position et énergie de mouvement

10 Centrale hydraulique et énergie

Voici, représenté ci-dessous, le trajet de l'eau dans une centrale hydraulique.



1. En quel point 1, 2 ou 3 l'eau a-t-elle l'énergie de position la plus grande ?
2. Au cours de la chute de l'eau dans la conduite 2, l'énergie de position se transforme en une autre énergie. Laquelle ?
3. Comment appelle-t-on la somme des deux énergies précédemment citées ?

11 Différentes formes d'énergie

Un objet tombe en chute libre. On a représenté sur l'histogramme qui suit son énergie cinétique E_c , son énergie de position E_p et son énergie mécanique E_m , après le début et en fin de chute.



1. Reproduisez le dessin et indiquez les rectangles qui correspondent à l'énergie cinétique, à l'énergie de position et à l'énergie mécanique de l'objet.
2. Justifiez votre réponse.

Expression de l'énergie cinétique

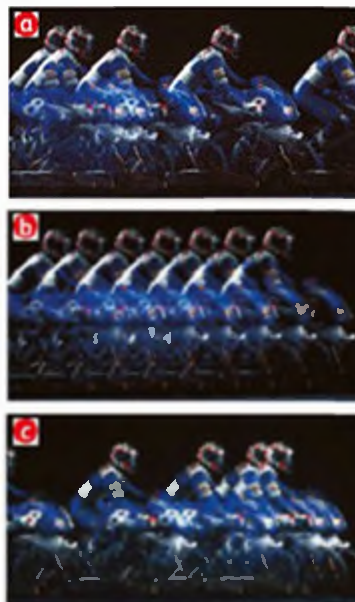
12 Calcul d'une énergie cinétique

L'AGV (automotrice à grande vitesse) est le successeur du TGV. Il entrera en service en Italie, fin 2011. Sa masse est de 270 t et, en séance d'essai, sa vitesse de pointe était de 576 km/h.

1. Donnez l'expression de l'énergie cinétique de l'AGV en indiquant les unités de chaque grandeur.
2. Exprimez la masse de l'AGV en kg, et sa vitesse de pointe en m/s.
3. Calculez son énergie cinétique lorsqu'il atteint cette vitesse.

13 Variation d'énergie cinétique

On a réalisé trois chronophotographies du mouvement d'un motard.



Commentez l'évolution de l'énergie cinétique du motard au cours de chacun de ses mouvements a, b et c.

Les dangers de la vitesse

14 Distance de freinage

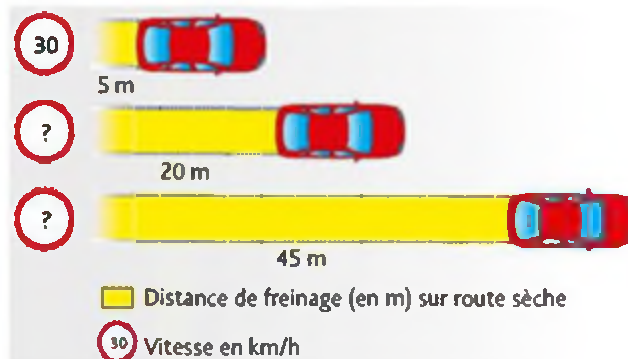
Le tableau suivant donne la distance de freinage en fonction de la vitesse sur route sèche.

v (km/h)	20	50	90	130
d_f (m)	2	14	56	95

1. La distance de freinage est-elle proportionnelle à la vitesse ? Justifiez votre réponse.
2. Comment varie la distance de freinage en fonction de la vitesse ?

15 Calculs de vitesses

On suppose que la distance de freinage est proportionnelle au carré de la vitesse d'un véhicule. Le schéma ci-dessous représente trois situations de freinage sur route sèche.



1. Déterminez les vitesses manquantes.

16 Le plongeon



Un plongeur saute du haut d'une falaise.

1. Quelle forme d'énergie le plongeur possède-t-il lorsqu'il est encore sur la falaise ?
2. Quelle forme d'énergie a-t-il acquise à son entrée dans l'eau ?
3. Si le même plongeur sautait d'une falaise plus haute, comment varierait sa vitesse d'entrée dans l'eau ?

17 Signification des limitations de vitesse

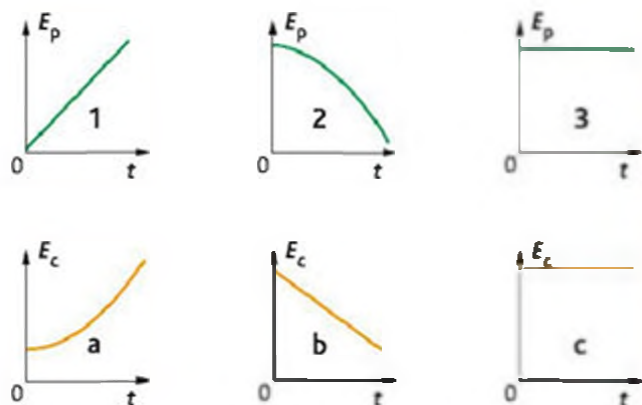
Un véhicule se déplaçant à la vitesse de 90 km/h possède une énergie cinétique de 225 000 J.

1. Quelle est la masse de ce véhicule ?
2. Un camion de 10 tonnes possède cette même énergie cinétique. Quelle est sa vitesse en km/h ?
3. À l'aide de vos résultats, pouvez-vous justifier la différence de limitation de vitesse entre les voitures et les camions sur autoroute ?

18 Variation d'énergie cinétique

Un skieur dévale une pente pour battre le record du kilomètre lancé.

On a représenté les variations possibles de son énergie cinétique et de son énergie de position.



1. Quelles sont les courbes qui correspondent au cas du skieur ?
2. Justifiez vos réponses.

19 Vitesse et énergie cinétique

La courbe suivante représente la variation de l'énergie cinétique d'un corps de masse 1 kg en fonction de sa vitesse.



1. L'énergie cinétique est-elle proportionnelle à la vitesse ? Justifiez votre réponse d'après la courbe.
2. Déterminez la valeur du rapport E_c/v^2 pour trois vitesses différentes. Quelle conclusion pouvez-vous énoncer ?

20 Vitesse et distance de freinage



Un conducteur d'autobus aperçoit un écolier qui traverse la route à 50 m de lui.

1. Calculez la distance qu'il parcourt pendant un temps de réaction estimé à 1 s, s'il roule à la vitesse de 40 km/h.
2. Va-t-il heurter l'écolier, sachant que sa distance de freinage est de 10,3 m ?
3. Même question dans le cas où il roule à 80 km/h (distance de freinage = 41,2 m).

21 Reconnaître les formes d'énergie

Un parachutiste muni d'une planche de surf (skysurfer) saute d'un avion à 4 500 m d'altitude.

1. Quelle est la forme d'énergie acquise par le skysurfer, lors de sa montée en altitude en avion ?
2. Comment varie cette énergie lors du saut « libre » ?
3. Sous quelles autres formes d'énergie se transforme-t-elle ?



During a car accident, seat belts keep people from being thrown violently around inside or out of the vehicle. Even at 20 kilometers an hour, a crash can be fatal without a belt. In France, the third highest cause of death is due to passengers not wearing seat belts.

1. What are the two other major causes ?
2. At what speed can a crash be fatal without a seat belt ?
3. Calculate the kinetic energy of a 50 kg passenger traveling at 20 km/h.

RECAP ! Belt : ceinture ; to be thrown : être projeté.

23 ... Vers la Seconde

Lors du 100 m, épreuve reine en athlétisme, les performances des athlètes n'ont fait que s'améliorer au fil des années.



Depuis 2009, le Jamaïcain Usain Bolt a établi un nouveau record du monde avec un temps de 9,58 s au 100 m. Lors de l'épreuve, sa vitesse instantanée maximale a été de 44,7 km/h.

1. Quelle est, en m/s, la vitesse atteinte par Bolt lors de son record du monde ?
2. Au moment où la vitesse instantanée de Bolt est maximale, quelle distance parcourait-il en 1 s ?
3. En combien de temps Bolt aurait-il parcouru son 100 m s'il avait couru toute la distance à cette vitesse ?
4. Expliquez la différence entre le temps trouvé à la question 3 et celui du record du monde de Bolt.

Devenez un expert !

24 Le bon et le mauvais exemple

Deux automobilistes roulant à des vitesses différentes aperçoivent chacun une personne empruntant un passage piéton situé à une distance d . La route est sèche. Le premier automobiliste réussit à s'arrêter à temps mais le second ne peut éviter le piéton.

Le contrôle d'alcoolémie du conducteur auteur de l'accident s'est avéré négatif.

Les relevés des traces de freinage sur le sol ont permis aux enquêteurs d'établir la cause de cet accident.



Votre mission : Rédigez un rapport d'expertise prouvant la responsabilité de l'automobiliste auteur de l'accident.

VOS INDICES : La longueur des traces de freinage est de 14 m pour le premier automobiliste et de 20 m pour le second, auteur de l'accident.

25 Étoiles filantes

De multiples roches, toutes petites, parfois de simples poussières, sillonnent le système solaire.

Certaines d'entre elles entrent dans l'atmosphère de la Terre et brûlent complètement. Ce phénomène s'accompagne d'une brillante traînée de lumière, appelée étoile filante, qui traverse le ciel très rapidement, en général en moins d'une seconde.



Votre mission : Pourquoi ces morceaux rocheux s'enflamment-ils lors de leur entrée dans l'atmosphère ?

VOS INDICES : Une partie de l'énergie cinétique disparaît en raison des frottements de l'air.

Dans les trois phrases de chaque test, des mots ou des nombres manquent. À vous de les trouver.

Réponses en p. 220

1 La gravitation

1. Deux objets possédant une ... exercent l'un sur l'autre une action ... : c'est la
2. Pour que l'attraction due à la gravitation s'exerce entre deux masses, il n'est pas nécessaire qu'elles soient en La gravitation est une action à
3. On dit que la gravitation est une ... entre deux masses car les masses s'attirent réciproquement. Lorsque la distance entre deux masses augmente, l'interaction

2 Planètes et satellites

1. Les planètes restent sur leur orbite autour du ... grâce à la
2. Le Soleil et les planètes s'attirent mutuellement. Il s'agit d'une
3. La Lune est le satellite ... de la Terre tandis que le télescope spatial *Hubble* (par exemple) en est un satellite

3 Poids et gravitation

1. Un objet tombe à cause de son
2. Il subit l'... terrestre. La ... est un cas particulier de la
3. Un objet tombe suivant une droite appelée Le sens de la chute est de ... en

4 Poids et masse

1. Une masse caractérise la ... de ... contenue dans un corps alors que le poids représente l'... sur la masse.
2. Une masse se mesure en ... avec une ... tandis que le poids se mesure en ... avec un
3. Le poids d'un objet ... du lieu tandis que la ... n'en dépend pas.

5 Relation entre poids et masse

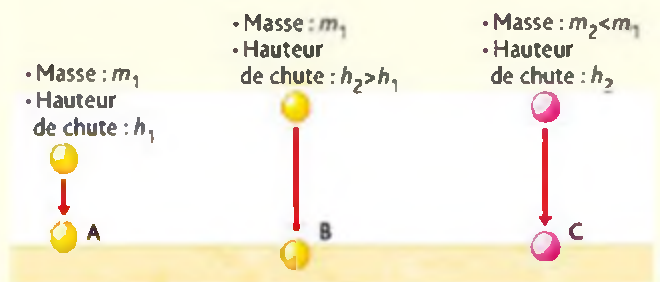
1. En un lieu donné, le poids est ... à la masse.
2. La relation entre le poids P et la masse m et l'intensité de la pesanteur g s'écrit : $P = \dots$ où P s'exprime en ..., m en ... et g en
3. Un objet a pour masse 45 g : son poids sur Terre est de ... N. Sa masse sur la Lune est de
Intensité de la pesanteur sur Terre : $g = 10 \text{ N/kg}$.

6 Énergie de position et énergie cinétique

1. Un objet possède une énergie de ... liée à son ... et une énergie ... liée à sa
2. La somme de l'énergie de ... et de l'énergie ... est appelée énergie
3. Au cours de sa chute (dessin ci-dessous), l'énergie cinétique de l'eau ... tandis que son énergie de position



7 Comportement de l'énergie cinétique en fonction de la masse et de la vitesse



1. Lors de son arrivée au sol, l'énergie cinétique de la balle en A est ... à celle de la balle en B et l'énergie cinétique de la balle en B est ... à celle de la balle en C.
2. Lorsque la masse de la balle augmente, son énergie cinétique ... et lorsque la vitesse de l'objet augmente, son énergie cinétique
3. L'énergie cinétique E_c d'un objet est ... à sa masse m et au carré de sa vitesse v . La relation donnant l'énergie cinétique s'écrit : $E_c = \dots$, avec E_c en ..., m en ... et v en

8 Distance de freinage

La distance de freinage est la distance parcourue par un véhicule dès lors que les freins sont actionnés jusqu'à son arrêt complet.

1. Elle dépend surtout de la ... du véhicule.
2. Elle est environ multipliée par ... lorsque la vitesse du véhicule est doublée.
3. Sur route mouillée, la distance de freinage

Chapitre 1, page 16

1. Réponse C. On ne peut pas distinguer les métaux par leur couleur car certains métaux ont la même ; on ne peut distinguer que le fer par ses propriétés magnétiques.
2. Réponse B. L'or et le cuivre ne possèdent pas de propriétés magnétiques.
3. Réponse A. Le zinc n'est pas attiré par l'aimant et n'est pas orange.
4. Réponses B et C. Le dioxygène oxyde certains métaux. L'eau participe à la corrosion car elle contient du dioxygène dissous.
5. Réponse C. La corrosion est le nom de la transformation chimique, l'alumine est le nom du produit de l'oxydation de l'aluminium.
6. Réponse A. Dans l'eau bouillie, il n'y a plus de dioxygène, tout comme dans l'huile. Il ne peut donc pas y avoir de réaction de corrosion.
7. Réponse C. Certains métaux peuvent s'oxyder, comme le zinc ou l'aluminium. Aucun des deux n'est attiré par un aimant. Ils n'ont donc pas de propriétés magnétiques.
8. Réponse A. La capacité à être étiré en feuilles est la malléabilité, la capacité à résister à la rupture est la ténacité ou résilience.
9. Réponse A. On choisit un métal ayant une dureté faible pour réaliser des clés, on utilise un métal ayant une bonne conductibilité thermique pour réaliser un chauffage.

Chapitre 2, page 30

1. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses car les métaux laissent passer le courant.
2. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car le bois est uniquement un isolant.
3. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses car la tige métallique laisse passer le courant mais pas le verre.
4. Réponses B et C. La réponse A est fausse car le sens conventionnel et le sens de déplacement des électrons sont contraires.
5. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses car les électrons libres prennent

un mouvement d'ensemble sous l'action d'une tension appliquée entre deux points d'un métal.

6. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car les électrons libres se déplacent de la borne négative vers la borne positive.
7. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car l'atome est neutre et son noyau est chargé positivement.
8. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses car un atome a autant de charges positives que d'électrons.
9. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car un atome a autant de charges positives que d'électrons.

Chapitre 3, page 44

1. Réponses B et C. La réponse A est fausse car les solutions ioniques conduisent le courant.
2. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car l'eau déminéralisée ne conduit pas le courant.
3. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car l'eau distillée et l'eau sucrée ne conduisent pas le courant.
4. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car les atomes et les molécules ne conduisent pas le courant.
5. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car le courant est dû au déplacement des ions positifs et négatifs.
6. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car les ions positifs circulent dans le sens du courant et les ions négatifs circulent en sens inverse.
7. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car l'ion est une particule chargée négativement.
8. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car un atome peut devenir un ion chargé positivement ou négativement.
9. Réponses B et C. La réponse A est fausse car un ion a un nombre de charges positives différent du nombre d'électrons.

Chapitre 4, page 58

1. Réponse B. On n'observe que la couleur des précipités.
2. Réponse B. On utilise la soude pour mettre en évidence les ions Cu^{2+} , Fe^{2+} ,

Fe^{3+} . Le sulfate de cuivre anhydre est utilisé pour mettre en évidence l'eau.

3. Réponse C. Le test caractéristique de l'ion cuivre II donne un précipité bleu, le test caractéristique de l'ion fer III donne un précipité rouille.
4. Réponse C. Entre 0 et 7, un pH correspond à une solution acide, entre 7 et 14, à une solution basique.
5. Réponse C. Le pH est supérieur à 7, c'est une solution basique ; s'il avait été inférieur à 7, la solution aurait été acide ; un pH égal à 7 correspond à une solution neutre.
6. Réponse B. La coloration verte du papier pH correspond à un pH de 7, donc à une solution neutre. La coloration bleue correspond à un pH de 12, donc à une solution basique. La coloration orange correspond à un pH de 3, donc à une solution acide.
7. Réponse B. Plus une solution est concentrée, plus elle est dangereuse. Réaliser un précipité ne rend pas forcément les mélanges inoffensifs.
8. Réponse C. Lors d'une dilution, le pH tend vers celui de l'eau, c'est-à-dire 7.
9. Réponse A. On ne verse jamais d'eau dans l'acide.

Chapitre 5, page 72

1. Réponses A et C. La réponse B est fausse. Les ions HO^- sont les ions hydroxyde.
2. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. Le pH mesure l'acidité.
3. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses. Le pH d'un acide est inférieur à 7.
4. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses. Au cours d'une transformation chimique, des espèces disparaissent et de nouvelles se forment.
5. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses. Le fer change de nature.
6. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. En ajoutant quelques gouttes de soude à la solution, on observe un précipité vert, caractéristique de la présence des ions fer II de formule Fe^{2+} .
7. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses. Les produits de la transformation entre l'acide chlorhydrique et le fer sont le dihydrogène et le chlorure de fer II.

8. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses. Quand les ions hydrogène H^+ disparaissent, le pH se rapproche de 7.

9. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. À l'approche d'une flamme, le dihydrogène est caractérisé par un jappement. En ajoutant quelques gouttes de soude, on observe un précipité vert qui caractérise la présence d'ions fer II de formule Fe^{2+} .

Chapitre 6, page 86

1. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. La transformation chimique provoque un échauffement.

2. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses. La température atteint une valeur maximale du fait de la transformation chimique, puis diminue car le mélange se refroidit spontanément à l'air ambiant.

3. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. La solution de sulfate de cuivre s'éclaircit. On observe un dépôt de cuivre sur la lame de zinc. La température augmente.

4. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. La transformation chimique n'a lieu que si la pile est insérée dans un circuit électrique fermé.

5. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. Une petite quantité d'énergie thermique est également produite.

6. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses. La lame de cuivre correspond à la borne positive. La lame de zinc correspond à la borne négative.

7. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses. Le zinc est consommé.

8. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses. Le graphite ne participe pas à la transformation chimique.

9. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses. Comme l'une de ses bornes disparaît au cours de son fonctionnement, la pile saline n'est pas rechargeable.

Chapitre 7, page 100

1. Réponses A et C. La réponse B est fausse car les arômes naturels ne sont pas systématiquement obtenus par synthèse ; ils peuvent l'être mais ne le sont pas toujours.

2. Réponses B et C. La réponse A est fausse car c'est la synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature qui améliore les conditions de vie des êtres humains (matières plastiques, médicaments...).

3. Réponse B. La réponse A est fausse car le montage correspond à une synthèse ; la réponse C est fausse car le montage correspond à une filtration.

4. Réponses A et C. La réponse B est fausse car une espèce chimique synthétique artificielle (matières plastiques, médicaments...) n'existe pas dans la nature.

5. Réponses B et C. La réponse A est fausse car on diminue les coûts de production en passant d'une espèce naturelle à la synthèse d'une espèce naturelle. Une espèce artificielle n'est produite que par synthèse.

6. Réponse B. La réponse A est fausse car le montage correspond à la synthèse de l'arôme de banane. La réponse C est fausse car le montage correspond à la synthèse du nylon.

7. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses car le nylon est une espèce chimique artificielle qui n'existe pas dans la nature.

8. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car le nylon est constitué de très nombreux atomes assemblés de façon à former une très grande molécule.

9. Réponse B. La réponse A est fausse car le nylon doit se former à la surface de séparation des deux liquides. La réponse C est fausse car le chlorure de sébaçoyle est plus dense et sera donc en dessous.

Chapitre 8, page 116

1. Réponse C. La chaudière ne se rencontre que dans les centrales thermiques et les éoliennes n'ont pas de turbine.

2. Réponse A. Les pales remplacent la turbine pour entraîner l'alternateur.

3. Réponse A car pour la réponse B, la turbine est entraînée par de l'eau et pour la réponse C, la turbine et l'alternateur sont inversés.

4. Réponse A car l'énergie mécanique créée par la rotation de la turbine est

transformée en énergie électrique par l'alternateur.

5. Réponses A et C car dans les centrales hydrauliques c'est l'eau qui met les turbines en mouvement et dans les centrales thermiques c'est la vapeur d'eau.

6. Réponse A car la chaudière transmet la vapeur d'eau à la turbine qui est reliée à l'alternateur ce qui n'est pas le cas pour les réponses B et C.

7. Réponse B qui est la définition d'une énergie renouvelable. La réponse A n'a aucun rapport avec le fait d'être renouvelable ou pas et la réponse C correspond à la source d'énergie non-renouvelable.

8. Réponses B et C car le charbon qui est en voie d'épuisement à la surface de la Terre ne répond pas à la définition de la source d'énergie renouvelable (test 7).

9. Réponse B car en un siècle, la quantité consommée d'une énergie non renouvelable est supérieure à la quantité formée.

Chapitre 9, page 130

1. Réponses B et C. La réponse A correspond à une pile.

2. Réponse B. La réponse A correspond à une tension continue, la réponse C à une tension variable mais pas alternative car elle ne change pas de signe.

3. Réponse B car le courant sortant de la borne + de la pile circule dans le sens de la flèche qui symbolise la DEL.

4. Réponse B. avec ce système on ne peut pas avoir de tension continue ni de tension nulle.

5. Réponses A et C car la tension apparaît dès qu'il y a déplacement de l'aimant par rapport à la bobine.

6. Réponses B et C. car la tension est alors négative puisqu'elle est positive quand on approche l'aimant et qu'il y a changement de signe quand on inverse le sens de déplacement de l'aimant.

7. Réponses A et B. La période est le temps au bout duquel la tension reprend la même valeur et sa valeur maximale est la plus grande valeur que prend périodiquement la tension.

8. Réponse A. La valeur maximale se lit sur l'axe vertical des tensions, elle correspond à l'ordonnée du point le plus haut de la courbe.

9. Réponse C car pour A, la période est égale à 100 s et pour B, la valeur maximale de la tension est égale à 1 V.

Chapitre 10, page 144

1. Réponse B. La réponse A est fausse car la tension se mesure verticalement sur l'écran. La réponse C est fausse car la fréquence ne se mesure pas mais se calcule à partir de la mesure de la période.

2. Réponses A et C. La réponse B est fausse car il s'agit de la formule de l'alternance.

3. Réponse B. En effet

$4 \times 2 = 8 \text{ ms} = 8 \times 10^{-3} \text{ s}$ donc 125 Hz. Les réponses A et C sont fausses car les oscillogrammes correspondent à 417 Hz pour la réponse A, et 44,4 Hz pour la réponse C.

4. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car elles correspondent respectivement aux appareils de mesures de la valeur instantanée de la tension et de la fréquence.

5. Réponse A. La tension maximale doit toujours être plus grande que la valeur efficace. La réponse B devrait être $U/U_{\text{max}} = 0,71$ et la réponse C ne respecte pas les règles de l'analyse dimensionnelle.

6. Réponse B. En effet $5 \times 2 = 10 \text{ V}$ donc $U = 10/\sqrt{2} = 7,1 \text{ V}$. Les réponses A et C sont fausses car les oscillogrammes correspondent à 6 V donc 4,2 V efficace pour la réponse A, et à 1,2 V donc 0,84 V efficace pour la réponse C.

7. Réponse A. La réponse C est fausse car elle indique 20 ms, qui est la période de la tension du secteur.

8. Réponses A et B. La réponse C est fausse car l'hydrocution est l'accident causé par une brusque plongée dans l'eau froide.

9. Réponses A, B et C. Car les trois appareils fonctionnent en 230 V et 50 Hz

Chapitre 11, page 158

1. Réponse A. La réponse B est fausse car la tension est indiquée en volt (V). La réponse C est fausse car la fréquence est indiquée en hertz (Hz).

2. Réponse B. Les réponses A et C sont fausses car une puissance normale ou une puissance de fonctionnement sont des expressions qui ne veulent rien dire. On pourrait parler de puissance de fonctionnement normal et c'est ce qu'on appelle la puissance nominale.

3. Réponse A. La puissance d'un chauffe-eau est de l'ordre de 800 W. Les réponses B et C ne conviennent pas car les puissances indiquées correspondent bien aux appareils.

4. Réponse B. En effet, $P = U \cdot I$ d'où $I = P/U$. Les réponses A et B sont fausses car si on indique W et V, c'est que les valeurs de la puissance et de la tension sont données : on n'a donc pas besoin de les évaluer.

5. Réponse B. En effet, $P = U \cdot I$. Les réponses A et C sont des relations fausses.

6. Réponse C. La réponse A est fausse car l'ampèremètre est branché en dérivation aux bornes de la lampe. La réponse B est fausse car l'ampèremètre est branché en dérivation aux bornes de la lampe et le voltmètre est en série avec le générateur.

7. Réponse B. La réponse A n'est pas bonne mais il peut y avoir surtension quand il y a surintensité. La réponse C n'est pas bonne car il y a risque d'échauffement des conducteurs, pas de court-circuit.

8. Réponse C. La réponse A est fausse car vous confondez court-circuit, qui est un risque avec coupe-circuit, qui est un dispositif de sécurité. La réponse B n'est pas bonne car trop vague.

9. Réponse A. En effet, l'intensité I du courant est égale à $P/U = 4\,000/230 = 17,4 \text{ A}$, donc supérieure à 16 A. Le fusible fondra. Par contre, les réponses B et C ne sont pas bonnes car ces appareils sont adaptés à la ligne. En effet, dans les deux cas, l'intensité du courant ($I = P/U$) est inférieure au calibre du fusible.

Chapitre 12, page 172

1. Réponse B. Le compteur mesure l'énergie consommée c'est-à-dire la puissance consommée pendant une durée précise. La réponse A est fausse car elle correspond à une grandeur qui n'est pas mesurée par un compteur. La réponse C est fausse car l'électricité ne

correspond pas à une grandeur physique, mais correspond à un domaine de la physique.

2. Réponse A. Si P est en kW et t est en h alors E s'exprime en kWh.

3. Réponse C. Car

$12\,431 - 12\,418 = 13 \text{ kWh}$ pour deux mois donc 6,5 kWh par mois. Les réponses A et B sont fausses car la réponse A correspond à une consommation mensuelle de 3,25 kWh et la B à 45,5 kWh par mois.

4. Réponse B. 1 Joule correspond à 1 watt consommé en 1 seconde. Les réponses A et C sont fausses car ces unités sont des unités usuelles d'énergie.

5. Réponse C. L'énergie consommée par un appareil est le produit de la puissance nominale de cet appareil par la durée d'utilisation.

6. Réponse A. Car

$100 \text{ W} \times 1 \text{ s} = 100 \text{ J}$. La réponse B correspond à $40 \text{ W} \times 60 \text{ s} = 2\,400 \text{ J}$ et la réponse C correspond à $60 \text{ W} \times 3\,600 \text{ s} = 216\,000 \text{ J}$.

7. Réponse A. Le compteur mesurant l'énergie consommée, c'est donc l'énergie consommée qui est facturée aux usagers.

8. Réponses A, B et C. Tous ces éléments sont indiqués sur la facture d'électricité ainsi que le total à payer.

9. Réponse A. Car

$29\,242 - 29\,059 = 183 \text{ kWh HC}$
et $58\,995 - 54\,495 = 4\,500 \text{ kWh HP}$
ce qui correspond à $183 + 4\,500 = 4\,683 \text{ kWh}$.
Les réponses B et C sont fausses car la réponse B correspond à $29\,342 - 29\,059 = 283 \text{ kWh HC}$ et $58\,995 - 54\,495 = 4\,500 \text{ kWh HP}$, c'est-à-dire à 4 783 kWh, et la réponse C à $29\,242 - 29\,059 = 183 \text{ kWh HC}$ et $58\,555 - 54\,495 = 4\,060 \text{ kWh HP}$, c'est-à-dire à 4 343 kWh.

Chapitre 13, page 188

1. Réponse B. L'interaction gravitationnelle est uniquement attractive.

2. Réponse C. L'attraction exercée par le Soleil augmente lorsque la distance diminue.

3. Réponse B. Il s'agit en effet d'une interaction.

4. Réponses A et C. Le poids n'a aucune action horizontale.

5. Réponse C. Le poids d'un corps agit partout, et pas uniquement sur Terre.

6. Réponses A et C. La verticale est une droite qui passe par le centre de la Terre, quel que soit l'endroit où on est.

7. Réponses A et C. P est proportionnelle à la masse et à l'intensité de la pesanteur g .

8. Réponse B. C'est la traduction mathématique de la réponse à la question 7.

9. Réponse B. Les autres appareils sont des balances. Elles mesurent des masses.

Chapitre 14, page 202

1. Réponse B. La réponse A est fausse car l'énergie reliée à la vitesse est l'énergie cinétique. La réponse C est

fausse car la masse intervient dans l'expression des deux énergies.

2. Réponse A. La réponse B est fausse car l'énergie de position est reliée à l'altitude. La réponse C est fausse car l'énergie mécanique est un artifice mathématique pour désigner l'énergie emmagasinée par un système à la fois sous forme d'énergie potentielle et d'énergie cinétique.

3. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car les histogrammes correspondent une énergie de position maximale c'est-à-dire une altitude maximale.

4. Réponse B. La réponse A est fausse car il manque le facteur multiplicateur $1/2$ et le carré à la vitesse. La réponse C est fausse car le facteur multiplicateur est $1/2$ et non pas 2.

5. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car lorsque la vitesse est doublée, son carré est multiplié par 4 donc l'énergie est aussi multipliée par 4.

6. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car les énergies cinétiques sont de $4\,000\,v^2$ pour le camion, $500\,v^2$ pour la voiture et $75\,v^2$ pour la moto.

7. Réponse C. Les réponses A et B sont fausses car lorsque la vitesse est multipliée par 2, la distance de freinage d'un véhicule est multipliée par 4.

8. Réponse A. Les réponses B et C sont fausses car lorsque la route est mouillée, la distance de freinage est environ le double.

9. Réponses A et C. La réponse B est fausse car la distance de sécurité sur autoroute est au moins de deux bondes.

Corrigés des tests-bilans

La chimie, science de la transformation de la matière

► p. 104

- 1** 1. zinc ; cuivre ; argent ; or. 2. couleur ; magnétiques ; densité. 3. propriétés ; conducteur électrique.
- 2** 1. noyau ; positivement ; électrons. 2. autant ; neutre. 3. vide ; lacunaire.
- 3** 1. courant électrique ; isolants. 2. électrons libres. 3. déplacement ; inverse.
- 4** 1. identique ; électrons. 2. chargée ; 3. électrons.
- 5** 1. molécules ; molécules ; ions. 2. ions. 3. ionique ; positifs ; négatifs.
- 6** 1. tests ; précipités. 2. pH-mètre ; papier pH. 3. acide ; neutre ; basique.
- 7** 1. hydrogène ; chlorure ; eau. 2. chimique ; hydrogène ; fer ; dihydrogène ; fer II. 3. réaction chimique ; fer ; dihydrogène.
- 8** 1. chimique. 2. transformation ; chimique ; électrique. 3. réactifs ; consommée.
- 9** 1. synthèse ; disponibilité. 2. synthèse ; améliorer ; 3. macromolécules.
- 10** 1. cuivre ; zinc ; pile. 2. chimique ; zinc ; cuivre. 3. chimique ; électrique ; cuivre ; zinc.

Énergie électrique et circuits électriques en « alternatif »

► p. 176

- 1** 1. alternateur ; turbine. 2. mécanique ; électrique. 3. renouvelable ; non renouvelables.
- 2** 1. nulle. 2. positive ; négative. 3. alternative ; continue.
- 3** 1. tension ; temps ; valeur ; signe. 2. périodique ; 120. 3. sommets ; 8,2.
- 4** 1. tension ; balayage. 2. période ; fréquence ; hertz ; 440. 3. maximale ; 12,5 V.
- 5** 1. voltmètre ; mode alternatif. 2. 1,4 ; 8,9. 3. 50 Hz ; 230 V.
- 6** 1. compteur électrique. 2. $P \cdot t$; joules. 3. kWh.
- 7** 1. tension nominale ; puissance nominale. 2. $U \cdot I$; intensité. 3. surintensité ; puissance ; surintensités ; coupe-circuits.

De la gravitation à l'énergie mécanique

► p. 206

- 1** 1. masse ; attractive ; gravitation. 2. contact ; distance. 3. interaction ; diminue.
- 2** 1. Soleil ; gravitation. 2. interaction gravitationnelle. 3. naturel ; artificiel.
- 3** 1. poids. 2. attraction ; pesanteur ; gravitation. 3. verticale ; haut ; bas.
- 4** 1. quantité ; matière ; attraction terrestre. 2. kg ; balance ; newton ; dynamomètre. 3. dépend ; masse.
- 5** 1. proportionnel. 2. $m \cdot g$; N ; kg ; N/kg. 3. 0,45 ; 45 g.
- 6** 1. position ; altitude ; cinétique ; vitesse. 2. position ; cinétique ; mécanique. 3. augmente ; diminue.
- 7** 1. inférieure ; supérieure. 2. augmente ; augmente. 3. Proportionnelle ; $\frac{1}{2} m \cdot v^2$; J ; kg ; m/s.
- 8** 1. vitesse. 2. quatre. 3. augmente.

A

Acide : se dit d'une solution dont le pH est inférieur à 7 (dans le cas où le solvant est l'eau). ► p. 51, 53, 54, 55

Aimant : objet, généralement sous forme de barreau, qui attire le fer et quelques autres métaux. ► p. 123

Alternateur : convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique pour lequel la tension produite est alternative. ► p. 107, 108, 109, 111, 112, 121

Alternateur de bicyclette : convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique nécessaire à l'éclairage des lampes de certaines bicyclettes. ► p. 121, 129

Alumine : produit de la corrosion de l'aluminium. C'est une pellicule adhérente et imperméable, qui protège le métal. ► p. 9, 12

ARRHENIUS (Svante August) : chimiste suédois (1859-1927), il reçut le prix Nobel en 1903 pour ses travaux sur la conduction des solutions. ► p. 42

B

Basique : se dit d'une solution dont le pH est supérieur à 7. ► p. 51, 54, 55

Biodégradable : qui se décompose grâce à d'autres organismes vivants. ► p. 99

Bobine : enroulement de fil conducteur sur un support cylindrique. ► p. 123, 126

BOHR (Niels) : physicien danois (1885-1962), il reçut le prix Nobel en 1922 pour ses travaux sur le modèle de l'atome. ► p. 28

C

Calibre d'un fusible : valeur maximale de l'intensité du courant qui peut traverser le fusible. Celui-ci fond si l'intensité du courant dépasse le calibre. ► p. 152, 155

Calorie : ancienne unité d'énergie, encore utilisée pour exprimer la valeur énergétique d'un aliment. ► p. 171

CAROTHERS (Wallace) (1896-1937) : Chimiste qui réalisa la synthèse du nylon. ► p. 98

Centrale électrique : usine dans laquelle on produit de l'énergie électrique. ► p. 106, 111, 112

Centrale nucléaire : usine dans laquelle on produit de l'énergie électrique à partir d'atomes d'uranium. ► p. 108, 110, 112, 114

Chaîne énergétique : succession des transformations subies par l'énergie. ► p. 111

Chronophotographie : photographie obtenue en superposant des photographies prises à intervalles de temps réguliers. ► p. 195 et 197

Concentré(e) : se dit d'une solution qui contient une quantité importante de soluté. ► p. 52, 53, 55

Conducteur : matériau laissant passer le courant électrique. Un métal est constitué d'un mouvement d'ensemble des électrons libres. ► p. 22-26

Consignes de sécurité : instructions à respecter pour minimiser les risques. ► p. 52, 55

Compteur électrique : appareil permettant la mesure, en kWh, de l'énergie électrique consommée par un appareil. ► p. 162, 163, 164, 168

Corrosif : se dit d'un réactif qui corrode, qui ronge peu à peu. ► p. 62, 68.

Corrosion : altération des métaux par réaction chimique. ► p. 10, 12, 15

Coupe-circuit : dispositif de sécurité qui ouvre un circuit électrique, en cas d'échauffement ou de surintensité. ► p. 155

CROOKES (William) : chimiste et physicien britannique (1832-1919), il a donné son nom au tube permettant de visualiser le passage des électrons. ► p. 23

D

Décantation : technique de séparation d'espèces chimiques de densités différentes en suspension dans un liquide. ► p. 95

Dense : un corps est plus dense qu'un autre si, pour un même volume, la masse de l'un est supérieure à la masse de l'autre. ► p. 8, 10, 11, 12, 13

Diagnostic de performance énergétique (DPE) : il permet de comparer la consommation d'énergie des logements et de les classer en 7 niveaux allant de « logement économe » à « logement énergivore ». ► p. 170

Dilution : rajout de solvant dans une solution. p. 53, 55

Distance d'arrêt : somme de la distance de réaction et de la distance de freinage. ► p. 196 et 195

Distance de freinage : distance parcourue par un véhicule dès lors que les freins sont actionnés jusqu'à son arrêt complet. ► p. 196 et 199

Double migration : les ions positifs circulent dans le même sens que le courant alors que les ions négatifs circulent dans le sens inverse. ► p. 37-40

Ductilité : capacité d'un métal à être étiré en fils sans rompre. ► p. 10, 13

E

Edison (Thomas) : inventeur américain (1847-1931) qui travailla notamment sur l'éclairage. ► p. 120

Électrolyte : c'est une substance conductrice. Elle contient des ions. ► p. 83, 84

Électron : particule de l'atome portant une charge négative. ► p. 23-26

Énergie chimique : au cours d'une transformation chimique, de l'énergie chimique est convertie en énergie électrique et/ou en énergie thermique. ► p. 76, 82, 83, 85, 86

Énergie cinétique ou de mouvement : énergie acquise par un corps du fait de sa vitesse. ► p. 194, 195 et 198

Énergie électrique : énergie transportée par le courant électrique. ► p. 77, 82, 83, 85, 86

Énergie mécanique : somme de l'énergie de position et de l'énergie de mouvement. ► p. 198

Énergie de position : énergie acquise par un corps du fait de son altitude. ► p. 194, 195 et 198

Énergie thermique : appellation énergétique de la chaleur. ► p. 82, 83, 86

F

FARADAY (Michael) : chimiste et physicien britannique (1791-1867) qui montra que l'on peut créer une tension par déplacement d'un aimant à proximité d'une bobine. ► p. 128

Fréquence (d'une tension périodique) : nombre de périodes par seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz). ► p. 136, 140

Fréquence du secteur : sa valeur est de 50 Hz, en France. ► p. 138, 141

Fréquence-mètre : appareil de mesure de la fréquence d'un signal électrique. ► p. 136

Fusible : conducteur électrique fondant facilement, en cas de surintensité. ► p. 155

G

Gravitation : c'est l'action attractive exercée entre deux corps. Elle dépend de leurs masses respectives et de la distance les séparant. ► p. 180, 184

H

HERTZ (Heinrich) : physicien allemand (1857-1894) ayant mené de nombreuses études sur les ondes radio. L'unité de fréquence porte son nom. ► p. 146

I

Intensité de la pesanteur : elle représente l'intensité de l'attraction terrestre sur un corps de masse m . Sa valeur est en moyenne de 9,81 N/kg. ► p. 182

Interaction gravitationnelle : la gravitation étant une action mutuelle, on la qualifie d'interaction. ► p. 180, 184

Isolant : matériau ne laissant pas passer le courant électrique. ► p. 22-26

J

JOULE (James) : physicien anglais (1818-1889) ayant mené de nombreuses études sur l'énergie. L'unité d'énergie porte son nom. ► p. 167, 168

L

LECLANCHÉ (Georges) : (1839-1882) inventeur de la pile saline à laquelle il a donné son nom. ► p. 84

M

Macromolécules : assemblage d'un très grand nombre de molécules. ► p. 97

Malléabilité : capacité d'un métal à être étiré en feuilles sans rompre. ► p. 10, 13

Matières plastiques : matériaux de synthèse composés de macromolécules. ► p. 97

N

Neutre : se dit d'une solution dont le pH est égal à 7. ► p. 51, 53, 54, 55

NEWTON (Isaac) : scientifique britannique (1643-1727) auteur des lois mathématiques sur l'étude des mouvements. Il comprit le lien entre gravitation et poids et a laissé son nom à l'unité de mesure d'une force. ► p. 182, 186

Nominale (valeur) : valeur de la tension, de l'intensité, de la puissance pour le fonctionnement normal d'un appareil électrique. ► p. 154

O

Oscilloscope : appareil permettant de visualiser l'évolution d'une tension en fonction du temps et de la mesurer. ► p. 134 à 147

Oscillogramme : courbe obtenue sur l'écran d'un oscillographe. ► p. 136

Oxydation : une réaction avec le dioxygène est une oxydation. ► p. 13, 15

P

Période : temps au bout duquel un phénomène se reproduit identique à lui-même (en s). ► p. 124, 127, 136, 140

pH : nombre sans unité, compris entre 0 et 14. Il permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. ► p. 51, 53, 54, 55

Pictogramme de sécurité : symbole qui indique la dangerosité d'une substance chimique. ► p. 64

Poids : le poids d'un corps situé au voisinage de la Terre est l'attraction que la Terre exerce sur ce corps. Poids et

gravitation sont deux expressions du même phénomène. ► p. 181, 182, 184, 185

Produits : substances résultantes d'une transformation chimique. ► p. 62, 69, 73, 78, 79, 81, 86, 88

Précipité : solide en suspension dans un liquide obtenu par réaction chimique. ► p. 50, 54, 55, 64, 65, 68, 72, 73, 74, 80, 81

Puissance nominale : la puissance correspond à l'énergie électrique reçue par un appareil pendant une seconde. Elle s'exprime en watt (W) dans le système international. La puissance nominale est la puissance reçue par un appareil lorsqu'il est alimenté sous sa tension nominale (indiquée par le constructeur). ► p. 154, 157

R

Réactifs : substances introduites subissant une transformation chimique. ► p. 69, 73, 78, 79, 81, 82, 86, 88

Relargage : technique de séparation d'une substance en solution aqueuse provoquée par addition de sel. ► p. 95

Renouvelable (source d'énergie) : source d'énergie inépuisable à l'échelle d'une vie humaine. ► p. 110, 113

Rouille : produit de la corrosion du fer. C'est une couche peu adhérente et poreuse : cette corrosion se poursuit en profondeur. ► p. 9, 12, 15

RUTHERFORD (Ernest) : physicien britannique (1871-1937) qui étudia la structure atomique. ► p. 24-28

S

SCHRÖDINGER (Erwin) : physicien autrichien (1887-1961), il reçut le prix Nobel en 1933 pour ses travaux sur le modèle de l'atome. ► p. 28

Solution ionique : solution contenant des ions (positifs et négatifs) et conductrice du courant électrique. ► p. 36-40

Source d'énergie : tout ce qui peut fournir de l'énergie directement ou indirectement. ► p. 108, 110, 112

Structure lacunaire : un atome est constitué essentiellement de vide, le noyau et les électrons ne possédant qu'un volume total très faible. ► p. 27

Surintensité : intensité d'un courant dépassant la plus grande valeur supportée par un dipôle ou une installation électrique. ► p. 155

Synthèse : transformation chimique qui permet de reproduire ou de créer une espèce chimique. ► p. 92, 93, 94 et 96

T

Temps de réaction : temps moyen s'écoulant entre le moment où le conducteur voit le danger et celui où il appuie sur la pédale de frein. ► p. 196

Tension alternative : tension dont la valeur change de signe. ► p. 122, 123, 126

Tension du secteur : tension électrique alternative périodique et sinusoïdale délivrée par le secteur. Sa valeur efficace est de 230 V en France. ► p. 138, 141

Tension efficace : valeur d'une tension alternative mesurée à l'aide d'un voltmètre en « alternatif ». ► p. 137, 140

Tension maximale : valeur maximale d'une tension alternative. ► p. 124, 127

Tension variable : tension dont la valeur n'est pas constante. ► p. 126

Test de reconnaissance : test qui permet de déterminer la présence ou l'absence d'une espèce chimique dans une substance. ► p. 50, 54, 55

Transformateur : appareil électrique permettant d'élever ou d'abaisser une tension alternative. ► p. 138

Transformation chimique : transformation au cours de laquelle des substances disparaissent et de nouvelles substances apparaissent. ► p. 64, 65, 68, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87

Turbine : roue munie de nombreuses palettes qui entraînent un alternateur dans sa rotation. ► p. 107, 108, 111, 112

U

Usine marémotrice : centrale électrique transformant l'énergie des marées en énergie électrique. ► p. 115

V

Verticale : droite perpendiculaire au sol, passant par le centre de la Terre et support du poids. ► p. 181, 184

W

WATT (James) : ingénieur écossais (1736-1819). Il s'est rendu célèbre grâce à ses travaux sur la machine à vapeur. Il a donné son nom à l'unité de puissance : le watt (W). ► p. 156

Wattheure : unité usuelle d'énergie électrique qui correspond à l'énergie consommée par un appareil de puissance de 1 watt, qui fonctionne durant 1 heure. Le kilowattheure est l'unité usuelle d'énergie électrique utilisée par les compteurs électriques. ► p. 164 à 169

Crédits photographiques

- 1^{re} de couv. : ph © KAJ R. SVENSSON / S.P.L. / COSMOS
 p. 5 : Ph © Prisma Bildagentur AG / PHOTO12.COM / ALAMY
 p. 6 : ph © Jean Michel Bancet / Icon Sport
 p. 7 ht : ph © Moodboard / CORBIS / T
 p. 7 m : ph © Galen Rowell / CORBIS
 p. 7 bas : ph © Maurice Rougemont / GAMMA RAPHO / T
 p. 14 bas : ph © Yann Gulchaoui / HOA QUI / GAMMA RAPHO / T
 p. 14 ht : ph © STEPHANE FRANCES / ONLYWORLD.NET
 p. 15 ht : ph © Florian Villesèche - Fotolia
 p. 15 bas : ph © Apogee / BSIP
 p. 17 ht g : ph © LBouvier - Fotolia
 p. 17 bas g : ph © Aptyp - koK - Fotolia
 p. 17 ht d : ph © manipulateur - Fotolia
 p. 17 bas d : ph © IPS / PHOTONONSTOP / T
 p. 18 ht : Ph © Denis Regaud
 p. 18 bas : Ph © Denis Regaud
 p. 19 ht : Ph © Orlando Florin Rosu - Fotolia
 p. 19 m : Ph © Heritage Images / Leemage
 p. 19 bas : Ph © DOZIER Marc / hemis.fr
 p. 20 : Ph © ANDREW LAMBERT / S.P.L. / COSMOS
 p. 21 m d et p. 28 ht : BIS / Ph. DR Coll. Archives Larbor
 p. 21 ht g : ph © Mario Fourmy / REA / T
 p. 21 ht d : Ph © RTE - DCRE / T
 p. 21 m g : Ph © PHOTO12.COM / T
 p. 21 bas : Ph © Studio Harcourt / Bureau233
 p. 23 : Ph © A. LAMBERT / SPL / COSMOS / T
 p. 28 ht : Ph © akg-images / ullstein bild
 p. 28 m : BIS / Ph. AM Fotografi APS Coll. Archives Larbor
 p. 28 bas : Ph © akg / Science Photo Library
 p. 29 ht g : BIS / Ph. © Intel
 p. 29 ht d : Ph © matter - Fotolia
 p. 29 m : Ph © M. RIETSCHIEL / AP / SIPA PRESS / T
 p. 29 bas : Ph © Bettmann / CORBIS / T
 p. 29 bas : Ph © JJP / LOOK AT SCIENCES / T
 p. 31 : Ph © Ponti / Fotogramma / Ropi / REA / T
 p. 32 g : Ph © CEA/T
 p. 32 d : Ph © The Granger Collection NYC/Rue des archives
 p. 33 : Ph © Bianchetti / LEEMAGE / T
 p. 34 : Ph © D. FRACHIA / REA / T
 p. 35 ht et bas Ph © Denis Regaud
 p. 35 m : Ph © CENTRE D'INFORMATION DU CUIVRE / T
 p. 42 ht : Ph © Heritage Images / Leemage
 p. 42 m : Ph © Costa / Leemage
 p. 42 bas : Ph © SPL / PHANIE
 p. 43 : Ph © Berti HANNA / REA
 p. 48 : Ph © P. Bourseller / Hoa Qui / GAMMA / T
 p. 49 ht : Ph © Biosphoto / J.-L. Klein & M.-L. Hubert
 p. 49 m : © Biosphoto / M. Grenet & A. Soumillard
 p. 49 bas : Ph © Denis Regaud
 p. 56 ht : Ph © The Bridgeman Art Library
 p. 56 bas : Ph © akg-images
 p. 57 ht : © Pascal SITTLER / REA
 p. 57 m : Ph © R. BOSSU / SYGMA / CORBIS / T
 p. 57 ht : Ph © R. BOSSU / SYGMA / CORBIS
 p. 62 : © moodboard / Corbis
 p. 63 ht : Ph © Costa / LEEMAGE / T
 p. 63 m : Ph © Burger / PHANIE / T
 p. 63 bas : Ph © Denis Regaud
 p. 70 ht : © La Collection / Interfoto
 p. 70 bas : © Rue des Archives / PVDE
 p. 71 ht : Ph © IBO / SIPA PRESS / T
 p. 71 ht : © Collection CHRISTOPHE L / T
 p. 76 : Ph © Getty Images / Stocktrek Images
 p. 77 ht et m : Ph © Denis Regaud
 p. 77 bas : © Chris Noble / Aurora Open / Corbis
 p. 85 ht : Ph © Denis Regaud
 p. 85 bas : Ph © Photopqr / Le progrès / Y. Flamin/MAXPPP/T
 p. 89 : Ph © P. Bessard / REA / T
 p. 90 : Ph © DESCAMPS Simon / hemis.fr
 p. 91 ht : © Tim Pannell / Corbis
 p. 91 m : Ph © CSFF / RUE DES ARCHIVES / T
 p. 91 bas : Ph © Remy MASSEGLIA - Fotolia
 p. 98 ht : © Selva / Leemage
 p. 98 bas : Ph © toolkidit - Fotolia
 p. 99 m : Ph © JP Lederq / FOTOLIA / T
 p. 99 bas : Ph © JC Pattacini / URBA IMAGES / AJR IMAGES / T
 p. 102 g : Ph © Denis Regaud
 p. 102 d : © Marcus ROSE / PANOS-REA
 p. 103 : Ph © wuttichok - Fotolia
 p. 105 : © Shawn O'Connor / Tetra Images / Corbis
 p. 106 : Ph © remik44992 - Fotolia
 p. 107 ht : © Laurent CERINO / REA
 p. 107 m : © Paul LANGROCK / ZENIT-LAIF-REA
 p. 107 ht : © Frederic MAIGROT / REA
 p. 110 ht g : Ph © R. Garvey / CORBIS / T
 p. 110 bas m : Ph © J. Warden / Age / Hoa Qui / GAMMA RAPHO / T
 p. 110 bas d et p. 114 : Ph © P. Glezes / REA / T
 p. 115 ht : Ph © MARTIN BOND / SPL / PHANIE
 p. 115 bas : Ph © A. Maher / Sygma / CORBIS / T
 p. 117 ht : Ph © chanelle - Fotolia
 p. 118 ht et p. 133 : © Pascal SITTLER / REA
 p. 118 m : Ph © P. Bessard / REA / T
 p. 118 bas : Ph © Ian Hanning / REA / T
 p. 120 : Ph © Archives Charmet / The Bridgeman Art Library
 p. 121 ht : Ph © EDF Médiathèque / F. Chanteloup / T
 p. 121 bas : Ph © Denis Regaud / T
 p. 128 ht : © Heritage Images / Leemage
 p. 128 m : © Heritage Images / Leemage / T
 p. 129 : Ph © by-studio - Fotolia
 p. 129 bas : Ph © forestpath - Fotolia
 p. 132 : Ph © Steve Carroll - Fotolia
 p. 134 : Ph © Lablatinière / PRESSE-SPORTS / T
 p. 135 ht : PHANIE
 p. 135 m : Ph © Garel / REA / T
 p. 135 bas : Ph © Firefly production / CORBIS / T
 p. 142 : Ph © Denis Regaud
 p. 143 ht : © Imagebroker / Leemage
 p. 143 bas : Ph © M. Mettelsiefen / AFP / T
 p. 146 : © Albert Harlingue / Roger-Viollet
 p. 148 : © Antoine Gyor / AGP / Corbis
 p. 149 ht : © Pascal SITTLER / REA
 p. 149 m : Ph © Denis Regaud
 p. 149 bas : Ph © M. Gailard / REA / T
 p. 156 ht : © North Wind Pictures / Leemage
 p. 156 bas : Ph © The Bridgeman Art Library-Giraudon
 p. 157 : Ph © K. KENNEL / ZUMA PRESS / MAXPPP / T
 p. 170 ht : Ph © Denis Regaud
 p. 170 bas : Ph © ISTOCK photo
 p. 172 : Ph © Atlantide Phototravel / CORBIS / T
 p. 173 ht : Ph © ZOLADZ M. / URBA IMAGES SERVER
 p. 173 m : Ph © martinlee - Fotolia
 p. 173 bas : Ph © A. de Guelzl / PHOTONONSTOP / T
 p. 170 ht : © Pascal SITTLER / REA
 p. 170 bas : © Michel GAILLARD / REA
 p. 171 : Ph © F. Renault / PHOTONONSTOP / T
 p. 174 ht : Ph © Denis Regaud
 p. 174 m : Ph © A. Perlovik / LAIF / REA / T
 p. 174 bas g : Ph © F. Richter / SHUTTERSTOCK / T
 p. 174 bas d : Ph © Jamalludin / SHUTTERSTOCK / T
 p. 175 ht : Ph © ZEFA / CORBIS / T
 p. 175 bas : Ph © Pixel & Création - Fotolia
 p. 177 : © AGENCE VANDYSTADT.COM / DIDIER KLEIN / REGARDS DU SPORT
 p. 178 : © NASA - digital version copyright / Science Faction / Corbis
 p. 179 ht et p. 180 : Ph © kim Kyung-Hoon / REUTERS / T
 p. 179 ht m : Ph © NASA / JPL / NOVAPIX
 p. 179 m : Ph © BRIDGEMAN - GIRAUDON / T
 p. 179 bas : Ph © Burger / PHANIE / T
 p. 186 ht g : BIS / Ph. Scala © Archives Bordas
 p. 186 ht d : Ph © akg-images / Erich Lessing
 p. 186 bas : BIS / Ph. © National Portrait Gallery - Archives Larbor
 p. 187 ht : Ph © ESA / HPF / DLR / Ciel et Espace Photos
 p. 187 bas : Ph © NASA / JPL / T
 p. 191 ht g : © Bettmann / CORBIS
 p. 191 ht d : © CORBIS
 p. 192 : Ph © Matthieu Aubry <http://matthieu.net>
 p. 193 ht : Ph © P. Guignard / URBA IMAGES / AIR IMAGES / T
 p. 193 m : Ph © V-Images / Icon Sport
 p. 200 ht : Ph © Photo12 / KEYSTONE Pressedienst
 p. 200 m : © VOLVO
 p. 200 bas : DR
 p. 203 : Ph © Michel HANS / T
 p. 204 ht : Ph © arkanoid - Fotolia
 p. 204 bas : © Christophe ENA / REA
 p. 205 ht : © Richard DAMORET / REA
 p. 205 m : Ph © MYSTY / SIPA
 p. 205 bas : Ph © C. Birbaum / Ciel et Espace

Photographies non référencées : Philippe Guignard/Air images – Contreforts Production

Les droits de reproduction des illustrations sont réservés en notre comptabilité par les auteurs ou ayants droit dont nous n'avons pas trouvé les coordonnées, malgré nos recherches, et dans les cas éventuels où les mentions n'auraient pas été spécifiées.

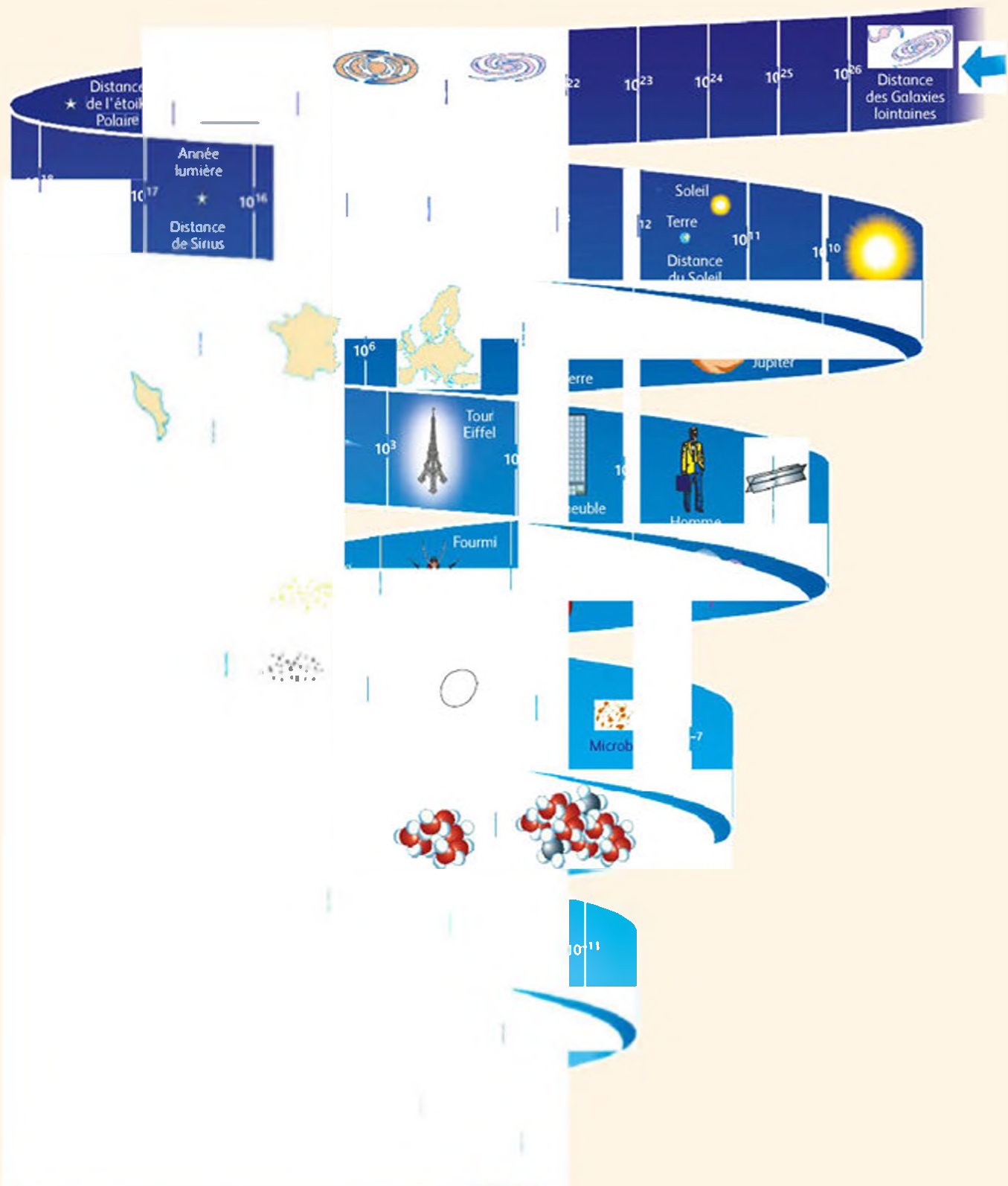
Les auteurs et les éditions Bordas remercient la Maison des enseignants de Provence, pour le prêt de matériel ; l'administration, les professeurs de physique-chimie, le personnel de laboratoire et le principal du collège Jacques Monod aux Pennes-Mirabeau, pour leur accueil lors des séances de photos d'expérience. Ils remercient également l'ensemble des professeurs qui, lors des rencontres avec les délégués pédagogiques Bordas, ont, par leurs remarques, contribué à l'amélioration de cet ouvrage.

Merci enfin à Carleton Horner pour la correction des exercices en anglais.

Édition : Patricia Kingué Edémé
Coordination éditoriale : Christelle Lequesne
Compogravure et schémas : STDJ
Illustrations : Bod'z
 Thierry Beaudenon

Iconographie : Clémence Zagorski
Coordination artistique : Alexandre Millot
 Pierre Taillemitte
Fabrication : Françoise Leroy
Conception graphique : Fred Jély

De l'infiniment grand à l'infiniment petit



Les valeurs numériques sont exprimées en mètre.

Chaque graduation de cette échelle est dix fois plus petite que celle qui la précède.

Classification des éléments

Un tableau dont le décodage vous sera donné au lycée.

Périodes		Groupes																Numéro atomique	Nom	Symbole																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
hydrogène																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	H	1	2																	3	B	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2	Li	3	4																	5	Al	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1

Métaux	Non métaux	Gaz nobles

cerium Ce	praseodyme Pr	neodyme Nd	prométhium Pm	samarium Sm	euporium Eu	gadolinium Gd	terbium Tb	dysprosium Dy	holmium Ho	erbium Er	thulium Tm	ytterbium Yb	lutétium Lu
thorium Th	protactinium Pa	uranium U	neptunium Np	plutonium Pu	américium Am	curium Cm	berkélium Bk	californium Cf	éinsteinium Es	fermium Fm	mendelevium Md	nobelium No	lawrencium Lr

* LANTHANOIDES

** ACTINOIDES

ISBN 978-2-04-732925-2



Le papier de cet ouvrage est composé de fibres naturelles, renouvelables, recyclables et fabriquées à partir de bois provenant de forêts gérées de manière responsable et durable.