

de la Pomme à la Lune
COLLECTION

PHYSIQUE 5^e CHIMIE

Programme 2006



En salle de physique-chimie

Le bon comportement

- Porter une blouse fermée et les **cheveux attachés** s'ils sont longs.
- Ne pas chahuter : certains objets peuvent être fragiles ou dangereux.
- Garder sa paillasse propre et bien rangée.



Lors des séances de chimie

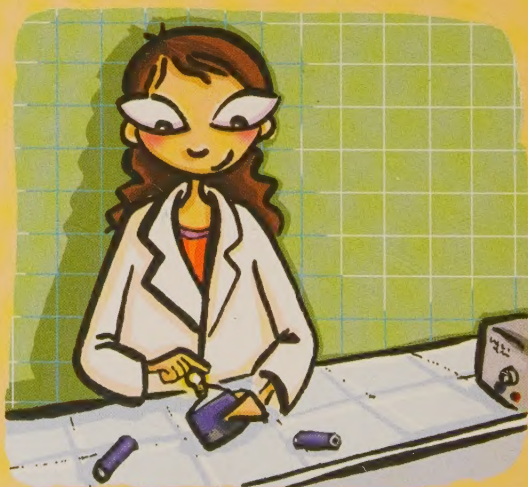
- Faire attention à **ne pas se brûler** avec les plaques chauffantes.
- Pour chauffer le contenu d'un tube à essais :
 - le tenir à l'aide d'une pince ;
 - ne pas le boucher ;
 - diriger son ouverture vers le mur pour éviter de recevoir des projections.
- Ne pas poser d'objet trop lourd sur le plateau d'une balance, ne pas verser d'eau sur le plateau.
- Ne jamais goûter un liquide dont on ne connaît pas la provenance. Ne jamais approcher un liquide d'une flamme, certains sont inflammables.



- Porter des **lunettes de protection** ou/et **des gants** lorsque le professeur le demande.

Lors des séances d'électricité

- Ne jamais toucher même une seule borne d'une prise de courant.
- Manipuler sans crainte avec des piles mais jamais avec les prises du secteur.
- Ne jamais court-circuiter un générateur.



Grandeurs physiques et unités

Longueur

multiples			unité	sous-multiples		
kilomètre (km)	hectomètre (hm)	décamètre (dam)	mètre (m)	décimètre (dm)	centimètre (cm)	millimètre (mm)
1 km = 1 000 m 0,001 km = 1 m	1 hm = 100 m 0,01 hm = 1 m	1 dam = 10 m 0,1 dam = 1 m		10 dm = 1 m 1 dm = 0,1 m	100 cm = 1 m 1 cm = 0,01 m	1 000 mm = 1 m 1 mm = 0,001 m

Masse

multiples			unité	sous-multiples		
kilogramme (kg)	hectogramme (hg)	décagramme (dag)	gramme (g)	décigramme (dg)	centigramme (cg)	milligramme (mg)
1 kg = 1 000 g 0,001 kg = 1 g	1 hg = 100 g 0,01 hg = 1 g	1 dag = 10 g 0,1 dag = 1 g		10 dg = 1 g 1 dg = 0,1 g	100 cg = 1 g 1 cg = 0,01 g	1 000 mg = 1 g 1 mg = 0,001 g

Volume

unité	sous-multiples		
mètre cube (m ³)	décimètre cube (dm ³)	centimètre cube (cm ³)	millimètre cube (mm ³)
	1 000 dm ³ = 1 m ³ 1 dm ³ = 0,001 m ³	1 000 cm ³ = 1 dm ³ 1 cm ³ = 0,000 001 m ³	1 000 mm ³ = 1 cm ³ 1 mm ³ = 0,000 000 001 m ³

On utilise aussi le **litre** :

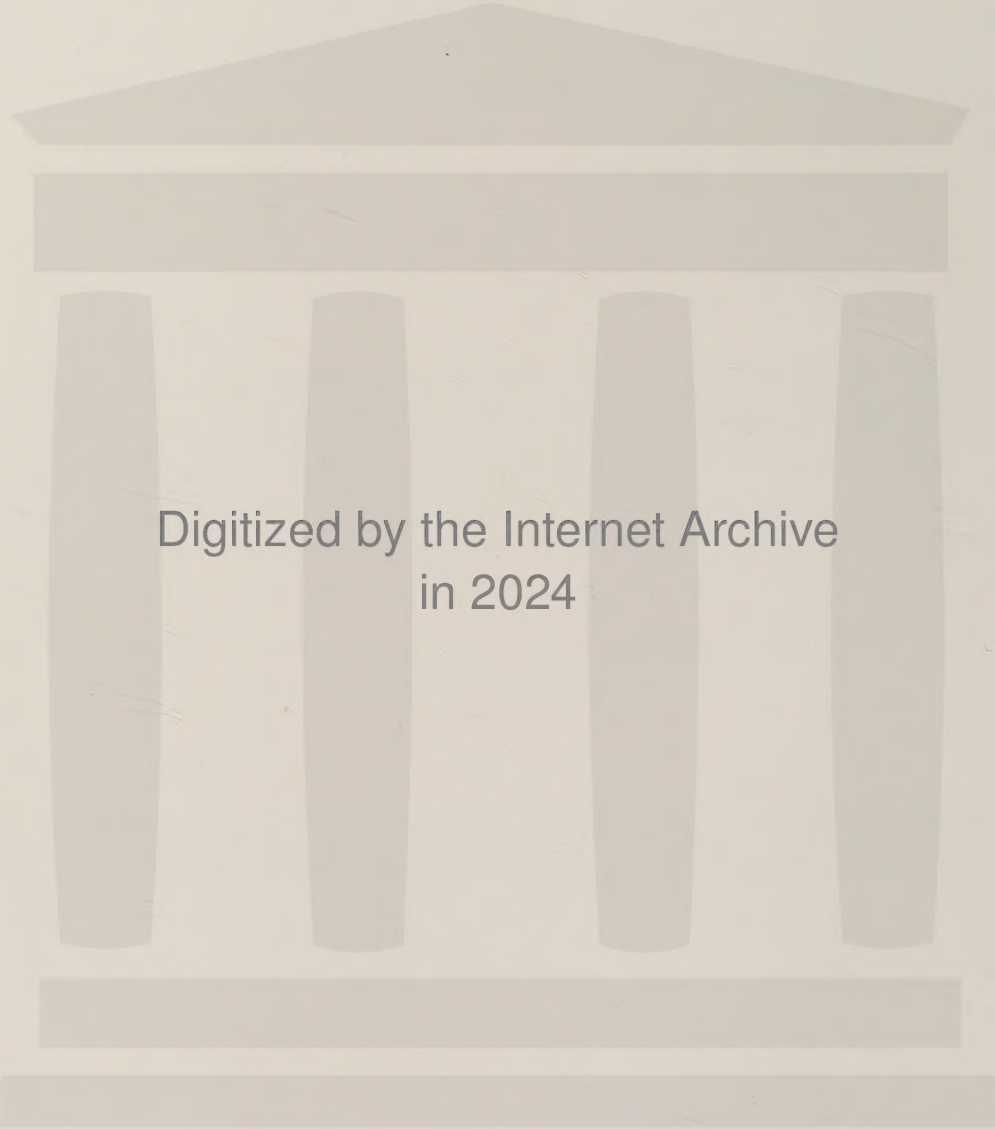
$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$$

Température

Se mesure avec un **thermomètre** et s'exprime en **degré Celsius** (°C).



Digitized by the Internet Archive
in 2024

PHYSIQUE 5^e CHIMIE

Programme 2006

Cédric BEAULIEU

Professeur au collège Jean Moulin de Verrières-le-Buisson

Sylvie ESKENAZI

Professeur au collège Jean Moulin de Verrières-le-Buisson

Sandrine LEROUX

Professeur au collège Charlemagne de Laon

Raquel AZRAN-DANINOS

Pour *Le Petit Journal des Physiciens*

Les Éditions Didier remercient

Chantal DHEZ, pour ses relectures et conseils scientifiques avisés,

Mme GUET, principale du collège Jean Moulin de Verrières-le-Buisson,
et M. BOUCHET, principal du collège Charlemagne de Laon,
pour leur accueil lors de la réalisation des photos d'expériences

Programme

L'eau dans notre environnement Mélanges et corps purs

L'eau dans notre environnement

Omniprésence de l'eau dans notre environnement.
L'eau, un constituant des boissons et des organismes vivants.
Test de reconnaissance de l'eau.

Mélanges aqueux

Mélanges homogènes et hétérogènes.
Séparation de quelques constituants de mélanges aqueux.
Exemples de constituants de boissons hétérogènes.
Existence des gaz dissous dans l'eau.
Le test de reconnaissance du dioxyde de carbone à l'eau de chaux.

Mélanges homogènes et corps purs

Les eaux, mélanges homogènes.
Présence dans une eau minérale de substances autres que l'eau.
Obtention d'eau (presque) pure par distillation.

Les changements d'état de l'eau, approche phénoménologique

Première approche des états de la matière.
Propriétés spécifiques de chaque état physique.
Les changements d'états sont inversibles.
Cycle de l'eau.
Mesure de masses, unité, le kilogramme (kg).
Mesure de volumes, unité, le mètre cube (m³).
Distinction entre masse et volume.
Conservation de la masse lors des changements d'états et non conservation du volume.
Repérage d'une température, unité : le degré Celsius (°C).
Existence d'un palier de température lors d'un changement d'état pour un corps pur.

L'eau solvant

L'eau est un solvant de certains solides et de certains gaz, elle est miscible à certains liquides.
Conservation de la masse totale au cours d'une dissolution.
Vocabulaire de la dissolution : la notion de solution saturée est limitée à une approche qualitative.

Les circuits électriques en courant continu Étude qualitative

Qu'est-ce qu'un circuit électrique ?

Circuit électrique simple avec une seule lampe ou un moteur :
– rôle du générateur ;
– fils de connexion ;
– rôle de l'interrupteur.
Du dessin au schéma, symboles normalisés.
Notion de boucle.
Approche de la notion de court-circuit.

Circuit électrique en boucle simple

Circuit électrique en boucle simple : on pourra utiliser les dipôles suivants : générateur, interrupteurs, lampes, moteur, DEL, diode, fil de connexion, résistances (conducteurs ohmiques) en se limitant, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles.
Influence de l'ordre et du nombre de dipôles autres que le générateur.
Conducteurs et isolants.
Cas particuliers de l'interrupteur et de la diode.
Caractère conducteur du corps humain (électrisation).
Sens conventionnel du courant.

Circuit électrique comportant des dérivations

Le circuit électrique avec des dérivations (on se limite, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles).
Retour sur le court-circuit : distinction entre court-circuit d'un générateur et court-circuit d'une lampe.

La lumière : sources et propagation rectiligne

Sources de lumière et importance de la diffusion Entrée de la lumière dans l'œil

Existence de deux types de sources de lumière :
– les sources primaires (étoiles, Soleil...) ;
– les objets diffusants (planètes, satellites, murs blancs...).
Une condition nécessaire pour la vision : l'entrée de la lumière dans l'œil.

Propagation rectiligne de la lumière

Le faisceau de lumière.
Modèle du rayon de lumière.
Ombre propre, ombre portée et cône d'ombre : interprétation en termes de rayons de lumière.
Système Soleil-Terre-Lune.
Phases de la Lune, éclipses : interprétation simplifiée.

« Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs.

Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération.

En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite. »

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, au terme des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. » (alinéa 1^{er} de l'article 40) – « Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. »

Présentation du manuel

Chapitre

Chaque chapitre s'ouvre sur une grande photo déclenchant la problématique générale du chapitre.

Activités

Mémoire des activités expérimentales réalisées en classe, ces pages sont structurées par les différentes étapes de la **démarche d'investigation**.

Des questions permettent à l'élève de construire le bilan des activités.

Cours

Le bilan des connaissances à retenir sous forme de texte et de schéma. Des précisions et des illustrations faisant le lien avec la **vie courante**.

Le PETIT JOURNAL des PHYSICIENS

Des sujets en lien avec les notions du chapitre pour aiguïser la curiosité, aller plus loin, s'interroger...

Un texte écrit dans un style journalistique richement illustré pour donner envie de lire.

Exercices

De nombreux exercices, pour

Vérifier ses connaissances

Appliquer ses connaissances

et **Pour aller plus loin**.

Des questions qui font le lien avec la vie courante et les autres disciplines.

Graine de savant

En milieu de manuel, cette rubrique propose des expériences amusantes à faire en classe ou à la maison.

MÉTHODE

En fin de manuel, cette rubrique regroupe les méthodes à acquérir en classe de cinquième.

Sommaire

L'eau dans notre environnement

Chapitre 1 / L'eau dans notre environnement	9
Activités	
Quels sont les différents états de l'eau ?	10
L'eau solide et l'eau liquide ont-elles des propriétés différentes ?	10
L'eau est-elle présente partout ?	11
Cours	12
LE PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
De l'eau comme s'il en pleuvait	14
Et sur les autres planètes ?	15
Exercices	16
Chapitre 2 / Mesures de masse et volume	19
Activités	
Comment mesurer le volume d'un solide ?	20
Comment mesurer une masse ?	21
Cours	22
LE PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Poids et mesures, un système universel	24
Ça balance !	25
Exercices	26
Chapitre 3 / Une eau, des eaux	29
Activités	
Que contient une eau minérale ?	30
D'où proviennent les bulles des eaux minérales ?	31
Cours	32
LE PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Comment l'eau devient potable	34
L'eau, source de vie	35
Exercices	36
Chapitre 4 / L'eau est un solvant	39
Activités	
Peut-on dissoudre n'importe quel solide dans l'eau ?	40
Les solides disparaissent-ils lors d'une dissolution ?	40
Un liquide est-il toujours miscible avec l'eau ?	41
Deux liquides sont-ils toujours miscibles ?	41
Cours	42
LE PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Comme un poisson dans l'eau	44
D'autres solvants	45
Exercices	46
Chapitre 5 / Mélanges hétérogènes	49
Activités	
Comment séparer les constituants d'un mélange hétérogène ?	50
Comment séparer les constituants solides des liquides ?	51
Cours	52
LE PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Que deviennent les eaux usées ?	54
La centrifugation	55
Exercices	56

Chapitre 6 / Mélanges homogènes 59

Activités Comment séparer les constituants d'un mélange homogène ? 60

 Comment séparer les constituants colorés d'un mélange homogène ? 61

Cours 62

Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS À manger et à boire de toutes les couleurs..... 64

 La distillation..... 65

Exercices 66

Chapitre 7 / Vaporisation et liquéfaction de l'eau 69

Activités À quelle température l'ébullition de l'eau pure se produit-elle ? 71

 Quelle est l'influence de la pression sur la température d'ébullition ? 71

Cours 72

Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS Ça chauffe !..... 74

 Pression et prévisions..... 75

Exercices 76

Chapitre 8 / Solidification et fusion de l'eau 79

Activités Que se passe-t-il lors de la solidification et de la fusion de l'eau ? 80

 La masse et le volume changent-ils lors de la solidification de l'eau ? 81

Cours 82

Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS Il neige !..... 84

 Les sports de glace..... 85

Exercices 86

Graine de savant 89

Le circuit électrique

Chapitre 9 / Circuit électrique 103

Activités Comment faire briller une lampe avec une pile ? 104

 Quels sont les matériaux qui laissent passer l'électricité ? 104

 Qu'est-ce qu'un circuit électrique ? 105

Cours 106

Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS Et que ça brille ! 108

 Quand l'électricité fait mal 109

Exercices 110

Chapitre 10 / Le sens du courant 113

Activités Le courant a-t-il un sens ? 114

 Quel est le sens du courant ? 115

 Comment représenter des circuits électriques ? 116

Cours 118

Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS Merci la grenouille ! 120

 Dans la peau d'une pile 121

Exercices 122

Chapitre 11 / Association d'éléments électriques	125
Activités	
Comment allumer deux lampes en même temps ?	126
Qu'est-ce qu'un court-circuit ?	127
Quels sont les risques du court-circuit ?	127
Cours	128
Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Sécurité avant tout !	130
Les DEL, des diodes lumineuses	131
Exercices	132

La lumière : sources et propagation rectiligne

Chapitre 12 / Voir ou ne pas voir ?	137
Activités	
Où sont les sources de lumière ?	138
Jusqu'où va la lumière et dans quel sens ?	139
Qu'est-ce qui « arrête » la lumière ?	139
Cours	140
Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Mon œil !	142
Le Soleil, ami-ennemi	143
Exercices	144

Chapitre 13 / Propagation rectiligne de la lumière	147
Activités	
Comment la lumière se propage-t-elle ?	148
Peut-on voir la lumière ?	149
Cours	150
Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Des usages du laser	152
J'hallucine !	153
Exercices	154

Chapitre 14 / Ombre et lumière	157
Activités	
Où est l'ombre ? Où est la lumière ?	158
Quelles sont les propriétés de l'ombre d'un objet éclairé avec une source de lumière ponctuelle ?	159
Cours	160
Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
L'ombre, preuve que la Terre est ronde	162
L'ombre en peinture	163
Exercices	164

Chapitre 15 / Des ombres à grande échelle	167
Activités	
Comment expliquer l'alternance du jour et de la nuit ?	168
Comment expliquer la succession des saisons ?	169
Comment se succèdent les phases de la Lune ?	170
Qu'est-ce qu'une éclipse ?	171
Cours	172
Le PETIT JOURNAL DES PHYSICIENS	
Les calendriers	174
Quand la Lune joue à cache-cache	175
Exercices	176

Méthodes	179
-----------------	-----

Lexique	188
----------------	-----

PARTIE 1

L'eau dans notre environnement



Le programme de l'école primaire

États de la matière et changements d'État

Au cycle 2

La matière

Utilisation de thermomètres dans quelques situations de la vie courante.
L'eau dans la vie quotidienne : glace, eau liquide, observation des processus de fusion et de solidification, mise en relation avec des mesures de température.

Au cycle 3

La matière

États et changements d'état de l'eau : fusion, solidification, ébullition, état gazeux de l'eau, évaporation, condensation, facteurs agissant sur la vitesse d'évaporation.

Éducation à l'environnement

Le trajet et les transformations de l'eau dans la nature.

Mélanges et solutions

Au cycle 3

La matière

Mélanges et solution.

Éducation à l'environnement

La qualité de l'eau.

Programme officiel paru au B.O. hors série n° 1 du 14 février 2002
consultable sur le site B.O. :

<http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/>

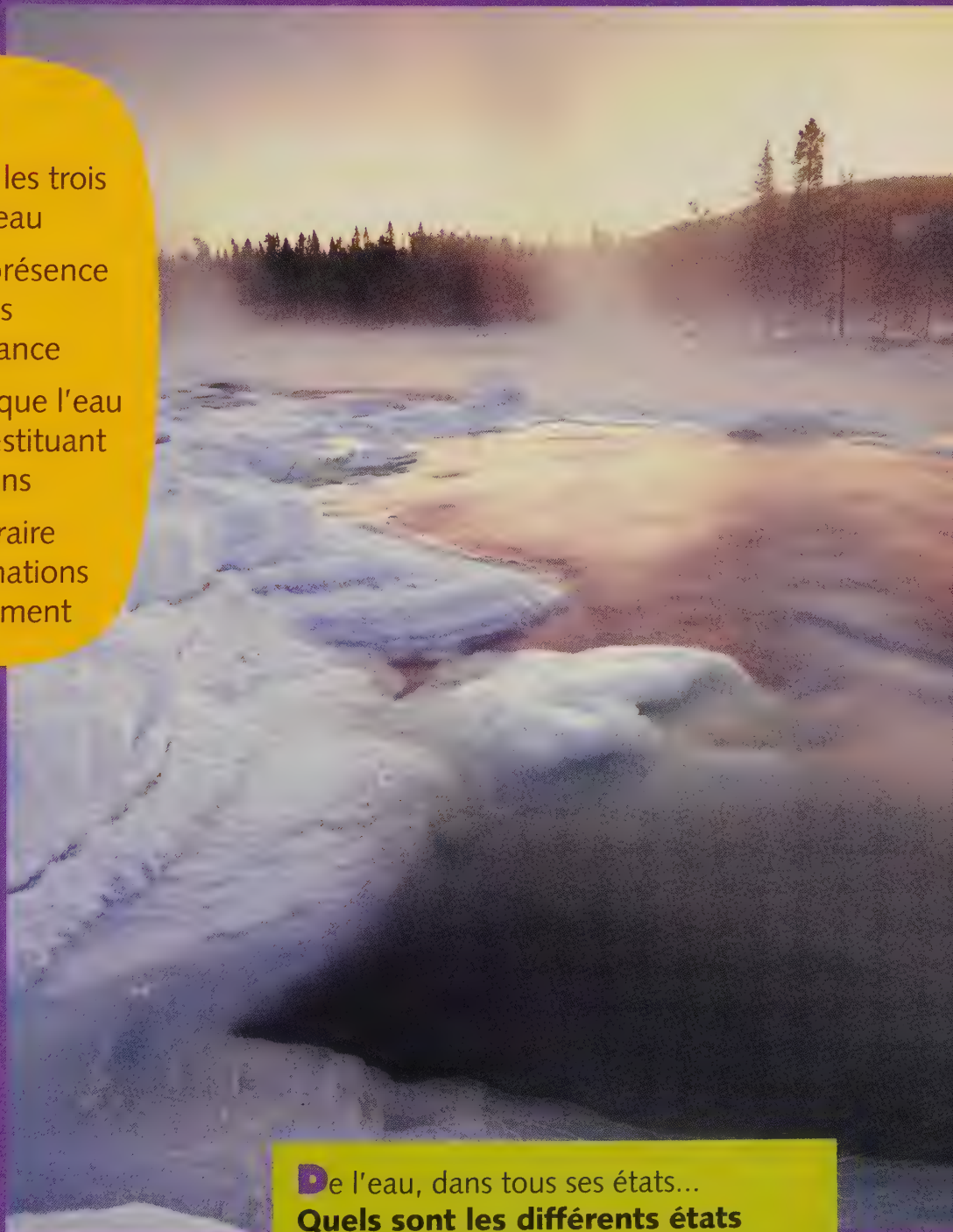
Chapitre

1

L'eau dans notre environnement

Objectifs

- Connaître les trois états de l'eau
- Tester la présence d'eau dans une substance
- Observer que l'eau est un constituant des boissons
- Savoir extraire des informations d'un document



De l'eau, dans tous ses états...
Quels sont les différents états de la matière ?

1 Quels sont les différents états de l'eau ?

■ Un document à étudier



■ Une conclusion à construire

- Observer le document et expliquer où se trouve l'eau à l'état liquide, à l'état solide et à l'état gazeux.
- Quand on traverse un brouillard, les vêtements semblent humides. Dans quel état se trouve l'eau dans ce brouillard ? D'où provient cette eau ?

Un lac de montagne en hiver.

2 L'eau solide et l'eau liquide ont-elles des propriétés différentes ?

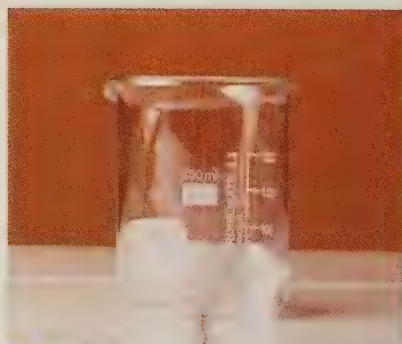
■ Des expériences à réaliser

Observer l'eau liquide et l'eau solide dans les différents récipients.

■ Des résultats à observer



1 De l'eau colorée liquide dans différents récipients.



2 De l'eau solide.

■ Une conclusion à construire

- L'eau liquide garde-t-elle la même forme selon les récipients dans lesquels elle se trouve ?
- L'eau solide garde-t-elle sa forme ?
- Que peut-on dire de la surface libre de l'eau liquide dans les différents récipients ?
- L'eau solide et l'eau liquide ont-elles des propriétés différentes ?

VOCABULAIRE

Surface libre : surface en contact avec l'air.

3 L'eau est-elle présente partout ?



Attention : le sulfate de cuivre est nocif ; le port des lunettes de protection est nécessaire et il faut se laver les mains après la manipulation.

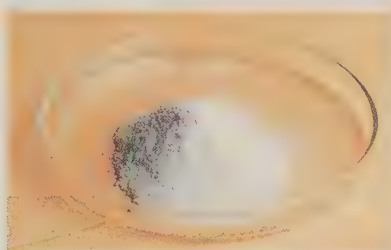
A - Comment mettre en évidence la présence d'eau ?

Mettre quelques gouttes d'eau sur du sulfate de cuivre anhydre.

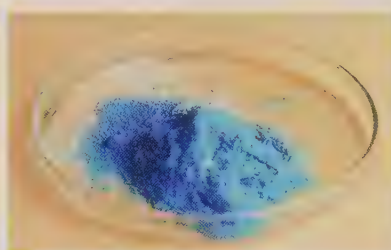
Qu'observe-t-on ?

Le sulfate de cuivre anhydre devient, au contact de l'eau, du sulfate de cuivre hydraté : il change de couleur.

On utilise cette réaction comme **test de reconnaissance** de l'eau.



1 Sulfate de cuivre anhydre.



2 Sulfate de cuivre hydraté.

VOCABULAIRE

Anhydre : qui ne contient pas d'eau.

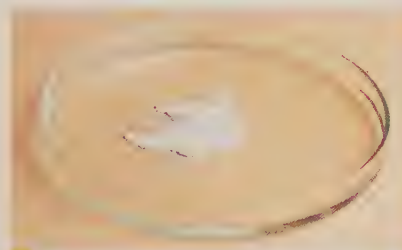
Hydraté : qui contient de l'eau.

B - Ces substances contiennent-elles de l'eau ?

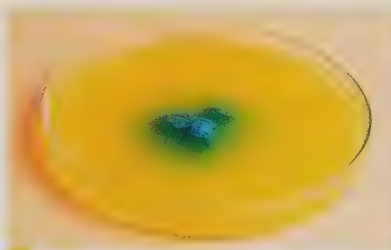
■ Des expériences à réaliser

Utiliser du sulfate de cuivre anhydre pour détecter la présence d'eau dans différentes substances (huile, acétone, jus d'ananas, lait, aliments, poire par exemple).

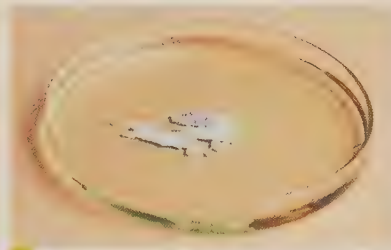
■ Des résultats à observer



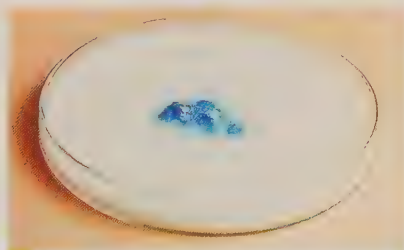
Huile.



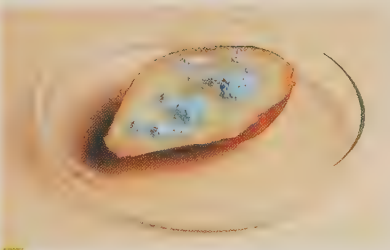
Jus d'ananas.



Acétone.



Lait.



Morceau de poire.

■ Une conclusion à construire

- Quelles substances contiennent de l'eau ? Justifier.
- Les liquides contiennent-ils tous de l'eau ?
- Les solides peuvent-ils contenir de l'eau ?
- L'eau est-elle présente partout ?

■ 1. Les différents états de l'eau

L'eau, sur Terre, existe sous trois états : liquide, solide, gazeux.

L'eau à l'état solide se trouve dans la neige et la glace.

L'eau à l'état liquide se trouve dans un lac, mais aussi dans les nuages et le brouillard.

L'eau à l'état gazeux est appelée **vapeur d'eau**. On ne peut la voir, mais elle se trouve dans l'air qui nous entoure.

Les trois états de l'eau sont :

- état **liquide** : lac, mer, buée, brouillard, etc. ;
- état **solide** : glace, neige, etc. ;
- état **gazeux** : vapeur.

Ce sont les trois états de la matière.

► *exercice 11*



Le gaz roux se disperse dans les deux flacons : comme tous les gaz, il occupe tout le volume dont il dispose.

■ 2. Propriétés des différents états

Quel que soit le récipient, l'eau solide conserve sa forme propre.

Ce n'est pas le cas de l'eau liquide qui prend la forme du récipient dans lequel elle se trouve. En revanche, la surface libre de l'eau liquide **au repos** est plane et horizontale.

Pour un gaz, c'est encore différent : il occupe tout l'espace dont il dispose. Il n'a ni forme, ni volume propre.

Les solides ont une **forme propre**.

Les liquides n'ont pas de forme propre et leur **surface libre**, au repos, est plane et horizontale.

Un gaz occupe tout l'espace qui lui est offert.

► *exercices 8, 12, 13*

VOCABULAIRE

Surface libre d'un liquide : surface en contact avec l'air.

Anhydre : qui ne contient pas d'eau.

Hydraté : qui contient de l'eau.

■ 3. Mise en évidence de l'eau

Le **sulfate de cuivre anhydre** (blanc) devient bleu en présence d'eau. Il s'agit du test de reconnaissance de l'eau.

On remarque la présence d'eau dans le jus d'ananas, le lait, le pain car le sulfate de cuivre devient bleu.

L'eau est présente dans beaucoup de substances, en particulier, dans tous les organismes vivants.

Par exemple, le corps d'un adulte contient, en moyenne, 65 % d'eau.

► *exercices 15, 16, 17*



Si on verse de l'eau sur du sulfate de cuivre blanc, il devient bleu. Si on chauffe le sulfate de cuivre bleu, il redevient blanc car il a perdu son eau.

L'eau dans tous ses états

Gaz invisible
présent dans l'air
qui nous entoure

Eau à l'état gazeux

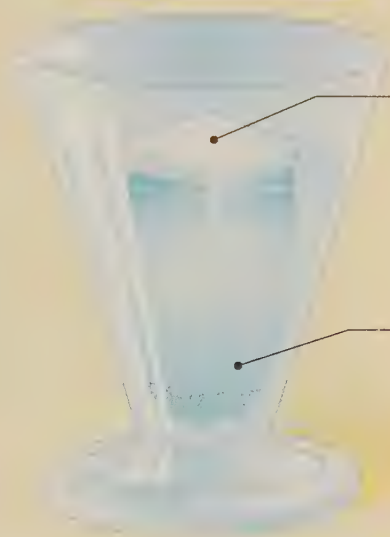
- pas de forme propre
- occupe tout l'espace offert

Eau à l'état solide

- forme propre
- peut être saisi entre les doigts

Eau à l'état liquide

- pas de forme propre
- surface libre plane et horizontale



Test de reconnaissance de l'eau

Ce test permet de mettre en évidence l'eau, qu'elle soit à l'état liquide, solide ou gazeux



De l'eau... comme s'il en pleuvait

L'eau est un élément indispensable à toute forme de vie sur Terre. Mais sa répartition sur notre planète est très inégale.

1 Une répartition inégale

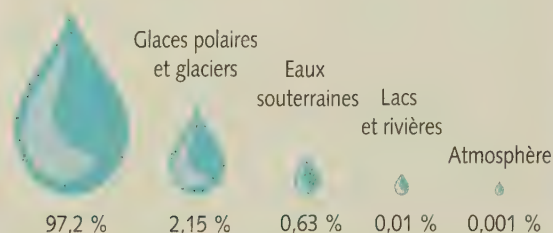
40 % c'est la proportion de déserts sur les terres émergées ! Chaudes ou froides, successions de rochers ou longues étendues de sable, ces zones ont pourtant toutes un point commun : ce sont des terres arides quasiment dépourvues d'eau. En effet, non seulement les précipitations y sont très rares, mais elles sont de surcroît soumises à un taux d'évaporation très élevé. Pour

autant, l'eau n'est pas (encore !) une denrée rare sur la Terre. Mais, essentiellement présente dans les mers et les océans, son exploitation et sa consommation ne peuvent être immédiates.

ZOOM SUR...

L'ensemble des réserves d'eau de la Terre est appelée l'**hydrosphère**.

Mers et océans



Malgré l'aridité, la vie se développe aussi dans les déserts, et dès qu'il pleut, des plantes robustes poussent dans le sable.

2 Forcer la pluie, c'est possible !



De la pluie sur commande... Voilà ce que propose Gaston avec sa nouvelle invention, la fusée à pluie. Pour contraindre les précipitations trop rares des zones arides, il bricole une fusée qui dissémine dans les nuages un produit censé

déclencher une averse. Cette idée en apparence un peu folle n'est en fait pas irréaliste ! On peut en effet « faire pleuvoir » de façon artificielle : cette technique, appelée « l'ensemencement des nuages », consiste à envoyer des avions qui pulvérisent différentes substances chimiques dans les nuages.

Ces substances permettront la formation de gouttes d'eau assez grosses pour tomber en pluie. Les résultats de cette technique sont encourageants (dans les zones étudiées, les précipitations ont augmenté de 20 %), mais encore trop insuffisants pour éradiquer la sécheresse.

Ces questions concernent toute la page.

1 Le problème de l'eau

Pourquoi ne peut-on pas utiliser directement l'eau des mers et des océans ? A-t-on aujourd'hui des moyens de récupérer et d'utiliser cette eau ?

2 Les grands réservoirs

Quelles sont les principales réserves d'eau de la Terre ?

http://www.geocities.com/boss_be_99/biomes_terrestres.htm

<http://www.lci.fr/news/sciences/2001/0,,804069-VU5WX0IEIDUy,00.html>

Et les autres planètes ?

L'eau est présente dans tout le cosmos, y compris sur les autres planètes du système solaire. Mais la Terre, notre planète bleue, est la seule à posséder de l'eau liquide.

1 À chacune son destin



Une vue d'artiste du système solaire.

Aux premiers moments de leur existence, toutes les planètes du système solaire ont contenu de l'eau. Mais suivant leur taille et leur distance au soleil, elles ont chacune connu une évolution spécifique. On distingue quand même deux groupes de planètes : les planètes rocheuses (Mercure, Vénus, Mars et la Terre) et les

planètes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune). Les planètes les plus proches du Soleil, Mercure et Vénus, ont vu leur eau se transformer progressivement en vapeur. Les plus éloignées contiennent de la vapeur d'eau et il est probable que leurs noyaux renferment aussi de la glace. Quant à Pluton, très éloignée, elle reste mal connue. Enfin, la dernière en date, Sedna : observée pour la première fois le 14 novembre 2003, elle serait la dixième planète de notre système solaire ! Très étudiée depuis sa découverte, on y a décelé de l'eau gelée.

CAP SUR... LA LUNE !

Des images de la sonde « Lunar Prospector » peuvent laisser penser qu'à ses pôles, ce satellite de la Terre possède de l'eau sous forme de glace. Mais l'incertitude demeure.

Située à une distance idéale du Soleil, **la Terre** a pu conserver une partie de son eau à l'état liquide. C'est ainsi que la vie a pu éclore dans les océans avant de conquérir la terre ferme.

2 Mars, encore de nombreuses questions à élucider

Mars est une planète froide, sèche et désertique. Mais les canyons que l'on peut observer sur certaines images de la planète laissent penser qu'ils ont été creusés par de l'eau liquide, il y a des milliards d'années. Si de l'eau a autrefois coulé sur Mars, c'est que son climat l'a permis. Que s'est-il donc passé pour que ce climat, clément à ses premiers jours, ait changé si radicalement ?

Sèche et désertique, Mars est surnommée la « planète rouge ».

La température y est très inférieure à 0 °C.

On l'ignore encore. De même, on ne sait toujours pas ce qu'il est advenu de l'eau qui s'y trouvait à l'origine, et dont on ne retrouve, dans son atmosphère, que quelques traces infimes sous



forme de glace. Certains chercheurs pensent que cette eau « manquante » est en fait figée dans la croûte martienne.

Ces questions concernent toute la page.

1 Les états de l'eau

Quels sont les états de l'eau présente sur la Terre ?

Et sur les autres planètes du système solaire ?

2 La Lune

La Lune est-elle une planète du système solaire ?

Y trouve-t-on de l'eau ?

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/univers/eauTerre.html>
<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/univers/eauPlan.html>

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Donner l'état de l'eau qui correspond aux mots suivants :
neige, pluie, glace, vapeur, mer, rivière, iceberg.

2 Répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes.

- a. Un gaz a une forme propre.
- b. Un liquide peut être pris à la main.
- c. Un liquide prend la forme du récipient dans lequel il se trouve.
- d. Un solide n'a pas de volume propre.
- e. La surface libre d'un liquide au repos est plane et horizontale.

3 Chaque récipient représenté ci-dessous contient du liquide.
Recopier les dessins et les compléter en traçant une surface libre du liquide.



4 a. La surface libre d'un liquide au repos est-elle horizontale ou verticale ?

b. La surface libre d'un liquide agité est-elle horizontale ? Pour répondre, penser à un exemple de la vie courante.

5 a. Quel réactif permet de mettre en évidence la présence d'eau ?

b. De quelle couleur est-il quand il n'y a pas d'eau ?

c. Quelle est sa couleur en présence d'eau ?

6 Recopier et compléter les phrases suivantes.

a. Le sulfate de cuivre anhydre est de couleur

b. En présence d'eau, le sulfate de cuivre anhydre devient

c. L'huile ne contient pas d'eau ; en sa présence le sulfate de cuivre anhydre est de couleur

7 Recopier et compléter les phrases suivantes en utilisant les conjonctions « si » ou « donc ».

a. Le sulfate de cuivre anhydre est devenu bleu on est en présence d'eau.

b. Le sulfate de cuivre anhydre devient bleu on le met en présence d'eau.

Appliquer ses connaissances

8 Solide, liquide ou gaz ?

Trouver l'état de l'eau dans chaque ballon. Expliquer les résultats en utilisant la conjonction « donc ».



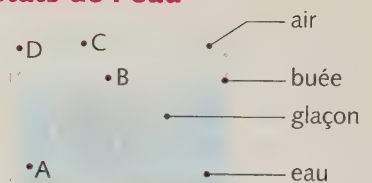
9 Une erreur !

Un intrus s'est glissé dans une liste de mots. Trouver l'erreur et justifier la réponse.

brouillard pluie fumée
nuage neige

10 Différents états de l'eau

Observer le schéma ci-contre.



Recopier et compléter le

tableau suivant par des croix, en donnant l'état de l'eau aux différents points.

Points	A	B	C	D
Solide				
Liquide				
Gaz				

11 Classer en solides et en liquides, les substances suivantes à température ambiante :
encre, sucre, lait, semoule, verre, sirop.

12 Qui a raison ?

Léna et Paco font la même expérience et récupèrent chacun la même quantité de gaz. Léna choisit d'utiliser, pour recueillir le gaz, un flacon d'1 litre. Paco utilise un flacon de 2 litres.

a. Comment se répartit le gaz dans le flacon d'1 litre ? et dans le flacon de 2 litres ?

b. Paco dit à Léna qu'il a recueilli 2 fois plus de gaz qu'elle ; Léna n'est pas d'accord. Qui a raison et pourquoi ?

13 Petit problème !

Léna et Paco ont représenté un pichet de jus d'orange et un verre.



Dessin de Paco

Dessin de Léna

a. Quel est le dessin qui représente correctement le jus d'orange dans le pichet ? Justifier.

b. Le jus d'orange représenté par Léna pourrait-il couler ?

14 Casserole d'eau

Lorsque l'on fait bouillir de l'eau, on remarque un panache au-dessus de la casserole.

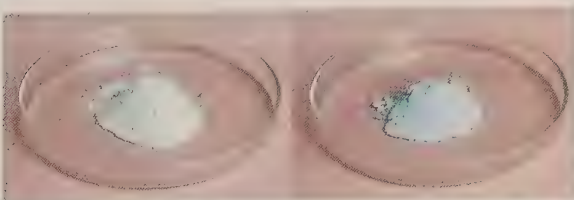
a. De quelle matière s'agit-il ? Dans quel état est-elle ?

b. Est-ce un brouillard ou une fumée ?

Indication : une fumée contient des éléments solides.

15 De l'eau sur le sulfate de cuivre anhydre

On observe, au bout de plusieurs jours à l'air libre, un bleuissement du sulfate de cuivre anhydre.

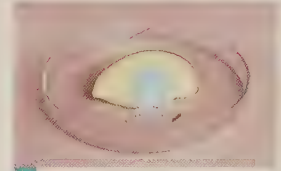


D'où vient l'eau qui bleuit le sulfate de cuivre ? Dans quel état était-elle ?

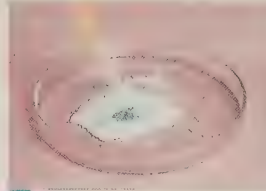
16 Test de reconnaissance de l'eau

On réalise le test de reconnaissance de l'eau sur divers aliments.

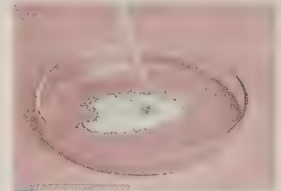
On obtient les résultats suivants :



Morceau de pomme



Jus de fruit



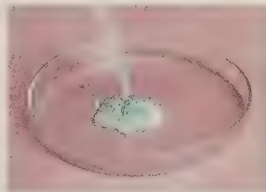
Huile

a. Donner le nom de la substance blanche utilisée pour l'expérience.

b. Quel aliment contient de l'eau ? Justifier la réponse en utilisant la conjonction « car ».

17 De l'eau ou non ?

Pour désinfecter une plaie, on utilise parfois de l'alcool à 90° ou 70°. On met quelques gouttes d'alcool sur du sulfate de cuivre anhydre, on obtient le résultat suivant :



a. De quelle couleur devient le sulfate de cuivre ?

b. Pourquoi n'est-il pas devenu vraiment bleu ?

c. Rechercher au CDI ce que veut dire « alcool à 90° ».

18 Obtenir du sulfate de cuivre anhydre

On cherche à obtenir à partir du sulfate de cuivre bleu, du sulfate de cuivre anhydre.

Reproduire et compléter le schéma ci-dessous.



Exercices

19 Analyser le test de reconnaissance de l'eau

Un élève réalise le test de reconnaissance de l'eau sur différents liquides. Il obtient les résultats suivants :

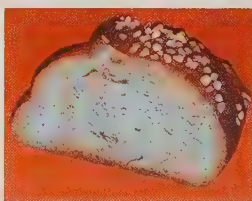
Liquide	Lait	Encre bleue
Couleur obtenue	Bleue	Bleue

- Quelle substance utilise-t-on pour faire le test ?
- L'élève affirme qu'il y a de l'eau dans le lait et dans l'encre bleue.
A-t-il raison ? Expliquer votre réponse.
- Schématiser une expérience complémentaire que l'on pourrait faire pour montrer qu'il y a de l'eau dans l'encre bleue.

20 En êtes-vous sûr ?

Lors d'activités expérimentales, Ahmed a déposé sur un morceau de gâteau un peu de sulfate de cuivre anhydre. Il n'a pas eu le temps d'observer son résultat et se dit qu'il le fera la semaine suivante.

Quand il revient, voici ce qu'il observe :
Il en conclut que le gâteau contient de l'eau.



A-t-il raison ? Justifier votre réponse.

21 Un peu de calcul

Le corps humain est composé en majorité d'eau, mais selon les époques de la vie, la proportion

en eau varie. Chez un fœtus de 2 mois, pesant 3 g (grammes) la masse en eau est de 2,91 g. Chez un nourrisson de 3 kg (kilogrammes), elle est de 2,25 kg tandis que chez un adulte de 70 kg, elle est de 45,5 kg.

Calculer, dans chaque cas, le pourcentage en eau contenu dans le corps.

22 Où est l'eau ?

Un élève doit étiqueter deux tubes à essais. L'un contient de l'eau, l'autre du cyclohexane. Il sait que le cyclohexane ne contient pas d'eau.

Comment peut-il faire pour mettre les étiquettes sur les bons tubes ?

23 Répartition de l'eau sur Terre

On donne le tableau de répartition de l'eau sur Terre :

Lieux	Pourcentage
Océans	97,3
Glaciers	2,15
Nappes phréatiques, cours d'eau, lacs	0,64
Atmosphère	0,001

- Où se trouve l'eau à l'état liquide, à l'état solide et à l'état gazeux ?
- Quel est le pourcentage de l'eau à l'état liquide, à l'état solide et à l'état gazeux ?
- Quel est le pourcentage d'eau douce utilisable par l'homme ?

Pour aller plus loin

24 Petit problème !

Une chimiste trouve dans son laboratoire trois tubes à essais remplis de liquides transparents, numérotés 1, 2, 3. Elle est bien ennuyée car elle ne sait plus ce qu'il y a dans les tubes.

Elle se souvient que :

- l'un des tubes contient de l'eau ;
- un autre de l'eau sucrée (avec du glucose) ;
- le dernier de l'acétone (un liquide qui ne contient pas d'eau).

Elle connaît deux tests très utiles :

La liqueur de Fehling qui est	bleue en absence de glucose	rouge en présence de glucose
Le sulfate de cuivre qui est	blanc en absence d'eau	bleu en présence d'eau

Aidons-la à retrouver le contenu de chaque tube.

- Décrire étape par étape une méthode pour déterminer le contenu de chacun des tubes.

- Le liquide 1 fait réagir le sulfate de cuivre anhydre, mais ne fait pas réagir la liqueur de Fehling.
Le liquide 2 ne fait réagir ni le sulfate de cuivre anhydre, ni la liqueur de Fehling.

Quel est le contenu du tube 1 ? du tube 2 ? Justifier.

- Quel doit être le contenu du tube 3 ? Proposer un test et le résultat attendu qui permet de s'en assurer.



Chapitre / 2

Mesures de masse et de volume

Objectifs

- Connaître les unités de masse et de volume
- Mesurer une masse
- Mesurer un volume
- Savoir que la masse d'1 litre d'eau est voisine de 1 kilogramme



Halte au gaspillage !

Quel volume d'eau utilise-t-on en se brossant les dents, robinet ouvert ?

1 Comment mesurer le volume d'un solide ?

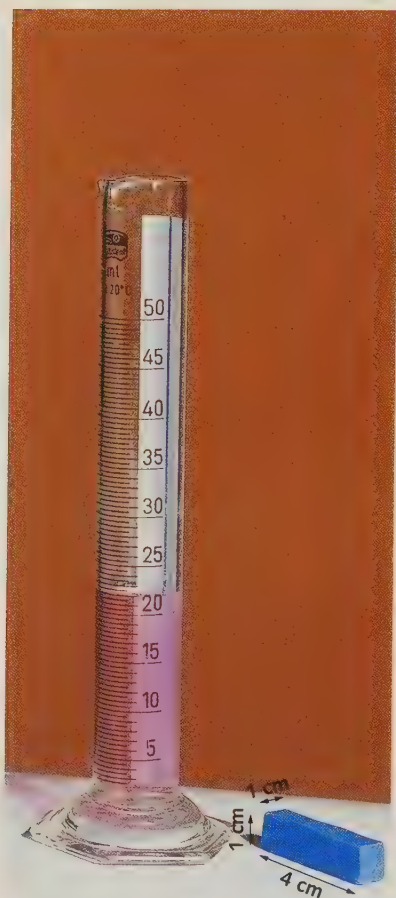
■ Des expériences à réaliser

Verser, à l'aide d'un bécher, de l'eau dans une éprouvette et lire le volume initial V_1 de l'eau.

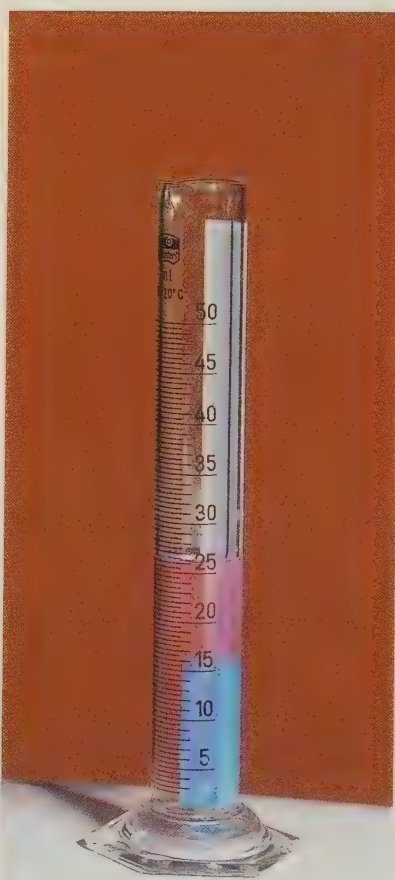
Placer l'objet solide dont on veut mesurer le volume dans l'éprouvette. Lire le nouveau volume V_2 .

Pour lire les volumes de liquide, voir la fiche méthode p. 183.

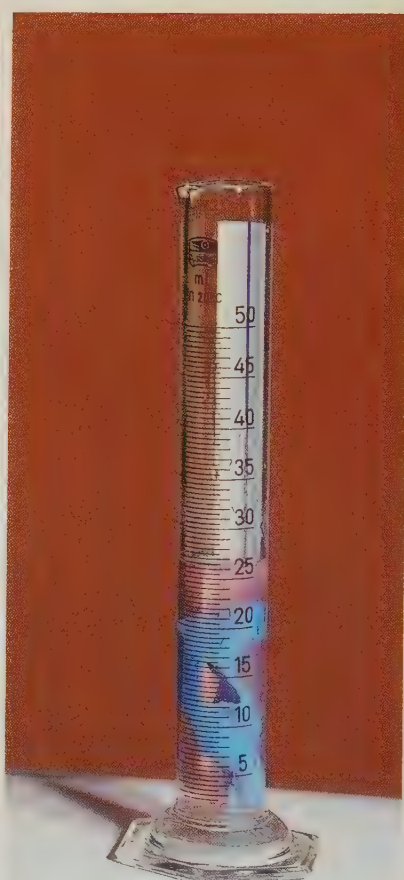
■ Des résultats à observer



1 Mesure du volume d'eau V_1 .



2 Mesure du volume V_2 .



3 Mesure du volume V_3 après avoir déformé le parallélépipède rectangle.

■ Une conclusion à construire

- Lire les volumes V_1 et V_2 .
- En déduire le volume du parallélépipède rectangle.
- Calculer le volume du parallélépipède rectangle et comparer avec le résultat précédent.
- On déforme le parallélépipède en pâte à modeler puis on mesure son volume. Quel est le résultat obtenu ? Justifier la réponse.
- Pourquoi utilise-t-on cette méthode pour mesurer le volume d'un solide ?

2 Comment mesurer une masse ?

■ Des expériences à réaliser

Placer une **fiolle jaugée** de 500 mL vide sur une balance. Appuyer sur le bouton TARE pour ramener l'indication de la balance à zéro. Remplir la fiolle jaugée d'eau. Placer le tout sur la balance : on obtient la valeur de la masse m_1 .

Peser un ballon peu gonflé. Noter la valeur de la masse m_2 . Introduire le maximum d'air possible dans le ballon et le peser à nouveau : noter la nouvelle valeur de la masse m_3 .

■ Des résultats à observer



1 Avant d'introduire le liquide, on place le récipient sur la balance et on fait la tare.



2 Mesure de la masse m_1 de 500 mL d'eau.



3 Mesure de la masse m_2 du ballon de football.



4 Mesure de la masse m_3 du ballon de football.

■ Une conclusion à construire

- À quoi sert la tare ?
- Quelle est la valeur de la masse de 500 mL d'eau ? En déduire la masse d'un litre d'eau.
- Décrire la méthode à utiliser pour mesurer la masse si la balance ne possédait pas de tare.
- Un gaz a-t-il une masse ? Le résultat prouve-t-il qu'un gaz est de la matière ?
- Peut-on mesurer directement la masse d'un liquide ou d'un gaz et peut-on utiliser le même récipient ?

■ 1. Mesures de volumes

Dans le cas d'un **liquide**, la mesure du volume se fait directement dans une éprouvette.

Pour les **solides** on ne peut pas faire de mesure directe du volume. On procède donc en deux étapes : on introduit un volume V_1 d'eau dans une éprouvette graduée. Puis on place le solide dans l'eau. Le niveau du liquide augmente (on lit la valeur V_2). Le volume du solide est donc $V_2 - V_1$, même si on le déforme. Le **gaz** est un cas particulier car il occupe tout le volume mis à sa disposition.

L'**unité internationale de volume** est le mètre cube m^3 , mais on utilisera surtout les sous-multiples dm^3 et cm^3 . Il existe d'autres unités comme le **litre** et ses sous-multiples.

Unité	kL	hL	daL	L	dL	cL	mL
Valeur en litre	1 000	100	10	1	0,1	0,01	0,001
Unité	m^3			dm^3			cm^3

On mesure les volumes avec une **éprouvette graduée** ou de la **verrerie jaugée**.

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 1\,000 \text{ cm}^3 = 1\,000 \text{ mL} \text{ ou } 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL.}$$

► exercices 9, 14

■ 2. Mesures de masses

On mesure la masse avec une **balance**. L'unité internationale de masse est le **kilogramme (kg)**. On utilise aussi les sous-multiples gramme (g) ou milligramme (mg).

On peut mesurer la masse d'un liquide, d'un solide ou d'un gaz. La masse d'**1 litre d'eau** (1 000 mL) est **1 000 g** ou **1 kg**. Un gaz est de la matière, donc il a une masse, il est pesant.

Unité	kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
Valeur en gramme	1 000	100	10	1	0,1	0,01	0,001

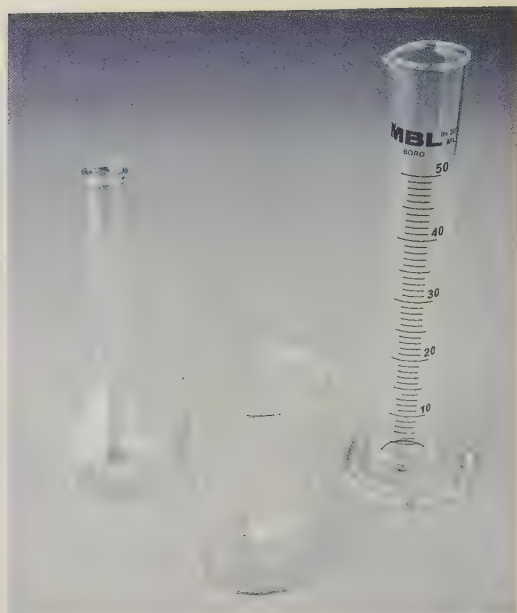
La masse se mesure avec une **balance**. Son unité est le **kilogramme (kg)**.

La masse d'**1 litre d'eau** est de **1 kg**.

Deux objets (doc. 2) peuvent avoir le même volume et la même forme sans avoir la même masse.

Des objets de volumes très différents (doc. 3) peuvent avoir la même masse.

► exercices 11, 13



1 Matériel de mesures de volumes : une fiole jaugée, un bécher et une éprouvette graduée. Pour les mesures de précision on utilisera plutôt la fiole jaugée ou l'éprouvette.

Les mots de la vie courante

La masse n'est pas le poids : la masse est reliée à la quantité de matière d'un objet.



2 Boules de pétanque en plastique et en métal.



3 Qu'est-ce qui est le plus lourd : 1 kg de plumes ou 1 kg de plomb ?

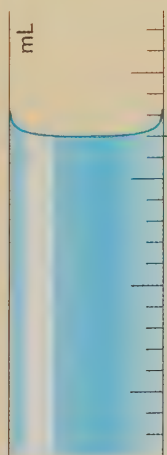
MASSE D'UN LITRE D'EAU



Dans les conditions normales,
**1 litre d'eau a
une masse voisine de 1 kg**

MESURER UN VOLUME

Unité internationale : le m^3



$1 \text{ L} = 1\,000 \text{ mL}$
 $1 \text{ L} = 1\,000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$
 $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

MESURER UNE MASSE

Unité internationale : le kg

1 On **tare** la balance : elle affiche 0 g.



2 On **mesure** la masse.



$1\,000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$

Poids et mesures, un système universel

{ Avant la Révolution, la profusion des systèmes de poids et mesures causait une confusion que l'adoption d'un étalon unique et universel a dissipée.

1 Histoire d'une unification

Le 7 avril 1795 : la Convention adopte par décret le **système métrique** comme système de mesure officiel. Enfin ! Avant cette date, en effet, la France comptait près de sept cents unités de mesure différentes ! D'une région à l'autre, d'une ville à l'autre

et quelquefois même d'un commerçant à l'autre, la valeur de ces unités varie, ce qui entrave les progrès de la science et complique considérablement les échanges commerciaux. Ainsi, l'arpent était l'unité de longueur la plus couramment utilisée sous l'Ancien Régime.

Mais pour mesurer un arpent, on n'utilisait pas toujours le même nombre de pieds ! Pour pallier tous ces inconvénients, il fallait donc définir des unités, garanties par un étalon unique et universel lié à une grandeur naturelle mesurable : le méridien terrestre.

ZOOM SUR...

Le mètre est né en France le 26 mars 1791. Il est défini comme une fraction du méridien terrestre. Après plusieurs réajustements, le mètre est redéfini en 1983 comme étant égal à la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant $1/299\,792\,458$ seconde.

2 Le kilogramme vient de l'eau

Quelle coïncidence : un litre d'eau pèse un kilogramme ! En fait, il ne s'agit pas d'un heureux hasard mais d'une simple question de définition. En effet, une fois le système métrique établi, il fallait adopter pour les mesures des masses un système lui aussi fixe et universel. C'est pourquoi il paraissait judicieux de définir une unité de masse qui dépendrait du mètre : les autorités françaises décidèrent d'instaurer comme unité de masse légale la masse d'un décimètre cube d'eau portée à 4 °C.

1 Le mètre

Pourquoi fallait-il adopter un système de mesure universel ?

2 Le kilogramme

Comment est défini le kilogramme ? Un litre d'eau à 0 °C a-t-il le même volume qu'à 4 °C ? La même masse ?



L'étalon historique est conservé au pavillon de Breteuil à Sèvres.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Unités_de_mesure_de_l'Ancien_Régime
<http://www.cybersciences.com/Cyber/2.0/Q7615.asp>

Ça balance !

Les premières balances sont apparues en Égypte 2 000 ans avant notre ère. La plus emblématique de toutes est la balance de Roberval, dont le principe simple et universel parvient à la faire survivre à la balance électronique.

1 La balance de Roberval

Produit de l'ingéniosité du physicien et mathématicien français Gilles de Roberval (1602-1675), cette balance repose sur un principe fort simple, auquel elle doit d'ailleurs son succès. Elle est composée de deux plateaux horizontalement stables, reposant sur un fléau à deux bras égaux, et nécessite l'emploi de masses marquées, couramment appelées « poids ». La pesée se fait en **comparant** la

masse de l'objet que l'on cherche à peser avec celle des masses marquées : on place l'objet sur un plateau et sur l'autre, une masse suffisante pour que la balance s'équilibre. En effet, si les plateaux sont à la même hauteur (à l'équilibre), c'est qu'ils supportent tous les deux la même masse.

Robuste, mais petite et simple d'utilisation, la balance de Roberval s'impose chez tous les négociants dès le début du XVIII^e siècle.

Si elle n'est quasiment plus utilisée en France, la balance de Roberval reste néanmoins la reine des souks africains et des marchés asiatiques.



ZOOM SUR...

La balance de Roberval utilise des masses marquées : si, pour équilibrer la balance, il a fallu utiliser une masse d'1 kg, une masse de 200 g, et deux masses de 20 g, alors l'objet pesé a une masse de :
 $1000 + 200 + 2 \times 20 = 1\,240$ grammes.

En anglais, le terme « balance » signifie équilibre. On comprend mieux pourquoi !

2 La balance du Watt

Le kilogramme reste aujourd'hui la seule et dernière unité de mesure à dépendre d'un étalon (un cylindre en platine). Or, cet étalon s'use avec le temps, et par conséquent sa masse diminue, ce qui est très gênant pour un étalon ! C'est pourquoi les chercheurs du Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) se sont fixés pour objectif de s'affranchir enfin de cet étalon et de ne définir le kilogramme qu'à partir de constantes physiques fondamentales, comme c'est le cas pour toutes les autres unités de mesure (mètre, seconde, etc.). Ce projet ambitieux est appelé « balance du Watt ». Cette « balance » n'a rien de banal : il s'agit en fait d'un dispositif très complexe qui permettra de

comparer deux masses et de les relier à une constante physique. L'expérience est en cours et les résultats sont très encourageants.

1 Équilibre des masses

Comment fonctionne la balance de Roberval ?

2 La balance du Watt

Quelle sera la fonction de la balance du Watt ? Servira-t-elle à peser des objets ?

Le BIPM à découvrir sur
<http://www.bipm.fr/fr/home>

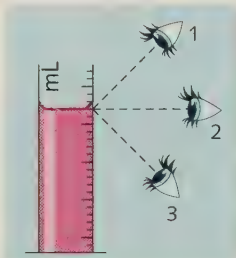
Exercices

Vérifier ses connaissances

- 1 a. Quel appareil utilise-t-on pour mesurer une masse ?
b. Quelle est l'unité internationale de masse ?
- 2 Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?
a. Un volume se mesure à l'aide d'une balance.
b. L'unité de volume est le mètre cube.
c. La masse se mesure à l'aide d'une balance.
d. L'unité de masse est le litre.
- 3 a. Comment se nomme la surface incurvée d'un liquide dans un tube ?

Indication : voir fiche méthode p. 183.

- b. Sur le schéma ci-contre, quelle est la bonne position de l'œil pour lire correctement le volume du liquide ?

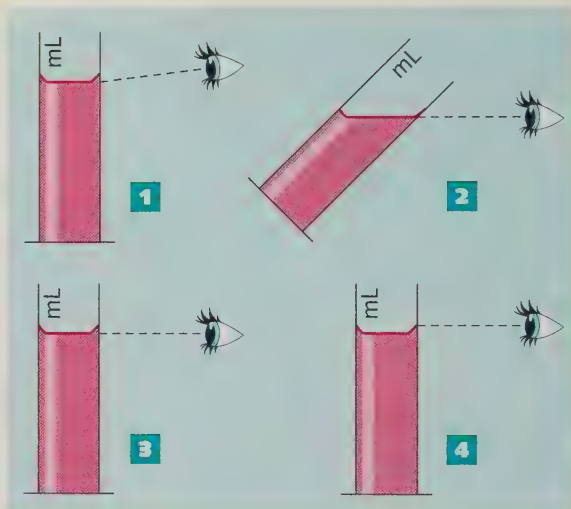


- 4 Quelle est la masse d'un litre d'eau ? Choisir les bonnes réponses parmi les propositions suivantes : 1 000 g ; 1 000 kg ; 1 kg ; 100 g.
- 5 Choisir les bonnes réponses.
a. $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$; $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$; $1 \text{ cm}^3 = 100 \text{ mL}$.
b. $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$; $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ mL}$; $1 \text{ dm}^3 = 100 \text{ mL}$.

- 6 Recopier et compléter le tableau des unités de masse.

Unités de masse	kg			g			
-----------------	----	--	--	---	--	--	--

- 7 a. Peut-on mesurer la masse d'un liquide en le plaçant directement sur la balance ?
b. À quoi sert la tare ?
- 8 Préciser, pour chaque schéma, si l'on a la bonne position de l'œil et la bonne position de l'éprouvette.



Appliquer ses connaissances

9 Conversions

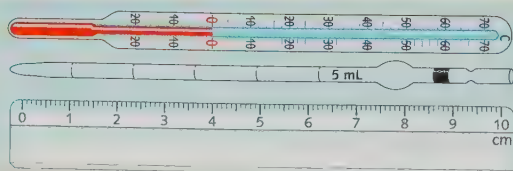
Recopier et compléter :

- a. $150 \text{ kg} = \dots \text{ g}$; b. $12,56 \text{ g} = \dots \text{ hg}$;
c. $82,4 \text{ mg} = \dots \text{ g}$; d. $78,99 \text{ cg} = \dots \text{ mg}$.

Indication : s'aider d'un tableau de conversion.

10 Graduations

D'autres appareils de mesure utilisent des graduations pour permettre la lecture des grandeurs à mesurer. Indiquer pour chaque appareil la valeur d'une division de la graduation et préciser l'unité utilisée pour la mesure.



11 Conversions (bis)

Recopier et compléter :

- a. $12,4 \text{ cm}^3 = \dots \text{ dm}^3$;
b. $165 \text{ m}^3 = \dots \text{ cm}^3$;
c. $59,89 \text{ dm}^3 = \dots \text{ mm}^3$;
d. $1,5 \text{ L} = \dots \text{ cL} = \dots \text{ dm}^3$;
e. $65 \text{ mL} = \dots \text{ dL} = \dots \text{ cm}^3$.

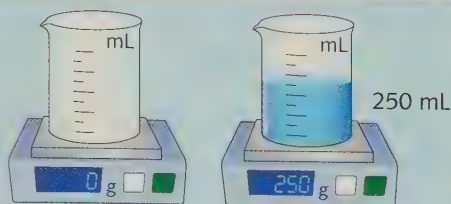
Indication : s'aider d'un tableau de conversion.

12 Quel liquide ?

Un élève trouve un flacon d'un litre rempli d'un liquide semblable à de l'eau. Il décide de peser le flacon plein : sa masse est 1 023 g. Il transvase le liquide et pèse le flacon vide. Il obtient 323 g.

Peut-il savoir si le flacon contient de l'eau ?

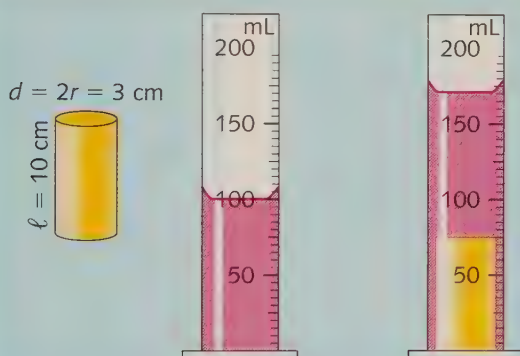
13 Mesure de masse d'un liquide



- Quelle est la masse du liquide ?
- Est-ce de l'eau ? Justifier la réponse.

14 Mesure du volume d'un solide

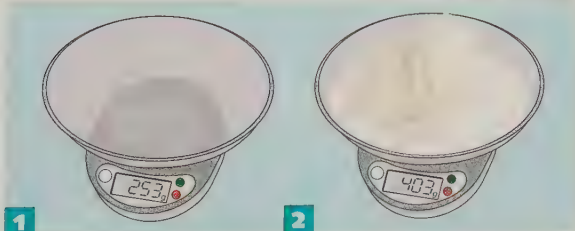
On dispose d'un objet cylindrique dont on veut mesurer le volume. Pour cela, on verse un volume d'eau de 100 cm³ dans une éprouvette graduée. Puis, on introduit le cylindre dans cette éprouvette.



- Quel est le volume du cylindre ?
- Calculer, à l'aide de la formule $\pi \times r \times r \times l$, le volume du cylindre. Pourquoi a-t-on une différence de résultat avec la réponse à la question a ?

15 Un peu de cuisine

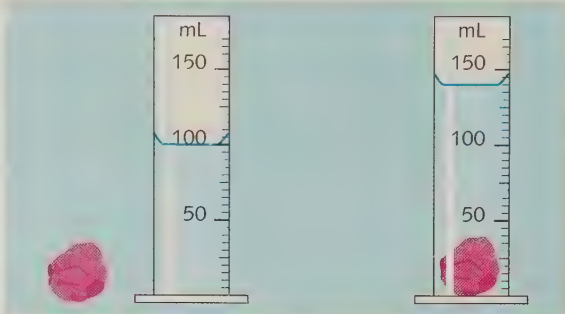
Juliette et Émilien décident de faire un gâteau. Émilien prend une balance électronique et place un récipient dessus (1). Juliette met la farine dedans (2). Émilien n'est pas content car il dit qu'ils ne peuvent plus connaître la masse de farine, puisque que la balance n'a pas été tarée. Juliette affirme que c'est possible.



Peut-on connaître la masse de farine placée dans le récipient ? Si oui, quelle est-elle ? Expliquer le raisonnement utilisé.

16 De la pâte à modeler

1. On dispose d'un morceau de pâte à modeler, dont on doit mesurer le volume. On réalise les manipulations suivantes :



- Quel est le volume de la pâte à modeler ?
 - Expliquer la méthode utilisée pour faire la mesure.
2. On brise la pâte en deux morceaux et on mesure le volume des deux morceaux. Quel sera le volume des deux morceaux ? Expliquer le résultat et faire le schéma de la manipulation.

17 Que c'est lourd !

Transporter 6 bouteilles d'eau d'1,5 litres chacune n'est pas une partie de plaisir ! L'ensemble pèse en effet 9 588 g !

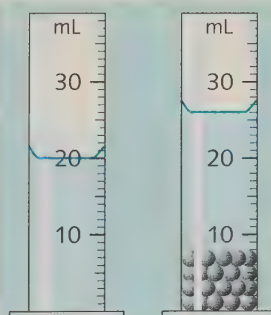
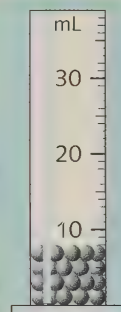
- Calculer la masse d'eau contenue dans les six bouteilles.
- Calculer la masse des bouteilles vides.

18 Volume des billes

Chloé place des billes dans une éprouvette graduée.

- Quelle est la valeur V_1 du volume du tas de billes dans cette éprouvette ?

b. Elle verse de l'eau dans une éprouvette identique à la précédente. Puis elle verse l'eau dans l'éprouvette



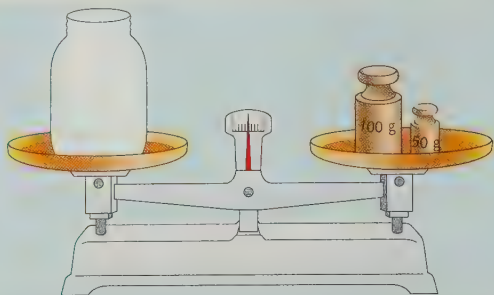
contenant les billes. Quel est le volume V_2 occupé par les billes ?

- Comment expliquer la différence entre le volume V_1 et le volume V_2 ?

Exercices

19 Balance de Roberval

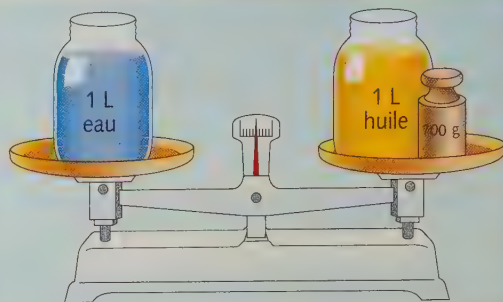
Il existe d'autres balances que les balances électroniques. L'une d'elles, très connue, est la balance de Roberval : elle est constituée de deux plateaux qu'il faut mettre en équilibre. On place sur un plateau un flacon de capacité 1 L et on met la balance en équilibre.



- Quelle est la masse du flacon ?
- On introduit 1 litre d'eau dans le flacon. Reproduire le dessin précédent et ajouter les masses marquées nécessaires au nouvel équilibre.

20 Masse d'un litre d'huile

On place deux flacons de capacité 1 litre sur les plateaux d'une balance et elle est en équilibre. On introduit 1 litre d'eau dans un des flacons et 1 litre d'huile dans l'autre. On refait l'équilibre en ajoutant des masses.



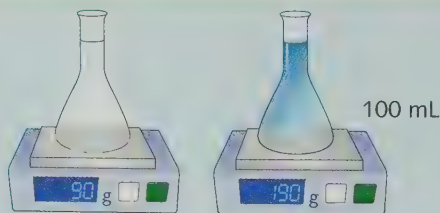
- Quelle est la masse d'un litre d'huile ?
- À l'aide de la balance et de masses marquées, trouver une autre manipulation pour mesurer la masse d'un litre d'huile.

Pour aller plus loin

21 Il flotte ou il coule ?

Lors d'une activité expérimentale, Samir constate que lorsqu'il met une pile ronde dans l'eau, elle coule, alors que lorsqu'il met son tube de colle (vide), pourtant plus volumineux, il flotte. Pour trouver une explication, son professeur lui conseille de chercher la masse d' 1 cm^3 d'eau, puis la masse d' 1 cm^3 de chaque solide.

1. Détermination de la masse d' 1 cm^3 d'eau



- Quelle est la masse de 100 cm^3 d'eau ?
- Calculer la masse d' 1 cm^3 d'eau.

2. Détermination de la masse d' 1 cm^3 de chaque solide

Samir mesure la masse de la pile, et il trouve 17 g. Il trouve 10 g pour le tube de colle.

Il trouve un volume de 8 cm^3 pour la pile et un volume de 12 cm^3 pour le tube de colle.

- Quelle est la masse d' 1 cm^3 de solide qui coule ?
- Quelle est la masse d' 1 cm^3 de solide qui flotte ?
- Les comparer à la masse d' 1 cm^3 d'eau et trouver une explication à la flottabilité ou non de ces solides.

22 Unités de mesure

Le résultat d'une mesure est toujours suivi d'une unité.

Avant d'utiliser le système métrique, en France, on utilisait diverses unités qui avaient des valeurs variables.

Voici quelques-unes de ces unités :
pour les volumes, le stère = 1 m^3 de bois et la corde qui valait de 2 à 3,62 stères suivant les régions ;
et pour les masses, la livre et l'once étaient souvent utilisées.

On trouve aussi des unités comme le tonneau.

- On utilise encore certaines de ces unités. Lesquelles et à quelle occasion ?
- Rechercher les unités de volume et de masse utilisées aux États-Unis. Et au Royaume-Uni ?

Chapitre

3

Une eau, des eaux

Objectifs

- Récupérer un gaz par déplacement d'eau
- Tester la présence de dioxyde de carbone
- Mettre en évidence la présence de substances dissoutes dans l'eau



Des eaux minérales, gazeuses ou non.
Que contiennent les eaux minérales que nous consommons ?

Activités

1 Que contient une eau minérale ?

■ Des expériences à réaliser

Introduire différentes eaux minérales dans des tubes à essais.
Préparer également un tube à essais avec de l'eau distillée.
Chauffer ces tubes jusqu'à évaporation totale de l'eau.



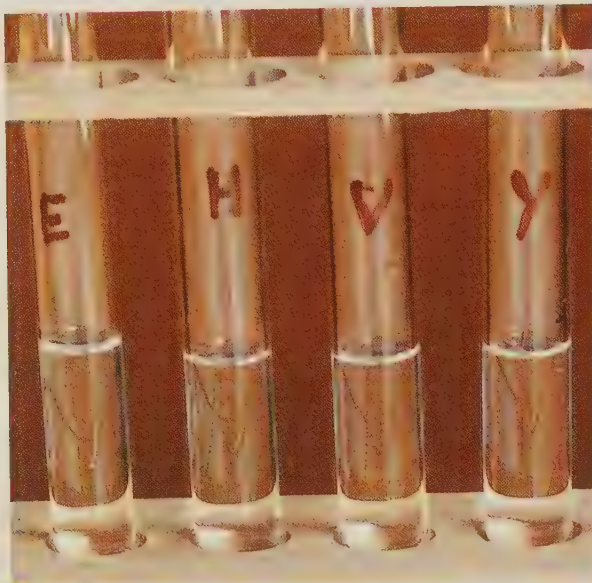
Attention à ne pas toucher le tube chauffé directement avec les mains !

VOCABULAIRE

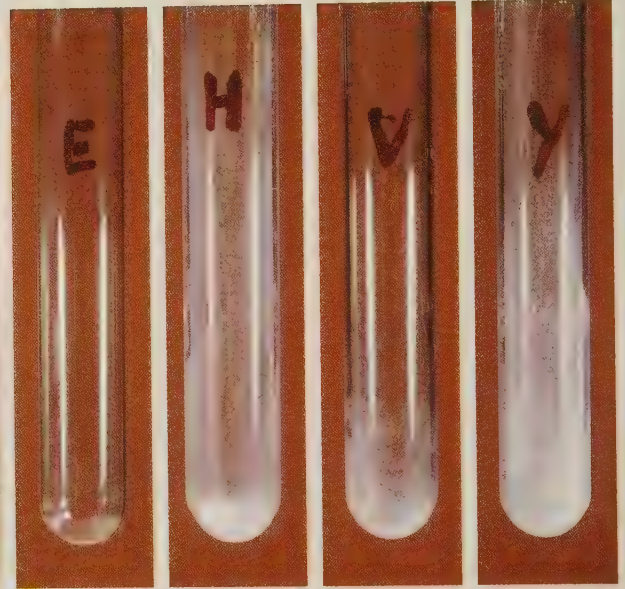
Mélange : substance contenant plusieurs constituants.

Corps pur : substance ne contenant qu'un seul constituant.

■ Des résultats à observer



1 Tubes à essais avant chauffage.



2 Tubes à essais après chauffage.

E : Eau distillée. H : Hépar. V : Volvic. Y : Saint-Yorre.

hepar MINÉRALISATION
CARACTÉRISTIQUE en mg/l.

Calcium : 119 Magnésium : 119
Sodium : 14 - Sulfate : 1530 - Nitrate : 4,3
Hydrogénocarbonate : 384 - pH = 7,2
Résidu sec à 180°C = 2513 mg/l
Embouteillée à Vittel - Emb. 88516
N.W.S. Est - BP 43 - 88805 Vittel cedex - FRANCE

Ne pas utiliser chez les nourrissons
sauf en cas de constipation sur avis médical.
Convient pour un régime pauvre en sodium.
Déconseillée en cas de troubles digestifs graves.
A CONSERVER À L'ABRI DU SOLEIL ET DES CHUFS

1

Cette bouteille est exclusivement destinée à contenir l'eau minérale naturelle Volvic. Volvic est une eau minérale naturelle, reconnue par le Ministère de la Santé.

ANALYSE CARACTÉRISTIQUE (mg/litre)	
CALCIUM 11,5	CHLORURES 13,5
MAGNÉSIUM 8,0	NITRATES 4,3
SODIUM 11,6	SULFATES 8,1
POTASSIUM 6,2	SILICE 31,7
BICARBONATES 71,0	
Minéralisation totale : 130 mg/litre (Résidu sec à 180°C) - pH:7	

A consommer de préférence avant la date indiquée sur le haut de la bouteille et dans le semaine qui suit son ouverture

2

Provient de la Source Royale exploitée à Saint-Yorre (Allier)
Déferrisée et regazéifiée avec son propre gaz

SOURCE ROYALE COMPOSITION MOYENNE EN mg/l :	
ANIONS	CATIONS
Bicarbonates HCO ₃ ⁻4368	Sodium Na ⁺1708
Chlorures Cl ⁻322	Potassium K ⁺132
Sulfates SO ₄ ²⁻174	Calcium Ca ²⁺90
Fluorures F ⁻9	Magnésium Mg ²⁺11
Minéralisation totale, extrait sec à 180°C : 4774 mg/l - pH: 6,6	

Contient plus de 1,5 mg/l de fluor : ne convient pas aux nourrissons et aux enfants de moins de 7 ans pour une consommation régulière

3

3 Étiquettes de composition d'eau minérale. 1 : Hépar. 2 : Volvic. 3 : Saint-Yorre.

■ Une conclusion à construire

- Un gaz s'échappe du tube pendant le chauffage. Quel test permet de l'identifier ?
- Décrire les tubes à essais après chauffage.
- À l'aide des étiquettes de composition des eaux minérales, identifier le dépôt et expliquer les différences entre les tubes à essais après chauffage.
- L'eau distillée contient-elle des substances dissoutes ?
- Les eaux minérales sont-elles des corps purs ou des mélanges ?

2 D'où proviennent les bulles des eaux minérales ?

A - Comment tester la présence de dioxyde de carbone ?

Verser de l'eau de chaux dans un tube à essais contenant du dioxyde de carbone.

Qu'observe-t-on ?

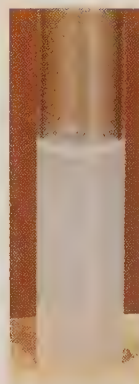
L'eau de chaux est un liquide limpide qui réagit avec le dioxyde de carbone.

Il s'agit du **test de reconnaissance du dioxyde de carbone**.



1

Eau de chaux limpide.



2

Eau de chaux versée dans un tube contenant du dioxyde de carbone.

B - Quel gaz est contenu dans les eaux « pétillantes » ?

■ Des expériences à réaliser

Introduire de l'eau gazeuse dans un **erlenmeyer**. Fermer l'erlenmeyer par le bouchon muni du tube à dégagement et agiter l'ensemble. Placer l'extrémité du tube dans un **cristallisoir** rempli d'eau. Retourner sur cette extrémité un tube rempli d'eau.

Quand le tube est rempli de gaz, le retourner en le bouchant avec le doigt. Verser de l'eau de chaux dans le tube.

■ Des résultats à observer



1 On récupère le gaz par **déplacement d'eau**.



2 On teste ce gaz à l'eau de chaux.

■ Une conclusion à construire

- Réaliser le schéma de l'expérience.
- Pourquoi agite-t-on l'erlenmeyer ?
- En observant l'expérience, expliquer comment le gaz est recueilli dans le tube à essais.
- Quel est l'effet du gaz sur l'eau de chaux ? Quel est ce gaz ?

■ 1. Des minéraux dans l'eau

En chauffant différentes eaux minérales jusqu'à évaporation complète de l'eau, on constate la présence d'un **dépôt solide** au fond des tubes. D'après les étiquettes de composition des eaux minérales, ces résidus solides sont des **sels minéraux**. Plus ce dépôt est important, plus l'eau est minéralisée.

L'eau minérale est donc constituée d'eau et de sels minéraux : c'est un **mélange**.

L'eau distillée ne laisse aucun dépôt, elle ne contient que de l'eau : c'est un **corps pur**.

Un **mélange** est composé de **plusieurs constituants**.

Certaines eaux contiennent des sels minéraux : ce sont des **mélanges**.

L'eau distillée ne contient que de l'eau : c'est un **corps pur**.

► exercices 8, 11

■ 2. Du gaz dans l'eau

Le **dioxyde de carbone** trouble l'**eau de chaux** : il s'agit du test de reconnaissance du dioxyde de carbone.

On agite une eau pétillante du commerce pour libérer les bulles de gaz dissoutes dans l'eau. Celles-ci remontent à la surface du liquide et s'échappent par le **tube à dégagement** jusqu'au tube à essais contenant de l'eau.

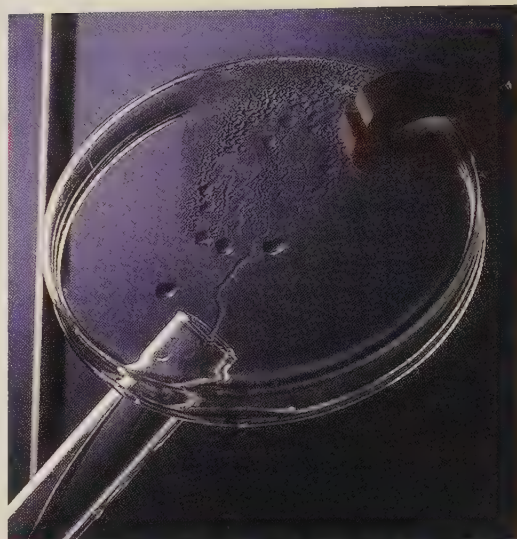
Le gaz, plus léger que l'eau, remonte jusqu'en haut du tube et prend la place de l'eau : n'oublions pas qu'un gaz est de la matière et qu'il prend donc de la place.

Le gaz ainsi recueilli trouble l'eau de chaux : on vient d'identifier le **dioxyde de carbone**.

Le **dioxyde de carbone** est un constituant des boissons gazeuses. Il peut être recueilli par **déplacement d'eau**.

D'autres gaz peuvent être dissous dans l'eau : c'est en particulier le cas du dioxygène.

► exercices 7, 10

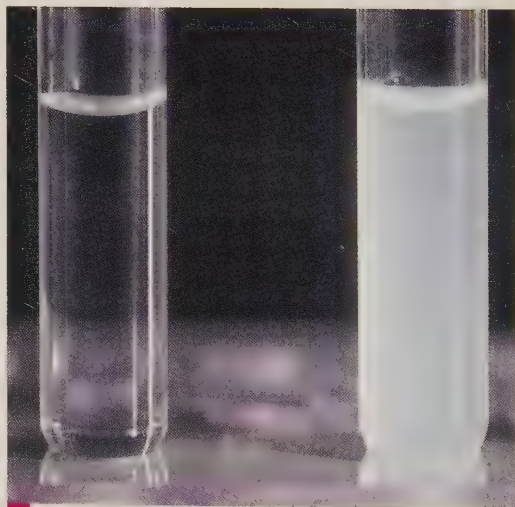


1 Lorsque l'on chauffe de l'eau minérale, c'est bien de l'eau qui s'échappe du tube.

Les mots de la vie courante

Les eaux minérales contiennent des sels minéraux, mais ces sels ne sont pas pour autant du sel de cuisine !

En chimie, un sel est un composé particulier, et le sel de cuisine n'en est qu'un exemple, dont le nom scientifique est le chlorure de sodium.



2 Lorsque l'eau de chaux se trouble, il apparaît dans le tube un précipité blanc de carbonate de calcium.

L'eau minérale : un mélange

Si l'eau est pétillante, on recueille du gaz par **déplacement d'eau** : les eaux pétillantes contiennent du **dioxyde de carbone**

On chauffe

dépôt

L'eau minérale contient des **sels minéraux**

L'eau minérale : **un mélange**

Remarque : L'eau distillée est un **corps pur**

Test de reconnaissance du dioxyde de carbone

Eau de chaux limpide

Dioxyde de carbone

L'eau de chaux réagit avec le dioxyde de carbone

Eau de chaux trouble

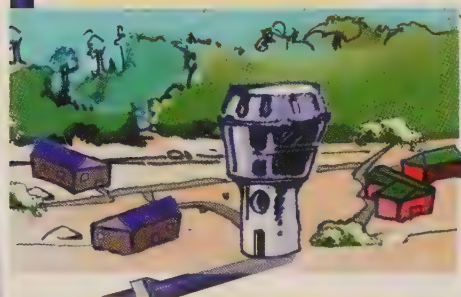
Comment l'eau devient potable

Que ce soit pour laver sa voiture, faire sa vaisselle ou encore se désaltérer, nous utilisons tous l'eau du robinet. En moyenne, chaque Français en consomme d'ailleurs 150 litres par jour ! Mais d'où vient cette eau ? Elle provient pour 60 % des nappes souterraines, et pour 40 % des eaux de rivière. Mais avant de couler dans nos évier, l'eau du robinet a subi de nombreux traitements pour devenir potable, c'est-à-dire sans risque pour la santé et donc propre à la consommation.



Stockage

L'eau, maintenant potable, est stockée dans d'immenses réservoirs qui alimentent les châteaux d'eau. C'est de là que l'eau est distribuée vers les zones d'habitation.



Stérilisation

À ce stade, seuls les microbes, épargnés grâce à leur taille infime, subsistent encore. Ils sont détruits par l'action d'ozone, de chlore ou d'eau de javel.

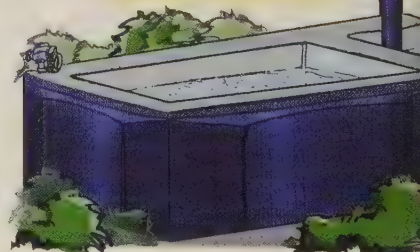


Rendre l'eau potable



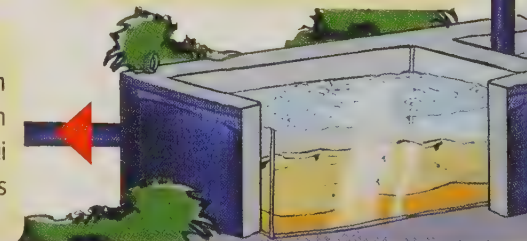
Pompage et dégrillage

L'eau pompée à même la rivière passe à travers un ensemble de grilles et de tamis qui arrêtent les plus gros déchets.



Floculation et décantation

L'eau est acheminée vers de grandes cuves dans lesquelles on injecte un produit qui forme des flocons. Les impuretés s'agglutinent autour de ces flocons (c'est la floculation) qui, alourdis, se déposent dans le fond (c'est la décantation).



Filtration

L'eau est filtrée par un lit de sable d'environ 1,5 m d'épaisseur, qui retient les résidus issus de la décantation.

<http://www.cieau.com>
<http://www.lesagencesdeleau.fr>

L'eau, source de vie

L'activité du corps humain s'accompagne chaque jour d'une importante élimination d'eau. Il faut donc boire beaucoup pour compenser ces pertes.

1 Pourquoi faut-il boire ?

2,5 litres : c'est la quantité d'eau éliminée quotidiennement par un adulte à travers des processus naturels tels que la respiration, la transpiration, et l'urine. Il est essentiel de compenser ces pertes pour maintenir un juste équilibre entre l'eau absorbée et celle éliminée naturellement par le corps. Il faut donc boire, et en quantité suffisante : 1,5 litre d'eau par jour pour une personne adulte.

Un être humain peut survivre près de 40 jours sans nourriture alors qu'il risque la mort quatre jours seulement après avoir cessé de boire.

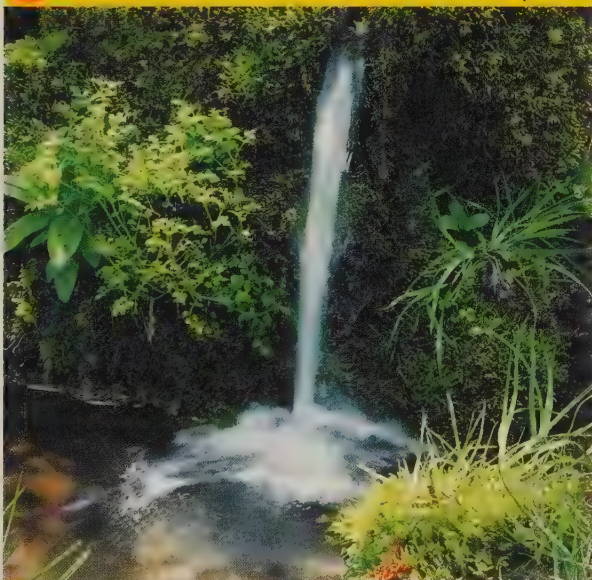
Bilan d'un équilibre à maintenir

Apports d'eau par jour	Pertes d'eau par jour
Boissons : 1,5 L	Urine et selles : 1,5 à 2 L
Aliments : 1 L	Respiration : 0,5 L
Fabriquée par le corps : 0,5 L	Transpiration : 0,5 à 1 L (augmente avec l'effort physique et la température)

ZOOM SUR...

La teneur en eau des fruits et légumes dépasse les 80 %. La tomate arrive en tête : elle est composée de 95 % d'eau !

2 L'eau minérale naturelle, source de bienfaits ?



C'est dans la roche que l'eau minérale se charge en minéraux et en oligo-éléments.

L'eau minérale est une eau non traitée qui provient des nappes souterraines. Pour arriver là, elle a voyagé à travers les roches pendant des centaines d'années. C'est durant ce long périple qu'elle s'est gorgée de sels minéraux et d'oligo-éléments.

Ces minéraux sont le calcium, le magnésium, le potassium, le phosphore, le chlore et le sodium ; les oligo-éléments qu'on y trouve aussi sont le fer, l'iode, le fluor, l'étain et le silicium. Ces nutriments, présents dans l'organisme en très faibles quantités, sont indispensables à toute forme de vie.

Mais attention ! Un apport trop important en certains minéraux peut se révéler nocif : les eaux fortement minéralisées sont utilisées comme thérapie et il ne faut pas les consommer sans raison.

1 Boire

Pourquoi est-il impératif de boire tous les jours une certaine quantité d'eau ?

2 Les constituants de l'eau minérale

Quelles substances l'eau minérale contient-elle ? En quoi sont-elles importantes ?

<http://mrw.wallonie.be/dgrne/education/eau/boisson/index.htm>

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/sourceMin.html>

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Reconstituer des phrases scientifiquement correctes.

- a. Un mélange est composé d'un seul constituant / de plusieurs constituants.
- b. L'eau distillée ne contient que de l'eau : c'est un mélange / un corps pur.
- c. Les eaux minérales contiennent des sels minéraux. Ce sont des mélanges / des corps purs.

2 Dire si les propositions sont vraies ou fausses.

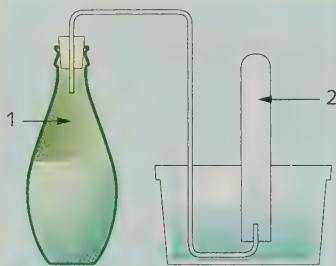
- a. On identifie le dioxyde de carbone grâce à l'eau de chaux.
- b. L'eau de chaux reste limpide en contact avec le dioxyde de carbone.
- c. Dans une bouteille de boisson pétillante, il y a du dioxyde de carbone dissout dans l'eau.

3 On recueille le gaz contenu dans une bouteille d'eau minérale pétillante.

a. Où se trouve le gaz : en 1, en 2, en 1 et 2 ?

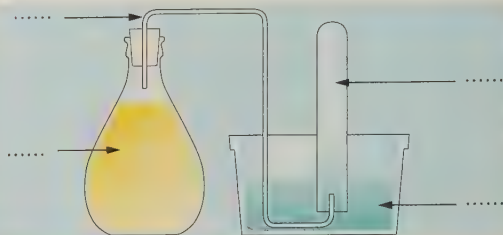
b. Comment s'appelle-t-il ?

c. Comment le met-on en évidence ?



4 Les sodas sont des boissons pétillantes. On peut recueillir le gaz qu'ils contiennent à l'aide du montage ci-dessous.

- a. Recopier et légender le schéma du montage.
- b. Comment s'appelle cette méthode ?
- c. Comment peut-on caractériser le gaz récupéré ?



5 Recopier et compléter les phrases suivantes.

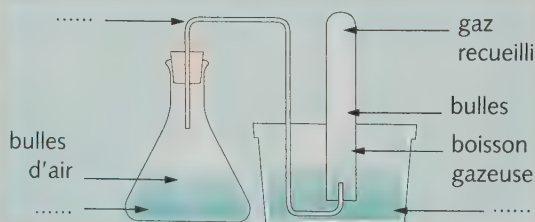
- a. L'eau distillée est car elle ne contient que de
- b. On recueille un gaz par
- c. L'eau de chaux devient trouble en présence de
- d. Les eaux minérales sont des, car elles contiennent de l'eau et des sels minéraux.
- e. Les boissons pétillantes sont des car elles contiennent du gaz, de l'eau et d'autres substances.

6 Donner la liste du matériel nécessaire pour recueillir le gaz dissout dans les eaux pétillantes.

Appliquer ses connaissances

7 Trouver l'erreur

Après avoir réalisé une expérience pour récupérer le gaz contenu dans l'eau pétillante, Inès la schématise. Recopier le schéma en complétant la légende et en corrigeant les erreurs.



8 Sels minéraux

Une eau minérale contient 1 450 mg/L de sels minéraux.

Calculer la masse de sels minéraux absorbée quand on boit 230 mL de cette eau.

9 La verrerie

Pour certaines manipulations de chimie, il faut une verrerie sèche et très propre.

(1) bécane rincé à l'eau du robinet et séché à l'air
(2) bécane rincé à l'acétone (corps pur) et séché à l'air.



- a. Quelle est la différence entre les deux bécans ?
- b. L'eau du robinet est-elle un corps pur ou un mélange ? Justifier.
- c. À quoi est due la différence entre les deux bécans ?

10 Effervescence

Quand on place un cachet de vitamine effervescent dans l'eau, on observe un dégagement gazeux. On recueille ce gaz par déplacement d'eau. On constate qu'il trouble l'eau de chaux.

- Quelle est la signification de « effervescent » ?
- Faire le schéma de la manipulation permettant de recueillir le gaz.
- Quel est ce gaz ? Justifier.

11 Ah le calcaire !

Pour se débarrasser des problèmes de dépôts dans sa bouilloire, Clément décide d'utiliser une eau en bouteille. Il a le choix entre les eaux suivantes :

Eaux	Résidu sec en mg/L
Source Montcalm	25
Vittel	841
St-Amand	859

- Qu'appelle-t-on résidu sec ?
- Quelle eau devra-t-il utiliser de préférence ? Pourquoi ?

12 Eau potable ?

Une eau, pour être potable, doit contenir au maximum 1 500 mg de résidu sec par litre d'eau et respecter certaines normes. Parmi ces normes, on trouve :

Sels minéraux	Maximum en mg/L
sulfates	250
chlorures	200
potassium	12
sodium	150
calcium	—

- Pour l'étiquette ci-contre, trouver les sels minéraux qui ne respectent pas les normes.
- Cette eau devrait-elle être considérée comme potable ? Justifier.
- Elle est pourtant commercialisée et buvable. Pour quelles raisons cette eau est-elle reconnue d'utilité public ?

SELS MINÉRAUX	COMPOSITION MOYENNE EN mg/L
bicarbonates	4 368
chlorures	322
sulfates	174
fluorure	9
sodium	1 708
potassium	132
calcium	90
magnésium	11
Résidu sec à 180 °C : 4 774 mg/L	

Étiquette d'une eau minérale

13 Roches calcaires

En SVT, pour déterminer si on est en présence d'une roche calcaire, on utilise de l'acide chlorhydrique.



- Qu'observe-t-on ?
- Schématiser une expérience qui permette de récupérer le gaz qui se dégage.
- Il se dégage du dioxyde de carbone. Comment peut-on le mettre en évidence ?

14 Plus de gaz !

1. Souad a laissé deux bouteilles de limonade ouvertes, sans bouchon : l'une est restée en plein soleil et l'autre dans le réfrigérateur.

- Quel est le gaz contenu dans les bouteilles de limonade ?
 - Comment le met-on en évidence ?
2. En reprenant ces bouteilles, Souad s'aperçoit que la bouteille restée en plein soleil ne contient plus de gaz alors que celle restée au réfrigérateur en contient encore.
- Dans quelle condition le gaz s'échappe-t-il plus facilement ?
 - Quelle manipulation fait aussi s'échapper le gaz ?

15 Eau de chaux

Amélie verse de l'eau de chaux dans un bécher (1). Elle n'a pas le temps de réaliser sa manipulation et laisse son bécher en évidence, plusieurs jours. Lorsqu'elle récupère son bécher, voici ce qu'elle observe (2) :



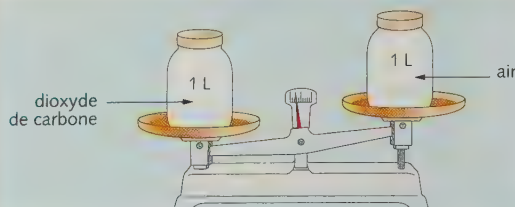
- Qu'observe-t-on au bout de ces quelques jours ?
- À quoi est dû ce qui est apparu dans le bécher ?
- D'où provient le gaz qui trouble l'eau de chaux ?

Exercices

16 Masse d'un litre de dioxyde de carbone

Mariam veut trouver la masse d'un litre de dioxyde de carbone.

Pour cela, elle dispose d'une balance de Roberval, d'un flacon qu'elle remplit d'un litre de dioxyde de carbone à la pression atmosphérique et d'un flacon identique, rempli d'un litre d'air.



Pour rétablir l'équilibre, Mariam est obligée d'ajouter une masse marquée de 0,6 g sur un des plateaux.

- Sur quel plateau Mariam doit-elle mettre les 0,6 g ?
- Le dioxyde de carbone est-il plus lourd ou plus léger que l'air ?
- Sachant que la masse d'un litre d'air, à pression atmosphérique et à température ambiante, est de 1,2 g, combien pèse un litre de dioxyde de carbone ?

17 De deux eaux l'une...

Un adolescent de 10 à 15 ans doit absorber, par jour, une quantité de « calcium » comprise entre 600 et 700 mg. Victor, 13 ans, voudrait assurer ses besoins en calcium avec de l'eau minérale. Il hésite entre deux marques d'eau minérale et compare donc les étiquettes. Voici ce qu'il en retient :

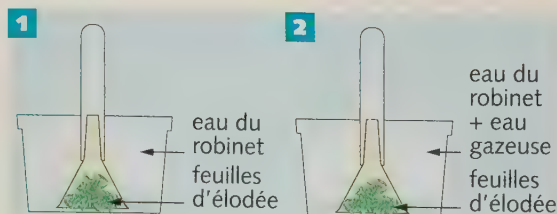
Eau	Composition moyenne en calcium en mg/L
Volvic	11,5
Hépar	549

Pour aller plus loin

20 Le pouvoir des plantes !

1. Une expérience en SVT

En SVT, on réalise parfois l'expérience schématisée ci-dessous :



- Quel est le gaz contenu dans l'eau gazeuse ? Comment le met-on en évidence ?
- Quel est le gaz produit par la feuille d'élodée ?

Si Victor choisit l'eau Hépar, quelle quantité devra-t-il en boire pour « faire le plein de calcium » ? et s'il choisit l'eau Volvic ?

18 Robinet d'eau chaude

Le dépôt de calcaire sur le robinet d'eau chaude est plus important que sur le robinet d'eau froide. Dans l'eau du robinet, il y a du dioxyde de carbone, que l'on ne voit pas. Ce dioxyde de carbone « empêche » le calcaire de se déposer. Trouver une explication au dépôt de calcaire plus important sur le robinet d'eau chaude que sur le robinet d'eau froide.

19 Dureté d'une eau

Les dépôts calcaires sur les appareils et les canalisations peuvent être très importants quand l'eau est dure. La dureté d'une eau est due à la présence de calcium et de magnésium. Le degré de dureté s'exprime en °F (degré français) et est compris entre 0 et 50. 1 °F correspond à 4 mg de calcium par litre d'eau. Une eau est dite dure lorsque son degré français est supérieur à 30.

Eau	Composition moyenne en calcium en mg/L
Volvic	11,5
Contrex	486
Montcalm	3
Hépar	549

- Quelle quantité de calcium faut-il, dans un litre, pour qu'une eau soit dure ?
- Les eaux du tableau ci-dessus sont-elles considérées comme dures ? Justifier.

- Expliquer pourquoi l'élodée produit plus de gaz dans l'expérience 2.

Indication : l'eau du robinet contient un peu de dioxyde de carbone.

Rappel : à la lumière, les végétaux chlorophylliens rejettent du dioxygène et absorbent du dioxyde de carbone.

2. L'air qui nous entoure

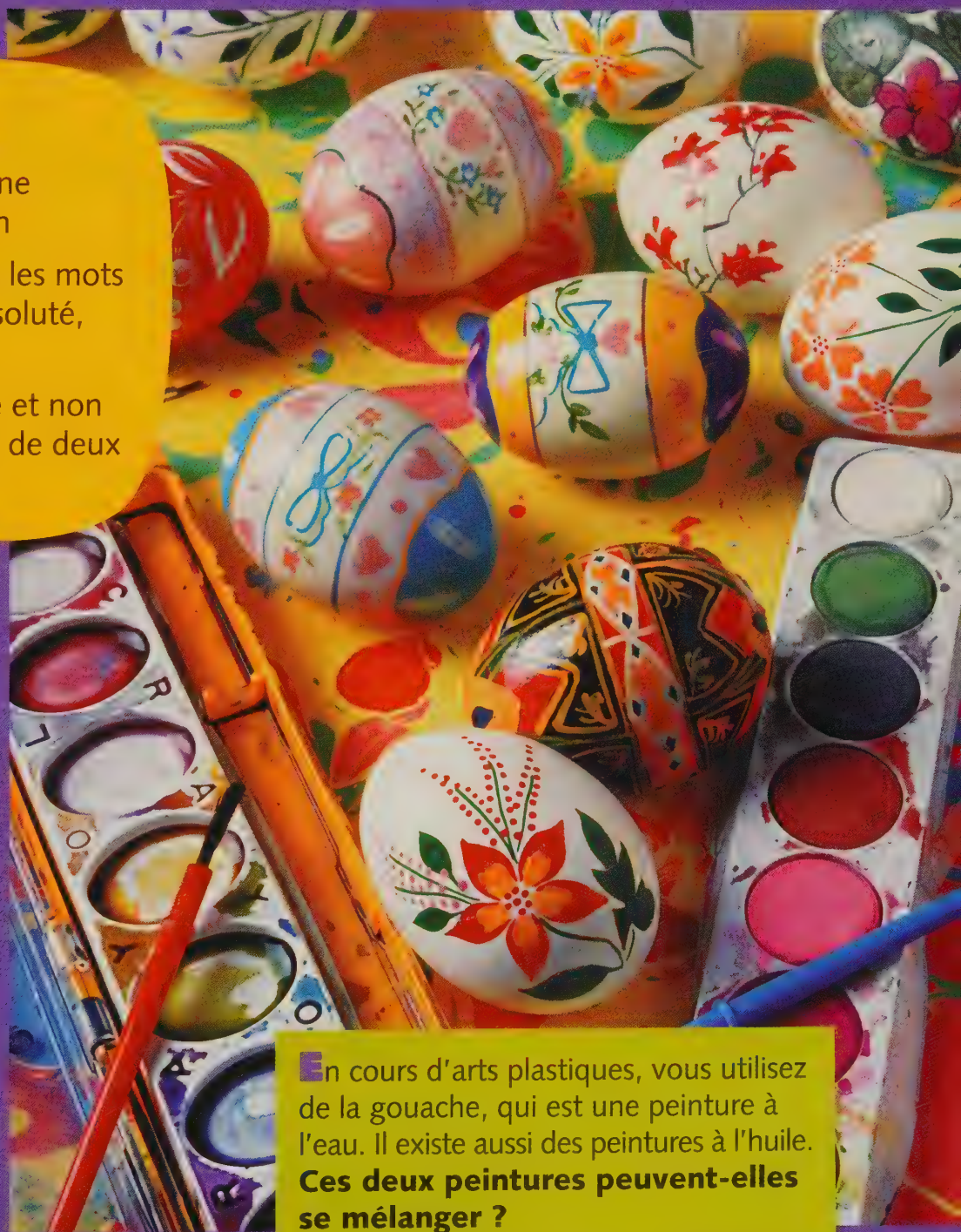
Chose étonnante : au fil des jours, les êtres vivants consomment du dioxygène, pourtant il y a toujours la même proportion de ce gaz dans l'air ! Grâce à l'expérience avec l'élodée et à vos connaissances de SVT, comment expliqueriez-vous ce phénomène ?

Chapitre / 4

L'eau est un solvant

Objectifs

- Réaliser une dissolution
- Connaître les mots solution, soluté, solvant
- Miscibilité et non miscibilité de deux liquides



En cours d'arts plastiques, vous utilisez de la gouache, qui est une peinture à l'eau. Il existe aussi des peintures à l'huile. **Ces deux peintures peuvent-elles se mélanger ?**
Ont-elles le même solvant ?

1 Peut-on dissoudre n'importe quel solide dans l'eau ?

■ Des expériences à réaliser

Préparer trois mélanges avec de l'eau et des petites quantités de sucre, de sel et de sable et un dernier mélange avec une grande quantité de sel. Agiter, puis observer.

■ Des résultats à observer



1 Eau et sucre.

2 Eau et sel.

3 Eau et sable.

4 Eau et beaucoup de sel.

■ Une conclusion à construire

- Quels sont les solides dissous dans l'eau ? Quelle sorte de mélange forme-t-on dans chacun des cas ?
- Peut-on tout dissoudre dans l'eau ?

VOCABULAIRE

Mélange hétérogène : mélange dans lequel on distingue certains constituants.

Mélange homogène : mélange dans lequel on ne distingue pas les constituants.

2 Les solides disparaissent-ils lors d'une dissolution ?

■ Des expériences à réaliser

Peser 50 mL d'eau et une coupelle contenant du sel. Puis, mettre ce sel dans l'eau, bien agiter et peser à nouveau tous les éléments.

■ Des résultats à observer



1 Mesure de la masse avant dissolution du sel.

2 Mesure de la masse après dissolution du sel.

■ Une conclusion à construire

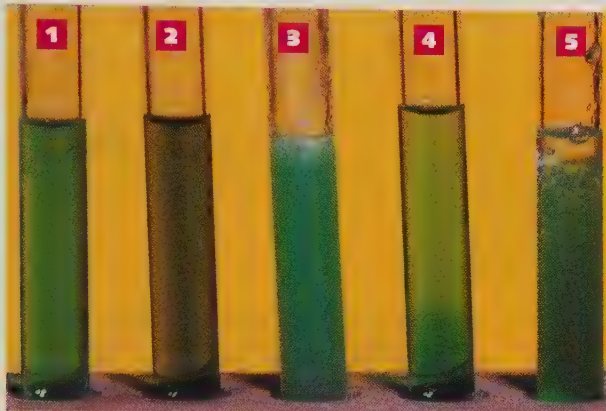
Comparer les valeurs de la masse avant et après la dissolution : le sel disparaît-il vraiment lorsqu'on le mélange à l'eau ? Que deviennent les solides dissous ?

3 Un liquide est-il toujours miscible avec l'eau ?

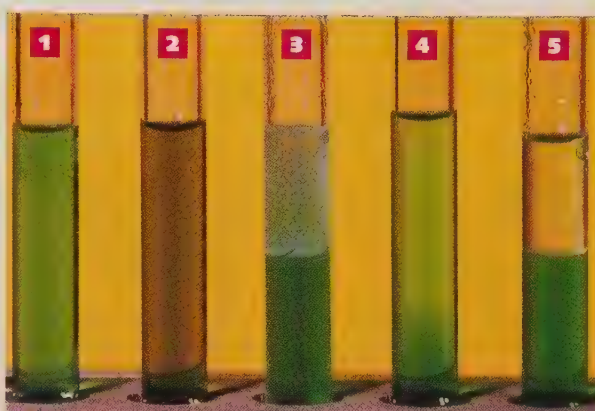
■ Des expériences à réaliser

Réaliser les mélanges eau colorée + acétone (1), eau colorée + vinaigre (2), eau colorée + huile (3), eau colorée + éthanol (4), eau colorée + cyclohexane (5) dans différents tubes à essais. Agiter et laisser reposer.

■ Des résultats à observer



1 Les mélanges avant repos.



2 Les mêmes mélanges après quelques minutes de repos.

■ Une conclusion à construire

- Quels sont les liquides qui se mélangent facilement à l'eau ? Comment appelle-t-on ces mélanges ?
- Comment appelle-t-on les mélanges eau + huile et eau + cyclohexane ?
- Tous les liquides sont-ils miscibles avec l'eau ?

VOCABULAIRE

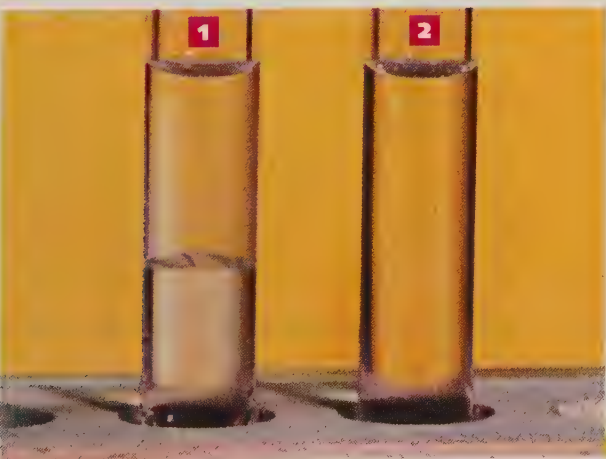
Miscibles : se dit de deux liquides qui se mélangent en formant un mélange homogène.

4 Deux liquides sont-ils toujours miscibles ?

■ Des expériences à réaliser

Réaliser les mélanges éthanol + huile (1), huile + cyclohexane (2) dans des tubes à essais. Agiter et laisser reposer.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

- Peut-on dire que si l'huile et le cyclohexane ne sont pas miscibles avec l'eau alors ils ne sont pas miscibles entre eux ? Justifier.
- Tous les liquides sont-ils miscibles entre eux ?

Mélanges éthanol + huile,
huile + cyclohexane après
quelques minutes de repos.

■ 1. Dissolution dans l'eau

Quand on mélange du sel ou du sucre à l'eau, on ne voit plus les différents constituants : on obtient des **mélanges homogènes** que l'on appelle des **solutions**. Le sel ou le sucre sont les **solutés**. L'eau est le **solvant**. En revanche, quand on mélange du sable et de l'eau, on obtient un **mélange hétérogène** : le sable est insoluble dans l'eau.

Un **mélange hétérogène** est un mélange dans lequel on distingue certains constituants à l'œil nu.

Un **mélange homogène** est un mélange dont on ne distingue pas les constituants à l'œil nu.

Remarques :

- Lors d'une dissolution, le **soluté ne disparaît pas** : on ne le voit plus à l'œil nu, mais il est présent.
- Lors d'une dissolution, le **soluté ne fond pas** : ce n'est pas une fusion.

Lors d'une **dissolution** :

- la **masse totale reste inchangée** ;
- le **solide qui se dissout s'appelle le soluté** ;
- le **soluté est dissout par le solvant**, il ne fond pas ;
- le **solvant et le soluté dissous forment une solution**.

Un solvant ne peut dissoudre qu'une certaine quantité de soluté. On ne peut, par exemple, dissoudre que 360 g de sel dans 1 litre d'eau à température ordinaire : on obtient alors une **solution saturée** en sel.

► exercices 6, 13

■ 2. Miscibilité

On observe que certains liquides, comme l'éthanol par exemple, forment un mélange **homogène** avec l'eau. On dit alors que ces liquides sont **miscibles**.

Pour d'autres liquides, comme l'huile par exemple, on observe des gouttelettes en suspension : le mélange obtenu est **hétérogène**. Si on laisse reposer le mélange, les deux liquides se séparent et l'huile remonte au-dessus de l'eau.

L'eau n'est pas miscible avec tous les liquides.

Deux liquides **miscibles** forment un **mélange homogène**.

Deux liquides **non miscibles** forment un **mélange hétérogène**.

► exercices 7, 9



1 Des mélanges de la vie courante : du thé sucré et du jus d'orange.

Les objets de la vie courante

Lorsque la maison est alimentée en eau courante, il n'est pas nécessaire de filtrer l'eau du robinet pour la boire. Cependant, pour des problèmes de goût certaines personnes utilisent un pichet filtrant. Ce sont des filtres à minéraux (comme le charbon) qui retiennent certains sels minéraux, pesticides et autres produits chimiques.

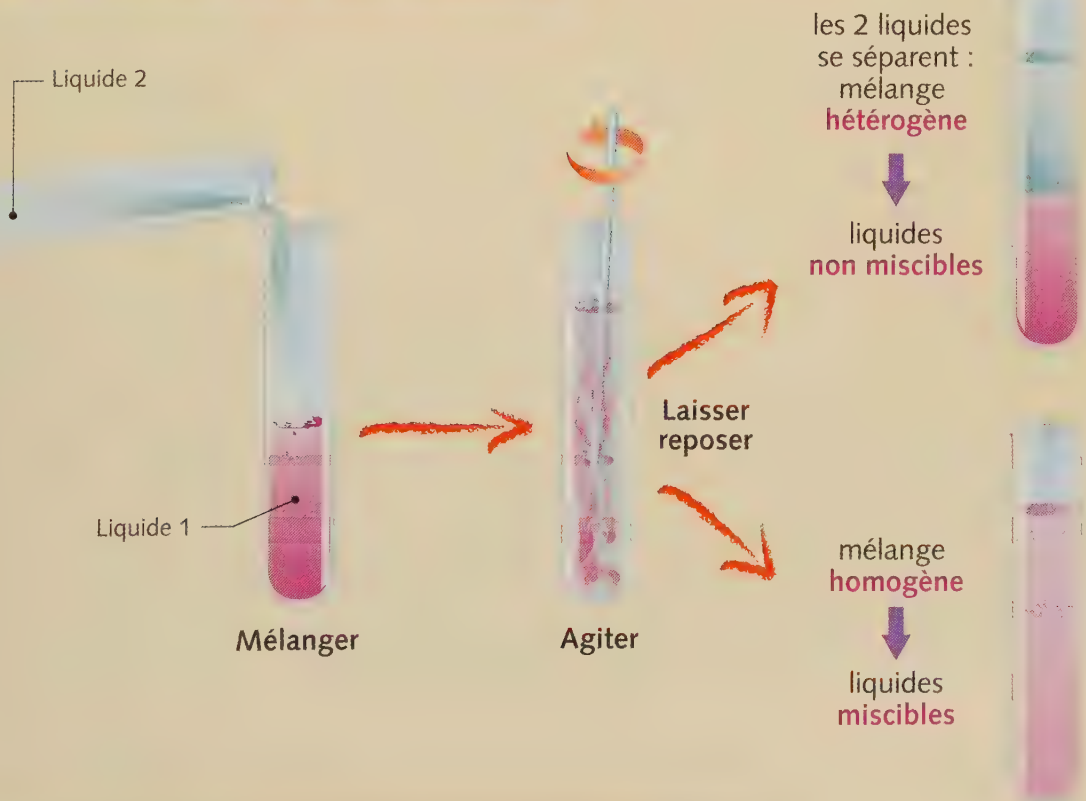


2 Les marées noires : un problème de miscibilité. Le pétrole rejeté par le bateau ne se mélange pas à l'eau et voyage sur des kilomètres à la surface de la mer.

Une dissolution



Test de miscibilité de deux liquides



*L'eau dissout des solides, des liquides mais aussi des gaz.
Une chance pour la faune marine ! Car les poissons,
eux aussi, ont besoin de dioxygène pour respirer.*

Comme un poisson dans l'eau

1 Du dioxygène dans l'eau...



C'est grâce à leurs branchies, au niveau desquelles le sang capte le dioxygène de l'eau, que les poissons respirent.

L'eau dissout aussi bien des gaz que des solides ou des liquides. En particulier, on trouve dans toutes les eaux de notre planète du dioxygène, ce gaz sans lequel les poissons qui peuplent les océans, les mers, les fleuves et les rivières ne pourraient pas respirer. La quantité de dioxygène dissoute dans l'eau est cependant faible.

Comment les poissons captent-ils le dioxygène présent dans

l'eau ? En ouvrant et fermant alternativement la bouche et les opercules (organes qui protègent les branchies). En effet, ils créent ainsi un courant d'eau qui entre par la bouche et ressort par les branchies. C'est là, au niveau des branchies, dont les parois sont très minces et richement irriguées par les vaisseaux sanguins, que le dioxygène de l'eau est capté par le sang.

2 ... sauf dans les zones mortes

L'a pollution industrielle et automobile, mais surtout l'excès de fertilisants agricoles (azote et phosphore en particulier) créent dans les rivières, les mers et les océans, des zones dites « mortes ». Il s'agit de zones dans lesquelles le dioxygène est limité, voire inexistant. Cette pénurie de

dioxygène provoque la fuite et même la mort de nombreuses espèces aquatiques vivant dans ces zones.

On estime à 150 le nombre de ces zones mortes à travers la planète, et leur superficie va de 1 à 70 000 km² !

D'où vient le dioxygène dissous dans l'eau ?

Il provient essentiellement de l'atmosphère, avec laquelle la surface de l'eau est en contact. Les plantes aquatiques en rejettent également lors de la photosynthèse.

On trouve cependant trente fois plus de dioxygène dans l'air que dans l'eau !



80 % de la pollution des océans est due aux activités humaines sur la terre ferme.

1 Dissolution

Peut-on dissoudre des gaz dans l'eau ? Donner un exemple. Que dire des solides ?

2 Pollution

Quels sont les effets de la pollution sur les océans, les mers et les rivières ?

<http://www.educapoles.org>

<http://www.ac-creteil.fr/lecturecollinet/respiration/poisson3.htm>

D'autres solvants

L'eau est le solvant le plus courant, mais il en existe bien d'autres, utilisés par de nombreux secteurs industriels. En voici deux parmi les plus connus : l'éthanol et le benzène.

1 L'éthanol, aussi appelé « alcool »



Certaines voitures « carburent » à l'alcool !

L'éthanol est l'alcool que contiennent toutes les boissons alcoolisées : c'est pourquoi l'éthanol est abusivement appelé « alcool » dans le langage courant. Il est issu de la distillation des produits obtenus après fermentation de sucres naturels, mais il est également possible de le synthétiser industriellement.

L'éthanol est fréquemment employé comme **solvant en peinture** : il sert de diluant pour les produits tels que les laques, les vernis et même les colles. Il sert également dans l'**industrie pharmaceutique**. Quelquefois, l'éthanol est mélangé à l'essence : contrai-

rement à l'essence, sa source est renouvelable, il est moins cher, moins polluant et de plus, en sa qualité de solvant, il lutte efficacement contre les impuretés qui se déposent dans les réservoirs à carburant. Il est même possible d'envisager, à terme, d'utiliser comme carburant de l'éthanol pur.

ZOOM SUR...

Un litre de cidre à 5° d'alcool contient 5 cL d'éthanol (5 % $\times$ 100 cL).

Une bouteille de vin de 75 cL à 12° en contient, elle, 9 cL (12 % $\times$ 75 cL).

2 Le benzène

Le benzène est un liquide incolore, assez peu soluble dans l'eau et d'odeur forte. C'est un constituant naturel du pétrole brut, mais il est le plus souvent synthétisé artificiellement dans des raffineries. Le benzène est un solvant très utilisé dans l'**industrie chimique**, notamment pour la production de plastiques, de caoutchouc, de chaussures

et aussi dans l'**industrie du médicament**. Il est un élément essentiel dans la fabrication des détergents, des pesticides et, comme l'éthanol, il sert à

l'élaboration de solvants et de dissolvants pour **peintures**. Enfin, le benzène est lui aussi présent dans les carburants, en particulier dans l'essence.

Pourtant, c'est un **liquide dangereux** : il est inflammable, toxique mais surtout cancérigène. C'est pourquoi en France, il est interdit de produire des solvants contenant plus de 0,1 % de benzène.



Une exposition de cinq à dix minutes à un taux de benzène dans l'air d'environ 2 % suffit pour entraîner la mort !

1 L'éthanol

D'où provient l'éthanol ?
Peut-on en fabriquer ? Quel en est l'usage le plus fréquent ?

2 Le benzène

D'où provient le benzène ?
Quels sont les risques que présente cette substance ?

http://www.inrs.fr/htm/les_solvants.html
<http://rsqa.qc.ca/ps01rsqf.htm>

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Reconstituer des propositions scientifiquement correctes.

a. Un mélange homogène est un mélange dont on voit les constituants / on ne voit pas les constituants à l'œil nu.

b. Un mélange hétérogène est un mélange dont on voit les constituants / on ne voit pas les constituants à l'œil nu.

c. Lors d'une dissolution, la masse de la solution est égale à / différente de la somme des masses du solvant et du soluté.

d. Deux liquides miscibles forment un mélange hétérogène / mélange homogène.

2 Recopier et compléter les phrases suivantes.

a. Lors d'une dissolution, la masse totale

b. On appelle le solide qui se dissout.

c. Le solide est dissout par le et l'on forme une

d. Le mélange huile et eau est un mélange, on dit que les deux liquides sont

e. Pour tester la miscibilité de deux liquides, il faut les

3 Recopier et compléter le tableau suivant.

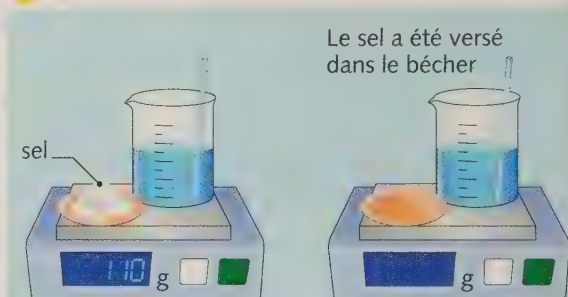
mélange	homogène ou hétérogène	miscibles
eau + éthanol	homogène	
eau + essence		non
eau + cyclohexane		non
eau + glycérine		oui
eau + huile	hétérogène	

4 Trouver l'intrus dans la liste de mots ci-dessous.

Soluté Fusion Solvant

Solution Dissolution

5 Recopier et compléter le schéma ci-dessous.



Appliquer ses connaissances

6 Trouver l'erreur

Juliane et Lison préparent leur petit déjeuner en mélangeant du chocolat en poudre et du lait.

a. Quel mélange obtiennent-elles ? Justifier en utilisant la conjonction « car ».

b. Quel est le solvant ? Quel est le soluté ?

c. Lison dit que son chocolat a fondu dans son lait, Juliane n'est pas d'accord. Laquelle a raison ?

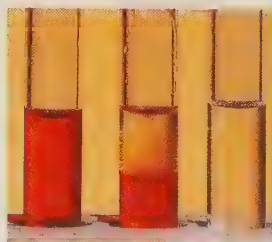
7 Divers mélanges

On agite puis on laisse reposer les mélanges suivants :

1. eau rouge + acétone ;
2. eau rouge + huile ;
3. huile + acétone.

a. Indiquer si les mélanges sont hétérogènes ou homogènes. Justifier.

b. Quels sont les liquides non miscibles ?



8 Solvants et solutés

Lorsque l'on utilise de la peinture acrylique, il est indiqué sur le pot de rincer les pinceaux à l'eau. Pour la peinture glycérophthalique, il est conseillé de les rincer au white spirit.

Pour enlever du vernis à ongles, on utilise du dissolvant. Lorsque l'on se lave les mains, il faut utiliser un savon.

Lire le texte ci-dessus et trouver les solutés et les solvants correspondants.

9 Mélanges de deux liquides

On prépare un mélange d'huile et d'eau qu'on laisse reposer.

a. L'huile et l'eau sont-elles miscibles ?

b. Quel type de mélange obtient-on ?

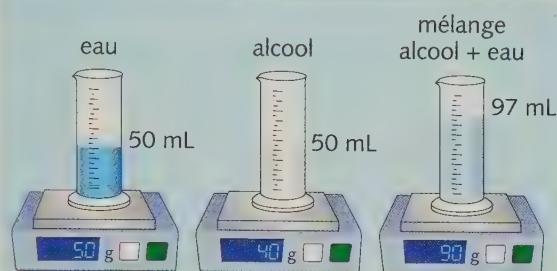
c. Où se trouve l'huile ?

d. Proposer une méthode pour récupérer l'huile.



10 Conservation du volume ou non ?

Kevin décide de mélanger de l'eau et un alcool, puis de mesurer le volume et la masse de l'ensemble. Il remplit une éprouvette de 50 mL d'eau et une éprouvette de 50 mL d'alcool. Il mesure la masse de 50 mL d'eau et la masse de 50 mL d'alcool. Puis il mélange les deux liquides dans une autre éprouvette. Il mesure la masse de l'ensemble.



- Quelle sorte de mélange obtient-il ? Comment sont les deux liquides ?
- Quel est le volume de l'ensemble ?
- Y a-t-il conservation du volume ?
- Quelle est la masse de l'ensemble ?
- Y a-t-il conservation de la masse ?

11 Analyser une expérience

Dans un tube à essais, on verse différents liquides en respectant l'ordre et les hauteurs de liquides : 5 cm d'huile, 3 cm d'éthanol et 2 cm de white spirit (solvant de certaines peintures).

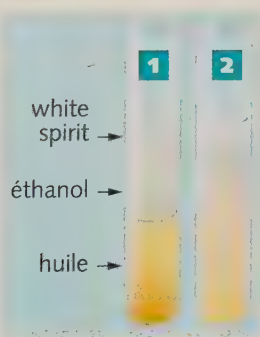
- Qu'observe-t-on dans le tube 1 ?

On agite le tube et on laisse reposer.

Qu'observe-t-on dans le tube 2 ?

Où se trouve le white spirit ? Expliquer le raisonnement utilisé.

Avec quel liquide le white spirit est-il miscible ?



12 C'est faux !

Au quotidien, on entend souvent que « le sucre fond dans le café ».

Expliquer en quoi cette phrase est incorrecte.

13 Un peu de calcul

Les mers des différentes régions du globe ont des quantités de sels (substances minérales) par litre d'eau très différentes.

La mer Baltique contient 20 g de sels par litre d'eau, la mer Méditerranée, 37 g par litre d'eau et la mer Morte, 79 g par litre d'eau.

a. Dans l'eau de mer, quel est le solvant ? Quel est le soluté ?

b. On prélève 50 mL de chacune de ces eaux. Quelle masse de sels est contenue dans chaque prélèvement ?

c. Pour quelle mer le résidu solide serait le plus important ?

14 Alcoolémie

Le taux maximum d'alcool dans le sang autorisé par le code de la route est de 0,5 gramme par litre de sang. Le corps d'un adulte contient 5 litres de sang.

a. Le sang est constitué d'une grande quantité d'eau. L'alcool est-il miscible avec le sang ? Justifier.

Indication : l'eau et l'éthanol sont miscibles.

b. Quelle masse maximale d'alcool un adulte peut-il boire sans être en infraction ?

15 La vinaigrette

Pour préparer une vinaigrette, on utilise de l'huile, du vinaigre, du sel, du poivre ou d'autres condiments.



1. a. La vinaigrette est-elle un mélange homogène ou hétérogène ?

Justifier en décrivant ce que l'on voit dans le verre.

b. Ce que l'on voit s'appelle une émulsion. Donner une définition du mot « émulsion ».

c. Quels liquides peuvent former une émulsion ?

2. Le sulfate de cuivre anhydre reste blanc en présence d'huile alors qu'il devient bleu en présence de la vinaigrette.

a. Que met en évidence le bleuissement du sulfate de cuivre ?

b. Le vinaigre est-il un mélange ? Pourquoi ?

16 Un peu de logique

La masse d'1 mL d'huile est de 0,9 g, la masse d'1 mL de sulfure de carbone est de 1,26 g. Dans un tube à essais, on a introduit 5 mL d'eau et 2 mL de l'un des deux liquides. On a agité le tube à essais et on a laissé reposer. Voici ce que l'on obtient :

a. Quelle sorte de mélange obtient-on ?

b. Le liquide ajouté est-il miscible à l'eau ? Lequel a-t-on ajouté ? Justifier.

c. Dessiner le contenu du tube si l'on avait ajouté l'autre liquide non miscible à l'eau.

Exercices

17 Les marées noires

suit
tion
du
écidé
l'une
ses.

l'hui
gique
des
ques

ance
fioul
itude
que

Galice, Espagne —

Le 13 novembre 2002 à 15 h 15, le Prestige, un pétrolier âgé de 26 ans, battant pavillon des Bahamas et chargé de 77 000 tonnes de fioul, envoie un SOS. À 17 h le même jour, les premières nappes de pétrole dérivent sur l'océan. Les oiseaux, comme souvent, sont les premières victimes : ils inhalent des composés toxiques qui s'échappent du fioul, s'engluent dans les nappes de pétrole. Souvent même, ils ingèrent du fioul qui les empoisonnent.

PRESTI
la Galice
leur inqu
souhait a
administ
participe
opération
pollution
Depuis p
de la pol
naufnage
Golfe de
de napp
boulettes
Le plan
déclench
En outre

- Le mélange eau-pétrole est-il homogène ou hétérogène ? Justifier à l'aide du texte ci-dessus.
- Où se trouve le pétrole dans l'eau de mer ?
- Lors d'incendie de pétrole ou autres hydrocarbures, les pompiers n'utilisent pas d'eau mais de la mousse carbonique. Pourquoi ?

Pour aller plus loin

20 Géographie

En utilisant les chiffres de l'exercice 13, rechercher où se trouvent les mers dont la salinité est la plus importante et donner une explication à cette situation.

21 Le linge raide

Le linge sèche parce que l'eau qu'il contient s'évapore, c'est-à-dire se transforme en gaz. Expliquer pourquoi le linge devient raide en séchant.

22 L'arôme de banane

Lorsque l'on fabrique de l'acétate d'isoamyle (arôme de banane), on obtient cet arôme, de l'eau et quelques substances chimiques que l'on avait au départ. L'acétate d'isoamyle est en partie miscible dans l'eau. Pour récupérer l'arôme, on verse ce que l'on obtient dans de l'eau salée et on place le tout dans une ampoule à décanter.

18 Quel solvant utiliser ?

Les cristaux de diiode sont solubles dans plusieurs solvants. Le tableau ci-dessous indique quelle masse maximale de diiode (en gramme), on peut dissoudre dans un litre de solvant.

solvants	eau	éther	chloroforme
masse de diiode	0,30	250	47

- Quel volume de chaque solvant faut-il pour dissoudre 1 g de diiode ?
- Dans quel solvant le diiode est-il le plus soluble ?
- Pour extraire un solide d'un solvant, il suffit de trouver un autre solvant dans lequel le solide est plus soluble. Quel solvant utilisera-t-on pour extraire le diiode d'une solution aqueuse ?

19 Le savon

Quand on met de l'huile dans une solution d'eau savonneuse et que l'on agite, cette huile disparaît dans l'eau et les constituants ne se séparent plus.

- Quelle sorte de mélange obtient-on lorsque l'on agite de l'eau et de l'huile ? Qu'observe-t-on si on laisse reposer ce mélange ?
- Qu'obtient-on avec l'eau savonneuse ? À quoi sert le savon ?

	eau	acétate d'isoamyle
masse d'1 mL (en g)	1	0,87
miscible avec l'eau	oui	en partie
miscible avec l'eau salée	oui	non

- Quelle sorte de mélange obtient-on avec l'eau et l'acétate d'isoamyle ? Dessiner l'ampoule à décanter contenant ce mélange.
- Pourquoi ajoute-t-on de l'eau salée ?
- Dans quelle phase se trouve l'acétate d'isoamyle ?

Indication : lorsque deux liquides ne sont pas miscibles, ils se superposent. Chaque couche est appelée phase.



Mélanges hétérogènes

Objectifs

- Faire la distinction entre mélange hétérogène et mélange homogène
- Réaliser et décrire une décantation et une filtration



Poivrons, tomates, courgettes, eau et épices... une soupe, un mélange hétérogène.
Comment séparer les constituants d'un mélange hétérogène ?



Pour éviter d'être toujours fatigué, Monsieur Foudingue décide d'inventer une potion magique.

Il s'aventure donc à mélanger du jus d'ananas, du café moulu, des feuilles de thé, de l'eau colorée verte, de l'eau de vie. Il obtient un vrai **mélange hétérogène**.

Son concurrent le plus acharné, Monsieur Archiouf, aperçoit la potion et se demande ce qu'elle peut bien contenir. Dans un premier temps, il cherche à en retrouver les constituants solides.

La potion de Monsieur Foudingue. 1

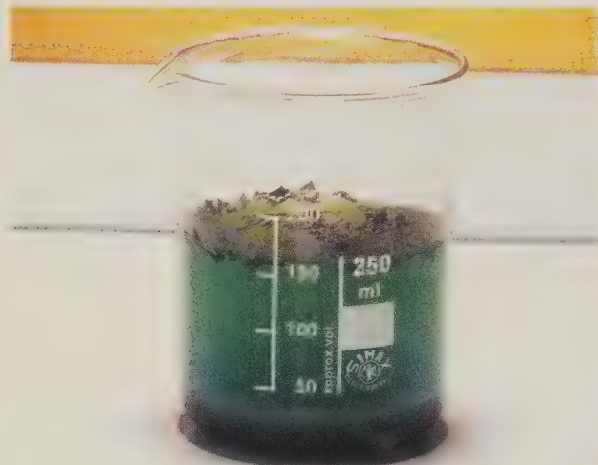


1 Comment séparer les constituants d'un mélange hétérogène ?

■ Des expériences à réaliser

Verser la potion de Monsieur Foudingue dans un bécher et laisser reposer. Cette manipulation permet de réaliser une **décantation**. Pour aller plus loin dans la séparation des constituants de la potion, penser à conserver le bécher après repos, sans l'agiter.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

- Réaliser le schéma de l'expérience, sans oublier de le légender.
- Comment est le liquide, dans la partie centrale ?
- Où se trouvent les solides avant repos ? après repos ?
- Pourquoi ne sont-ils pas tous au même endroit ?
- Expliquer le principe de cette méthode de séparation.

2 La potion de Monsieur Foudingue après décantation.



On observe la potion après décantation.
On constate que des particules solides restent en surface dans le liquide et que d'autres tombent dans le fond.

2 Comment séparer les constituants solides des liquides ?

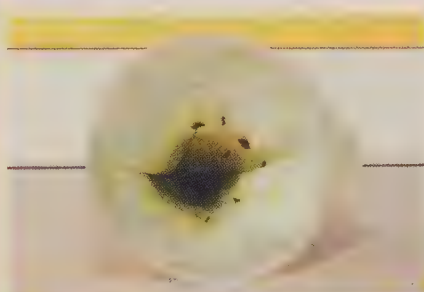
■ Des expériences à réaliser

Placer un entonnoir muni d'un filtre sur un erlenmeyer. Verser lentement, au centre du filtre, le liquide contenu dans le bécher de l'activité 1. Éviter de verser tout le contenu du bécher de manière à laisser le maximum de dépôt au fond. Observer le liquide recueilli et le contenu du filtre. Ce montage permet de réaliser une **filtration**.

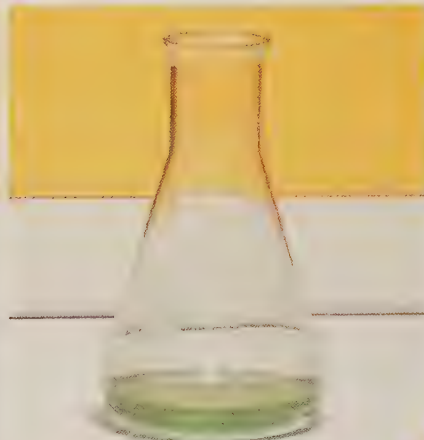
■ Des résultats à observer



1 La filtration.



2 Le filtre après la filtration.



3 Le filtrat.

■ Une conclusion à construire

- Réaliser le schéma de l'expérience.
- Quels sont les constituants présents dans le filtre ? et dans l'erlenmeyer ?
- Le filtrat est-il un mélange hétérogène ou homogène ?
- Pourquoi est-il plus judicieux, pour la filtration, d'utiliser la potion déjà décantée ?
- Expliquer le principe de cette méthode de séparation.

VOCABULAIRE

Filtrat : liquide obtenu par filtration.

■ 1. La décantation

Un **mélange hétérogène** peut contenir plusieurs solides visibles flottant dans un liquide : du café ou de la pulpe de fruit, par exemple. Lorsqu'on laisse **décanter** ce mélange, on observe la chute de certaines particules solides au fond du bécher. Elles forment un dépôt.   la fin de la **décantation**, en versant avec précaution, on peut séparer le liquide du dépôt solide. On obtient alors un **mélange homogène**.

La **décantation** consiste à laisser reposer un **mélange hétérogène**. Elle permet la **séparation** de certains constituants d'un **mélange hétérogène**.

Remarques :

-   la fin de la décantation, certains solides ne tombent pas au fond mais flottent à la surface du mélange.
 - Si on n'attend pas suffisamment longtemps, le liquide obtenu reste trouble : des particules solides fines sont toujours en suspension dans le liquide.
- Dans ce cas, pour continuer la séparation des constituants, on peut utiliser une autre technique : la **filtration**.

► exercices 6, 9

■ 2. La filtration

Un **mélange hétérogène** peut contenir plusieurs solides visibles flottant dans un liquide ; par exemple :

- des feuilles de thé qui flottent à la surface ;
- des particules très fines de café qui restent en suspension.

Lorsqu'on filtre ce mélange, on observe que ces particules solides restent dans le filtre.

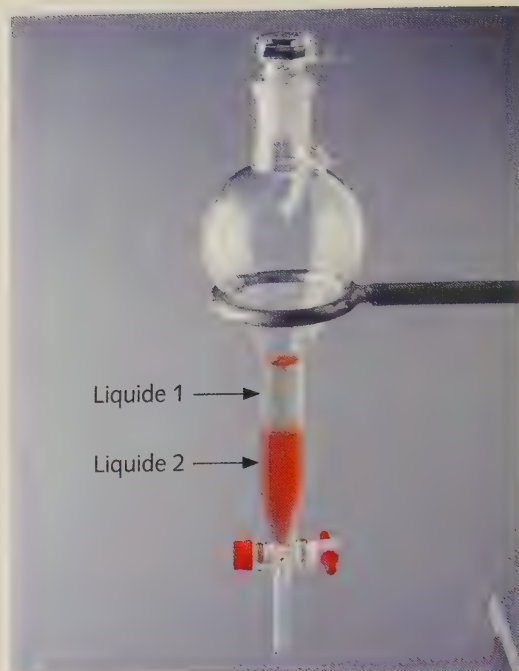
Le liquide limpide que l'on recueille à la suite de la filtration s'appelle le **filtrat**. On ne voit plus ses constituants à l'œil nu, c'est donc un **mélange homogène**.

La **filtration** consiste à faire passer un **mélange hétérogène** dans un filtre. Elle permet la **séparation** des constituants solides de ceux qui sont liquides.

On obtient alors un **mélange homogène** : le **filtrat**.

Quand un mélange hétérogène est très chargé en solides en suspension, il est préférable de réaliser, au préalable, une décantation. On retire alors les plus grosses particules qui risque de boucher le filtre et de ralentir la filtration.

► exercices 8, 11



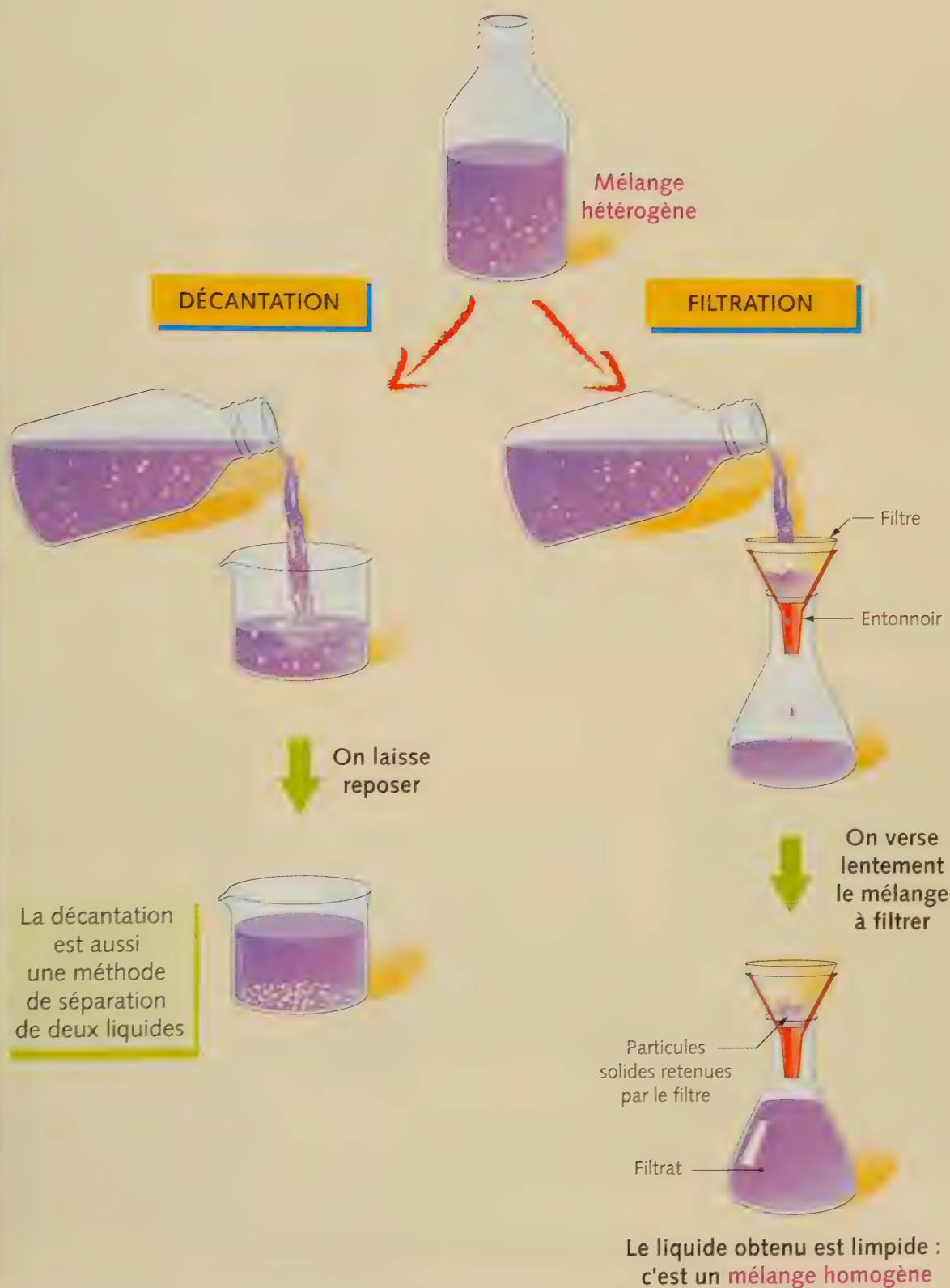
1 Décantation d'un mélange hétérogène de liquides non miscibles : on utilise une **ampoule à décanter**.

Les objets de la vie courante

Lorsque la maison est alimentée en eau courante, il n'est pas nécessaire de filtrer l'eau du robinet pour la boire. Cependant, pour des problèmes de goût ou de couleur, certaines personnes utilisent un pichet filtrant. Ce sont alors des filtres à minéraux (comme le charbon) qui retiennent certains sels minéraux, pesticides et autres produits chimiques.



2 Lorsqu'on  goutte du riz, on réalise une filtration, mais on garde ce qui reste dans le « filtre ».



Que deviennent les eaux usées ?

Les eaux usées, celles que nous rejetons tous les jours, contiennent toutes sortes de déchets et d'impuretés. Il faut épurer et dépolluer ces eaux avant qu'elles ne retournent à la rivière.

La consommation moyenne d'eau dans une maison

- Laver sa voiture : 200 L
- Vaisselle à la main : 10 à 12 L
- Lave-vaisselle : 25 à 40 L
- Lave-linge : 40 à 120 L
- Une douche de 4 minutes : 60 à 80 L
- Un bain : 150 à 200 L
- Une chasse d'eau : 6 à 12 L

Des réflexes simples permettent de ne pas gaspiller cette précieuse ressource naturelle qu'est l'eau.

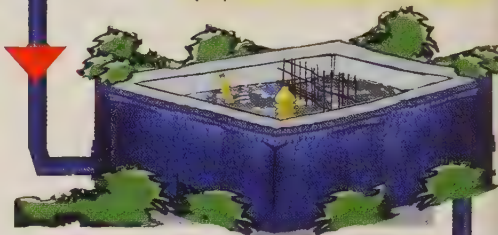


Évacuation de l'eau

Les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration via le réseau d'égouts.

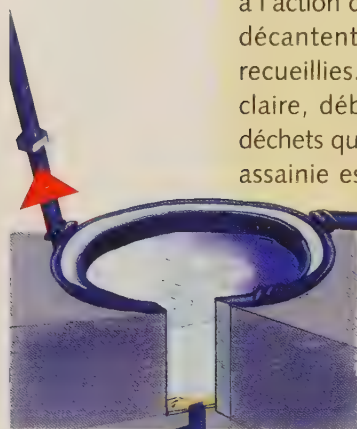
Dégrillage

Une grille arrête les plus gros déchets (plastiques, papiers, aliments, etc.).



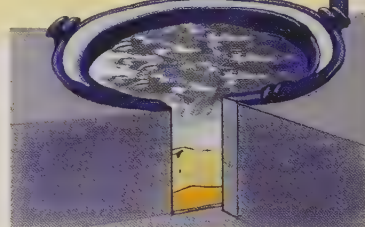
2^e décantation : la clarification

Les boues qui se sont formées suite à l'action du traitement biologique décantent à leur tour, puis sont recueillies. On récupère une eau claire, débarrassée de 80 % des déchets qu'elle charriait. L'eau ainsi assainie est restituée à la rivière.



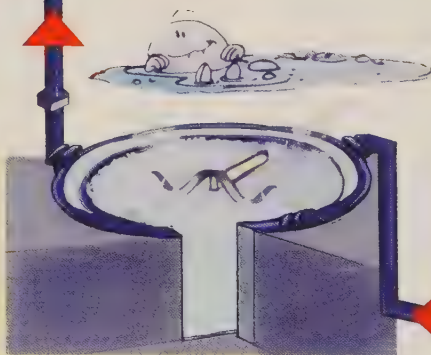
Dessablage

Les matières les plus lourdes (tels que sables et graviers) décantent. Les plus légères (huile, graisses) flottent à la surface, où elles sont enlevées.



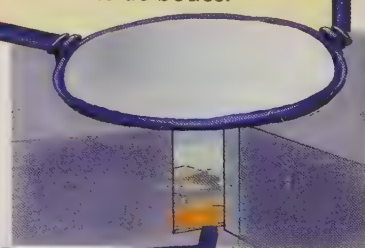
Traitement biologique

C'est une étape essentielle de la dépollution. L'eau, additionnée de bactéries, est brassée par des hélices, ce qui a pour effet d'améliorer son oxygénation. En effet, le dioxygène est indispensable aux bactéries pour effectuer leur « travail » de transformation des produits polluants en gaz carbonique et en eau.



Décantation primaire

Les matières lourdes et solides qui ont décanté sont récoltées sous forme de boues.



Le traitement des boues

Les boues qui ne sont pas mises en décharge ou incinérées sont recyclées comme engrais pour l'agriculture.



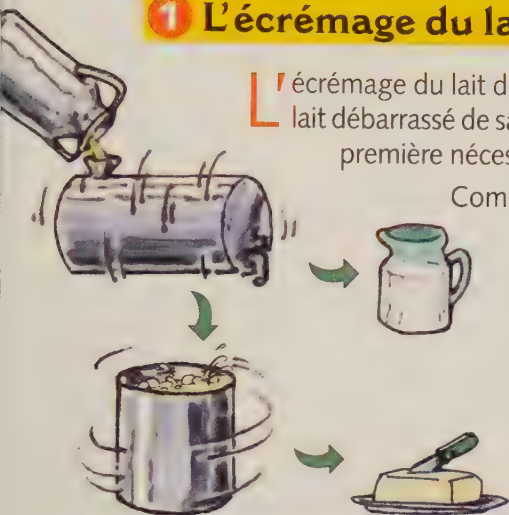
<http://www.cieau.com/junior/index.htm>

http://www.eau-rhin-meuse.fr/consommation_eau.html

La centrifugation

Quand la décantation est trop lente ou inefficace, on a recours au procédé de centrifugation pour séparer les constituants d'un mélange. Le principe : démultiplier artificiellement le poids des constituants grâce à une accélération due à un mouvement de rotation.

1 L'écémage du lait



L'écémage du lait de vache est une opération nécessaire dans deux cas : obtenir du lait débarrassé de sa crème, donc allégé en corps gras, et récupérer la crème, matière première nécessaire à la fabrication du beurre.

Comment s'effectue l'écémage ? Autrefois, les paysans laissaient le lait reposer toute une nuit pour que la matière grasse ait le temps de décanter, formant ainsi un dépôt à la surface du récipient. Aujourd'hui, cette opération se déroule à l'aide d'une centrifugeuse qui sépare la crème du lait en le faisant tourner très rapidement.

En effet, les particules de matière grasse, plus légères que le liquide, remontent à la surface où, sous l'effet de la rotation, elles sont entraînées vers le centre : elles forment ainsi la crème.

DE LA CRÈME AU BEURRE

Après l'écémage et l'étape de pasteurisation (chauffage de la crème pour en éliminer germes et bactéries), vient le barattage. Cette opération consiste à battre la crème de façon à former

les grains de beurre, isolés de la partie liquide (le babeurre ou petit lait). Enfin, le malaxage fait de ces grains une pâte homogène. Il faut 20 litres de lait pour fabriquer 1 kilogramme de beurre !

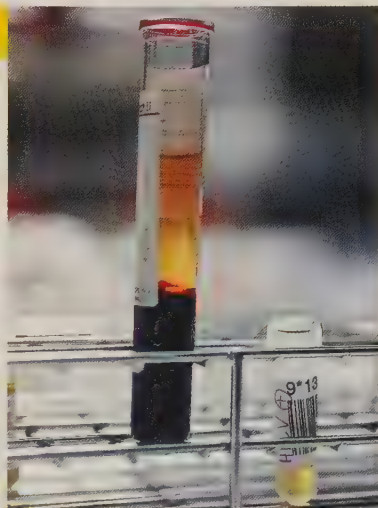
2 Dans les laboratoires d'analyses médicales

Les laboratoires d'analyses médicales font un usage très fréquent des centrifugeuses. Grâce à cette technique, en effet, on peut séparer les différents constituants d'une substance afin de les étudier.

C'est le cas du sang, dont l'analyse d'un échantillon permet de déceler d'éventuelles carences ou maladies.

Le sang est composé de trois éléments qui baignent dans le plasma : les globules blancs, les globules rouges et les plaquettes.

Après centrifugation, ces 3 éléments se déposeront au fond de l'éprouvette sous forme de strates (du plus lourd au plus léger), alors que le plasma, moins lourd, flottera à la surface.



Avant centrifugation, le sang est un mélange homogène, mais après centrifugation, les constituants du sang sont séparés.

1 L'écémage du lait

Pourquoi écème-t-on le lait ?
Comment s'effectue l'écémage ?

2 Les analyses de sang

À quoi sert la centrifugation d'échantillons sanguins ?

Un dossier complet sur le lait sur :

<http://www.espace-sciences.org/science/10066-dossiers-thematiques>

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Recopier et compléter les phrases avec les mots suivants : *la filtration, le filtrat, la décantation*.

- a.** La méthode permettant de séparer les constituants d'un mélange hétérogène en laissant reposer le mélange s'appelle
- b.** est une méthode permettant de séparer les constituants solides de ceux qui sont liquides.
- c.** est un liquide limpide obtenu lors d'une filtration.

2 Le schéma ci-contre représente une méthode de séparation.

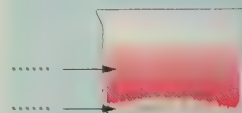
- a.** Comment s'appelle cette méthode ?
- b.** Expliquer son principe.
- c.** Recopier et légender le schéma.



3 Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

- a.** Lors d'une décantation, les solides tombent dans le fond du récipient.
- b.** Lors d'une filtration, le filtre retient les particules solides.
- c.** Le filtrat est un mélange hétérogène.

4 Le schéma ci-contre représente une méthode de séparation.



- a.** Comment s'appelle cette méthode ?
- b.** Recopier et légender le schéma.

5 Former des phrases scientifiquement correctes.

- a.** Lors d'une décantation, les particules solides les plus lourdes *se déposent au fond du bécier / restent en suspension dans l'eau*.
- b.** Lors d'une filtration, les particules solides *restent dans le filtre / se retrouvent dans le filtrat*.
- c.** Le filtrat est un liquide *homogène / hétérogène*.

Appliquer ses connaissances

6 Analyser une expérience

On place une eau sablonneuse dans un tube à essais (1) et on attend. On observe le résultat (2).

a. À l'aide d'un schéma, indiquer où se trouvent le sable et l'eau dans chacun des tubes.

b. Comment s'appelle la méthode de séparation utilisée ?



7 Observer et interpréter

On place, dans un tube à essais, un mélange contenant de l'eau et du cyclohexane. On agite et on laisse reposer le mélange.

On observe le mélange après repos.

- 1. a.** Décrire le contenu du tube à essais.
- b.** Le mélange eau + cyclohexane est-il homogène ou hétérogène ? Expliquer la réponse en utilisant la conjonction « donc ».
- c.** Quelle est la méthode de séparation utilisée ?

2. Au contact du liquide 1, le sulfate de cuivre devient bleu.

- a.** Indiquer où se trouve l'eau dans le tube à essais.
- b.** À l'aide des réponses obtenues précédemment, expliquer quel liquide, du cyclohexane et de l'eau, est le plus lourd.



8 Qu'en pensez-vous ?

Un élève est persuadé qu'il suffit de filtrer un mélange huile et vinaigre pour séparer ces deux constituants.

a. Expliquer pourquoi il ne pourra pas séparer l'huile du vinaigre.

b. Trouver une autre méthode et schématiser la manipulation.

9 Analyser une situation

Pour se déposer par décantation, une particule doit être « plus lourde » que le liquide dans lequel elle se trouve.

a. Que se passe-t-il si les particules solides sont « plus légères » ?

b. Le lait contient des gouttes de crème en suspension. Pourquoi remontent-elles après repos ?

c. Proposer une méthode pour retirer la crème du lait.

10 Travaux pratiques

Lors d'une séance de travaux pratiques, deux élèves ne sont pas d'accord sur la méthode à employer : ils doivent enlever les particules solides d'une eau très boueuse.

Maxime préfère laisser décanter et filtrer ensuite en laissant le maximum de solide dans le fond du récipient. Antoine trouve qu'il suffit de filtrer l'eau boueuse : d'après lui, le résultat sera le même et il gagnera du temps.

a. Le filtrat d'Antoine sera-t-il limpide ?

b. Antoine gagnera-t-il du temps en ne décantant pas ? Justifier.

c. Pourquoi la méthode de Maxime s'avère-t-elle être la meilleure ?

11 Attention au filtre !

Lors d'une filtration, en fonction du filtre utilisé, certaines particules peuvent être recueillies dans le filtre ou le traverser.

On veut filtrer un mélange contenant de l'eau, du sable fin, de l'argile, des levures et des bactéries.

On utilise des filtres (tamis) dont les pores (trous) ont des diamètres différents :

- filtre 1 : 0,5 mm ;
- filtre 2 : 0,05 mm ;
- filtre 3 : 0,0005 mm.

Diamètre de la particule (en mm)	Exemple
0,1	sable fin
0,01	argile
0,001	levures
0,0001	bactéries (invisible à l'œil nu)

En utilisant le tableau ci-dessus, répondre aux questions suivantes.

1. Le filtre 1 est-il utile à la filtration ?

2. a. Quelles sont les particules arrêtées par le filtre 2 ?

b. Que contient alors le filtrat ? Est-il limpide ?

3. a. Quelles sont les particules arrêtées par le filtre 3 ?

b. Que contient alors le filtrat ? Est-il limpide ?

c. Peut-on boire le filtrat sans danger ?

12 Du bon café !

En France, traditionnellement, le café est réalisé en laissant couler de l'eau chaude sur du café moulu placé dans un filtre.

En Turquie, traditionnellement, on met le café moulu et l'eau chaude dans un récipient et on laisse reposer.

a. Quelle méthode de séparation est utilisée en France pour obtenir du café ?

b. Quelle est la méthode utilisée en Turquie ?

13 Une cafetière

a. Recopier le schéma et compléter la légende avec les mots suivants : *filtre* ; *filtrat* ; *mélange homogène* ; *mélange hétérogène*.

b. Donner le nom de la méthode utilisée pour préparer le café de cette manière.



Exercices

14 Autre méthode de séparation

Lorsque l'on fait tourner rapidement la salade mouillée dans une essoreuse, on remarque qu'elle n'est presque plus humide et que l'eau est tombée dans le fond. On appelle cela la centrifugation.

À quelle méthode de séparation la centrifugation ressemble-t-elle ? Pourquoi ?

15 Le sel de mer

Le sel de mer non raffiné est souvent gris, car il contient toutes sortes d'impuretés qui ne sont pas dissoutes dans l'eau.

Pour le rendre blanc, on peut le mettre dans l'eau et agiter. Puis, on filtre le mélange obtenu. On laisse l'eau du filtrat s'évaporer et on récupère le sel blanc.

a. Schématiser la manipulation étape par étape.

b. Le mélange contenant de l'eau et du sel gris est-il homogène ou hétérogène ?

c. Que contient le filtre ?

d. Que contient le filtrat ?

16 La vinaigrette

Une vinaigrette est préparée à partir de vinaigre et d'huile. On ajoute de la ciboulette au mélange.



Indication : l'huile est moins lourde que le vinaigre.

a. La vinaigrette est-elle un mélange homogène ou hétérogène ? Expliquer en utilisant la conjonction « donc ».

b. Peut-on filtrer pour séparer l'huile et vinaigre ? Justifier.

c. Que récupère-t-on, dans le filtre, lors de cette filtration ?

d. Indiquer quelle méthode utiliser pour séparer l'huile du vinaigre.

17 En médecine

Le sang est constitué de nombreux éléments plus ou moins lourds (globules rouges, globules blancs, plaquettes) contenus dans un liquide, le plasma. Pour analyser le sang, il faut souvent séparer ces éléments du plasma.

1. Quelle méthode utilise-t-on ? Justifier.

2. La centrifugation est une méthode basée sur la différence de masse des constituants d'un mélange. La rotation entraîne les particules lourdes au fond des tubes.

Peut-on utiliser cette méthode pour le sang ? Justifier.



Pour aller plus loin

18 La clarification, une étape du traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées se fait en plusieurs étapes. Les principales sont :

- le dégrillage : les gros déchets sont stoppés à l'aide d'une grille ;
- le dessablage : le sable et le gravier tombent au fond du bassin, les graisses flottent ;
- le traitement biologique : des bactéries « mangent » la pollution ;
- la clarification : les bactéries utilisées dans le traitement biologique sont agglomérées sous forme de boues, elles tombent au fond du bassin. L'eau est ensuite rejetée dans les rivières.

a. Quel procédé est utilisé dans le dégrillage ?

b. Quel est le procédé utilisé dans le dessablage ?

c. Comment peut-on enlever les graisses qui flottent ?

d. Quelle méthode de séparation est utilisée lorsque les boues tombent au fond du clarificateur ?

e. Pourquoi est-on obligé d'agglomérer les bactéries en boues ?

f. L'eau rejetée dans les rivières est-elle limpide ?

g. Peut-on dire qu'elle est potable ? Si non, quelle étape devrait-on ajouter ?

Chapitre / 6

Mélanges homogènes

Objectifs

- Décrire et réaliser une distillation et une chromatographie
- Savoir que l'aspect homogène d'une substance ne suffit pas pour savoir s'il s'agit d'un corps pur



Les alambics sont utilisés en parfumerie pour extraire les constituants odorants des fleurs. **Quelle est la technique mise en œuvre pour faire cette séparation ?**

Activités



Tous les constituants de la potion de Monsieur Foudingue n'ont pas été séparés. La potion, une fois filtrée, est un mélange de liquides contenant du jus d'ananas sans pulpe, de l'eau de vie et de l'eau colorée verte.

On cherche donc à séparer ces constituants.

1 Comment séparer les constituants d'un mélange homogène ?

■ Des expériences à réaliser

Verser la potion filtrée (le filtrat obtenu p. 51) dans un erlenmeyer. Installer un tube à dégagement et un thermomètre. Chauffer doucement la potion filtrée, jusqu'à 80 °C. Ce montage permet de réaliser une **distillation**.



Attention : Ne pas toucher la verrerie, une fois l'expérience commencée : risque de brûlure !

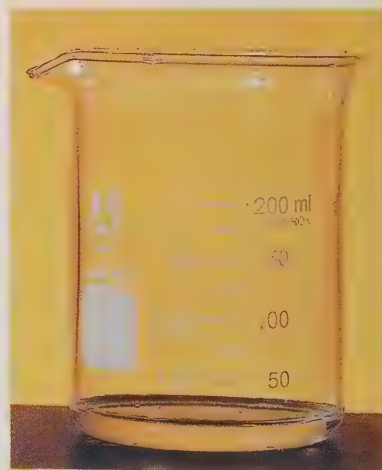
■ Des résultats à observer

Alcool et eau ne se vaporisent pas à la même température :

liquide	alcool	eau
Température de vaporisation	78 °C	100 °C



1 La distillation.



2 Le distillat.

■ Une conclusion à construire

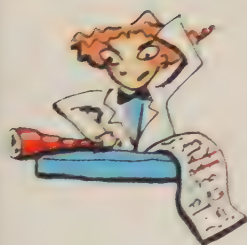
- Réaliser le schéma de la manipulation, sans oublier de le légender.
- De la buée apparaît sur les parois de l'erlenmeyer. Est-ce de l'eau ou l'alcool ? Pour répondre, s'aider du tableau donnant les températures de vaporisation de l'alcool et de l'eau.
- Que se passe-t-il dans le tube à dégagement ?
- Comparer le distillat obtenu à la potion filtrée.
- Peut-on affirmer que le distillat est un corps pur ?
- Expliquer le principe de cette méthode de séparation.

VOCABULAIRE

Vaporisation : transformation d'un liquide en gaz.

Distillat : liquide recueilli lors d'une distillation.

Corps pur : substance n'ayant qu'un constituant.



On récupère le résidu qui se trouve dans l'erenmeyer à la fin de la distillation : il est de couleur verte. On cherche alors à séparer la substance qui colore ce mélange.

2 Comment séparer les constituants colorés d'un mélange homogène ?

■ Des expériences à réaliser

Préparer de l'eau salée en dissolvant 5 g de sel dans 100 mL d'eau. Verser dans un bécher, sur 1 cm de haut environ, ce mélange.

Découper une bande de papier filtre de 5 cm de large sur 10 cm de haut. Tracer, sur ce papier, un trait au crayon à 1 cm du bas. Placer, juste au-dessus de ce trait, un dépôt de chacun des colorants alimentaires (rouge, jaune, vert) et un dépôt du résidu vert obtenu après distillation. Suspendre le papier dans le bécher : le bas du papier doit tremper dans le liquide.

Ce dispositif permet de réaliser une **chromatographie** : l'eau salée est l'éluant, le papier filtre est un **chromatogramme**.

■ Des résultats à observer



1 La chromatographie.



2 Chromatogramme des colorants et de la potion.

■ Une conclusion à construire

- Qu'observe-t-on lorsque l'on place le papier filtre dans l'eau salée ?
- De quels colorants sont constitués les 3 colorants alimentaires ?
- Le colorant de la potion est-il identique à un colorant alimentaire ? Justifier.
- Expliquer le principe de cette méthode de séparation.

VOCABULAIRE

Éluant : liquide qui entraîne les colorants.

Chromatogramme : papier sur lequel les colorants migrent.

■ 1. La distillation

L'éthanol (un alcool) se vaporise à une température plus basse que l'eau. Lorsque l'on chauffe un liquide contenant de l'éthanol jusqu'à une température légèrement supérieure à la température de vaporisation de l'éthanol, ce dernier **se transforme en vapeur**. Si on recueille ces vapeurs d'alcool en les dirigeant grâce à un tube à dégagement vers un récipient, elles **se refroidissent et redeviennent liquides** : on a alors réalisé la **distillation** du mélange initial.

Les vapeurs d'alcool peuvent entraîner d'autres constituants avec elles, comme des arômes par exemple (on peut le vérifier à l'odeur). Le liquide recueilli par distillation n'est donc pas forcément un corps pur même s'il est homogène et incolore : ce liquide est appelé le **distillat**.

La **distillation** permet la séparation des constituants d'un **mélange homogène**.

L'apparence **homogène** ne suffit jamais à affirmer si l'on a obtenu un **corps pur** ou un autre **mélange homogène**.

► exercices 5, 6

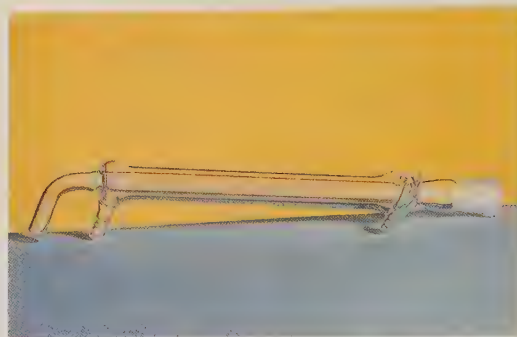
■ 2. La chromatographie

Au cours d'une **chromatographie** sur papier, on fait plonger la base d'une bande de papier dans un solvant, appelé **éluant**. Celui-ci monte sur le papier en entraînant les colorants déposés préalablement sur le papier. Chaque substance monte (on dit qu'elle migre) à une **hauteur différente** (toujours la même si l'éluant est le même). On peut ainsi **séparer et identifier tous les constituants colorés** d'un mélange.

On constate que les colorants alimentaires rouge et jaune ne sont constitués chacun que d'un seul colorant. Le colorant vert est, en revanche, constitué de colorant jaune et de colorant bleu : c'est donc un **mélange**.

La **chromatographie** permet la séparation et l'identification des constituants colorés d'un mélange homogène.

► exercices 8, 13



1 Un **réfrigérant** : on fait passer de l'eau froide dans cet élément lors d'une distillation pour refroidir plus rapidement les vapeurs.

L'eau distillée : une eau pure

L'eau du robinet, l'eau minérale, etc. sont des mélanges. Si on distille une de ces eaux, les sels minéraux et autres constituants ne sont pas entraînés avec la vapeur d'eau : le distillat obtenu est de l'eau pure. C'est la fameuse eau distillée que l'on utilise beaucoup en physique-chimie !

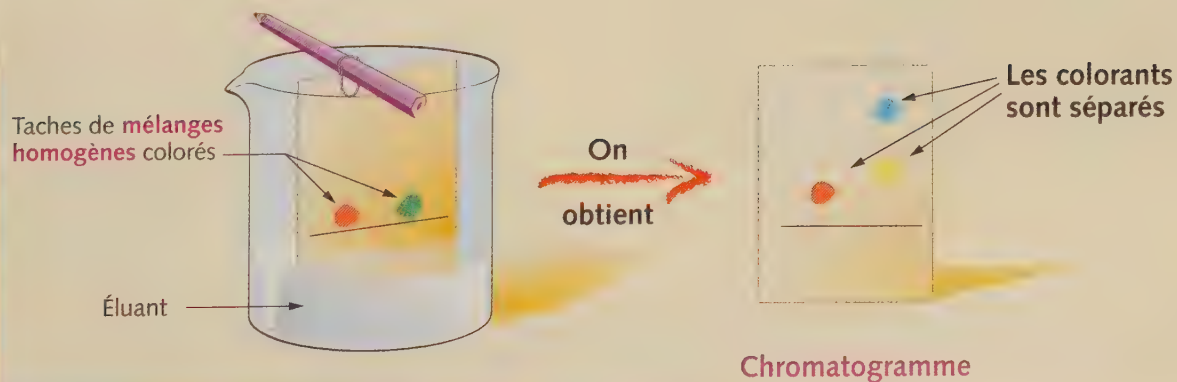


2 En laboratoire, les constituants d'un produit peuvent être séparés par une chromatographie sur colonne.

Distillation



Chromatographie



« Les hommes éprouvent une grande joie à la vue de couleur, l'œil en a besoin comme il a besoin de lumière. »

Goethe

À manger et à boire de toutes les couleurs

1 Qu'est-ce qu'un colorant alimentaire ?

Un colorant alimentaire est une substance chimique, naturelle ou synthétique, qu'on ajoute au cours de la fabrication d'un produit pour lui donner une couleur spécifique. Les colorants alimentaires sont simplement destinés à rendre un aliment plus **attrayant** ; ils ne sont en général d'aucun bénéfice particulier pour l'organisme.

Au contraire. Certains colorants peuvent déclencher des réactions d'**allergie**, d'autres peuvent même être toxiques à des doses trop élevées : c'est pourquoi leur emploi par l'industrie alimentaire est **strictement réglementé**. Sur l'emballage de chaque produit contenant un colorant, on doit pouvoir lire son code (série des E100) et la dose journalière admissible (DJA) à ne pas dépasser.



Les couleurs variées et éclatantes de ces bonbons les rendent très attractifs aux yeux des plus jeunes !

COULEUR	NOM	ORIGINE	CODE	USAGE
Rouge	Cochénille	Naturelle (insecte)	E120	Friandises, charcuterie
Bleu	Bleu patenté V	Synthétique	E131	Glaces, sirops, encre
Brun-beige	Caramel	Naturelle (sucre)	E150	Pâtisseries, potages
Jaune	Tartrazine	Synthétique	E102	Friandises, sirops, jus
Vert	Chlorophylle	Naturelle (végétal)	E140	Chewing-gums, sirops

2 Des colorants de différentes origines



Les colorants alimentaires se présentent sous forme de poudres ou de liquides.

Aujourd'hui, la plupart des colorants alimentaires sont synthétisés en laboratoire.

On peut toutefois distinguer quatre types de colorants :

– **d'origine végétale** ; ce sont des substances extraites de plantes : la chlorophylle (vert), la curcumine (jaune), le carotène (orangé) et le caramel (brun)...

– **d'origine animale**, comme la cochenille ; ce terme désigne tout à la fois l'insecte et la teinture qui en est extraite par broyat.

– **d'origine minérale**, tels les oxydes de fer (jaunes, noirs ou rouges), l'aluminium (orangé) ou l'argent.

– **de synthèse** ; ils peuvent reproduire tous les colorants naturels et en créer d'autres, avec d'autres couleurs : tartrazine, bleu patenté...

1 Colorants alimentaires

À quoi servent les colorants alimentaires ? Sont-ils parfaitement inoffensifs ?

2 Origine des colorants

Combien de types de colorants existe-t-il ? Quels sont aujourd'hui les plus répandus ?

<http://www.achats-industriels.com/matieres/colorants2.asp>
<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/couleurs>

La distillation

1 Petite histoire de la distillation

L'art de la distillation est vieux d'environ trois mille ans : les **Grecs** en connaissaient le principe et leurs marins distillaient même l'eau de mer à bord de leurs bateaux, et ce trois siècles avant J.-C.



La distillation au XVII^e siècle.

Mais ce sont les **Égyptiens** qui, aux alentours du ^xe siècle, conçurent les tout premiers appareils à distiller. Ceux-ci comprenaient un récipient de condensation des vapeurs appelé « **alambic** », et un autre destiné à recueillir le distillat, la phiale. Le mot alambic est dérivé de l'arabe *al anbiq*, lui-même emprunté au grec *ambix*, qui

signifie vase. Par extension, l'alambic finira par désigner l'appareil entier de distillation. Il fut d'abord utilisé dans la **fabrication des parfums** et des médicaments alcoolisés par les apothicaires du ^{xii}e siècle, puis son usage se généralisa à la **production d'alcools** et d'eaux de vie, obtenus – aujourd'hui encore – par distillation du vin ou de jus de fruits.

ZOOM SUR...

Aujourd'hui, la distillation est surtout pratiquée dans l'**industrie pétrolière**, où elle est essentielle : en effet, c'est l'opération de base du raffinage des pétroles bruts. L'essence est la première des composantes à se distiller, car sa température de vaporisation est la plus basse.

2 Boire l'eau de mer, c'est possible !

Plus de deux milliards d'êtres humains n'ont pas accès à l'eau potable, ce qui représente un individu sur trois ! **Dessaler l'eau de mer** représente donc un enjeu de taille pour les populations qui vivent dans des régions pauvres en eau douce mais à proximité de rivages marins.

La première technique employée dans les usines de dessalement fut celle, très simple, de la **distillation**. Malheureusement, celle-ci est très coûteuse en énergie, car la température de vaporisation de l'eau est assez élevée. C'est pourquoi, dans ces usines, la distillation

est progressivement remplacée par des systèmes fonctionnant sur le principe de l'**osmose inverse** : sous l'effet d'une pression élevée, on force l'eau à traverser une membrane imperméable aux sels dissous dedans. On recueille ainsi l'eau sans le sel : l'eau douce.



Une usine de dessalement d'eau de mer. C'est au Moyen-Orient, région sèche, que se trouvent les plus gros producteurs d'eau douce.

1 Histoire de la distillation

Dans quels domaines a-t-on successivement pratiqué la technique de distillation ?

2 Les usines de dessalement d'eau de mer

Quels sont les deux principaux procédés de dessalement de l'eau de mer ? Avantages et inconvénients.

http://www.oldcook.com/histoire_alcool.htm

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/dessalEau.htm>

Exercices

Vérifier ses connaissances

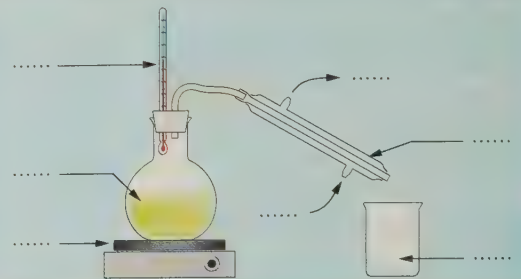
1 Recopier et compléter les phrases suivantes.

- a. est une méthode de séparation des constituants d'un mélange homogène, qui nécessite un appareil de chauffage.
- b. Pour séparer les constituants colorés d'un mélange homogène, on réalise une
- c. Après une distillation, on récupère le
- d. L'aspect limpide du distillat ne permet pas d'affirmer qu'il s'agisse d'un

2 Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

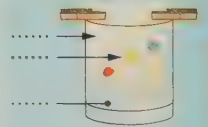
- a. L'apparence homogène du distillat suffit pour savoir s'il est un corps pur ou non.
- b. La distillation est une méthode de séparation de constituants de mélange hétérogène.
- c. La chromatographie est une méthode de séparation de certains constituants d'un mélange homogène.
- d. Le distillat est le liquide que l'on récupère lors d'une chromatographie.

3 a. Recopier et compléter le schéma suivant avec les mots *distillat*, *entrée d'eau*, *sortie d'eau*, *mélange homogène*, *réfrigérant*, *thermomètre*, *plaque chauffante*.



b. Donner le nom de la méthode ainsi représentée.

4 a. Recopier et compléter le schéma ci-contre avec les mots *chromatogramme*, *éluant*, *colorants*.

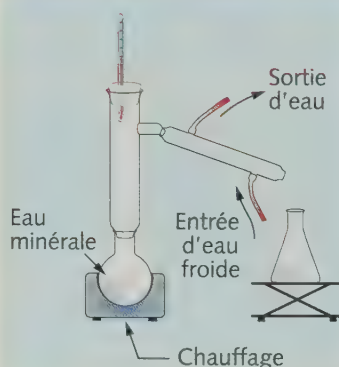


b. Donner le nom de la méthode ainsi représentée.

Appliquer ses connaissances

5 Distillation d'une eau minérale

On réalise la manipulation schématisée ci-contre :



- 1. a.** De quoi est constitué le distillat ?
- b.** Est-ce un corps pur ?
- 2.** Que reste-t-il dans le ballon ?

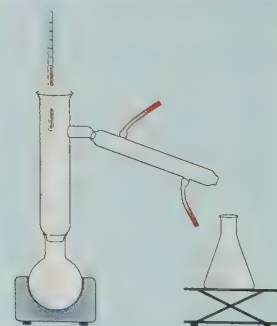
6 Corps pur ?

Lors de la distillation du jus d'ananas, on obtient un distillat incolore à l'odeur d'ananas. Celui-ci bleuit le sulfate de cuivre.

- a.** Qu'a-t-on mis en évidence grâce au sulfate de cuivre ?
- b.** Peut-on affirmer que le distillat est un corps pur ? Justifier.

7 Dessalage de l'eau de mer

Pour récupérer de l'eau douce à partir de l'eau de mer, il est possible de réaliser le montage ci-dessous :



- a.** De quelle méthode de séparation s'agit-il ?
- b.** Sur le schéma, où se trouve l'eau de mer ?
- c.** Où se trouve le distillat ? De quoi est-il composé ?
- d.** Que restera-t-il dans le ballon lorsque l'expérience sera terminée ?

8 Chromatographie de colorants alimentaires

On réalise la chromatographie de différents colorants alimentaires : jaune, rouge, vert. Répondre aux questions à l'aide du chromatogramme obtenu et du tableau ci-dessous.

code	nom	couleur
E 102	tartrazine	jaune
E 110	jaune-orangé S	orange
E 124	rouge cochenille A	rouge
E 131	bleu patenté	bleu

Tableau des codes, noms et couleurs de colorants.



Chromatogramme.

a. De quels colorants sont constitués les trois colorants alimentaires testés ? Justifier.

b. Les colorants rouge et jaune utilisés sont donnés dans le tableau ci-dessus. Donner leurs noms et codes.

c. Pourquoi le nom du colorant vert n'apparaît-il pas dans le tableau ?

d. De quels colorants est-il constitué ?

e. « Le colorant jaune seul est le même que le colorant jaune présent dans le colorant vert. » Est-ce exact ? Justifier.

9 Attention aux colorants

Tous les colorants, qu'ils soient naturels ou de synthèse, ne sont pas forcément sans danger pour l'organisme. Leur toxicité dépend de la quantité de colorant absorbée. C'est pour cela qu'a été définie une dose journalière admissible (D.J.A.) : il s'agit de la masse maximale que l'on peut absorber, sans danger, par jour. Elle s'exprime en mg de colorant par kg de masse corporelle.

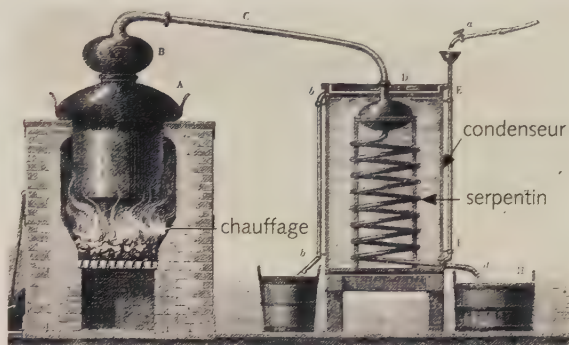
Le sirop de grenadine contient du rouge cochenille E 124 dont la D.J.A. est de 0,75 mg/kg.

a. Quelle quantité journalière de colorant peut avaler un enfant de 40 kg ?

b. Le sirop de grenadine contient 19 mg de rouge cochenille par litre. Quel volume maximal de sirop cet enfant pourrait-il boire chaque jour ?

10 L'alambic

Pour extraire l'essence des fleurs, les parfumeurs utilisent un alambic comme celui ci-dessous :



a. Quel est le rôle du chauffage ?

b. De quoi les vapeurs sont-elles constituées ?

c. Schématiser le dispositif et préciser où se situent l'arrivée et la sortie de l'eau permettant de refroidir les vapeurs dans le condenseur (ou réfrigérant).

d. Pourquoi le serpentin n'est-il pas droit ?

e. On recueille un mélange essence de fleur et eau. L'essence et l'eau ne sont pas miscibles. Quelle méthode employer pour les séparer ?

11 Distillation du vin

Lors de la distillation du vin, les vapeurs d'alcool deviennent liquides et forment le distillat incolore. Cependant ce dernier bleuit le sulfate de cuivre anhydre.

Le distillat est-il un corps pur ? Justifier en utilisant la conjonction « donc ».

12 Séparation de l'acétone et de l'heptane

L'acétone bout à 56,2 °C et l'heptane à 98,4 °C. Ces deux liquides sont miscibles. On distille le mélange pour séparer les deux constituants. L'acétone est mis en évidence par un réactif, le DNPH : on obtient un précipité jaune. L'heptane ne réagit pas avec le DNPH.

a. Schématiser, puis légender le montage de la distillation.

b. On chauffe doucement. Au bout d'un certain temps, apparaissent les premières gouttes de liquide à l'extrémité du réfrigérant. Quelle est la valeur indiquée par le thermomètre à ce moment-là ?

c. On arrête le chauffage.

De quel liquide pur sont constituées les gouttes de distillat ? Comment peut-on le vérifier ?

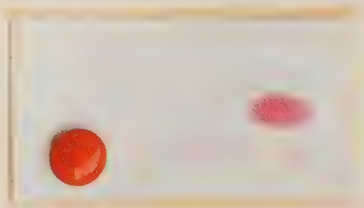
d. Quel liquide restera dans le ballon ? Pourquoi ?

Exercices

13 Bonbon

Voici le chromatogramme d'un colorant alimentaire rouge et du colorant rouge d'un bonbon. Le colorant alimentaire E 122 utilisé s'appelle l'azorubine.

Le colorant rouge E 122 est-il présent dans le bonbon rouge ? Justifier.



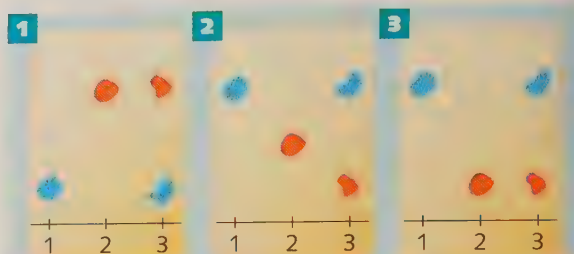
14 Chromatographie de colorants

On dispose de trois solutions, la première d'un colorant bleu, le deuxième d'un colorant rouge et la troisième qui est le mélange des deux colorants.

On réalise la chromatographie de ces trois solutions. Dans l'éluant utilisé, le colorant bleu est plus soluble que le colorant rouge.

Choisir, parmi les trois chromatogrammes représentés, celui qui correspond à ces solutions. Justifier.

Indication : dans le contexte d'une chromatographie, plus un colorant est « soluble » dans l'éluant, plus il est entraîné loin.



Pour aller plus loin

15 Un peu de français...

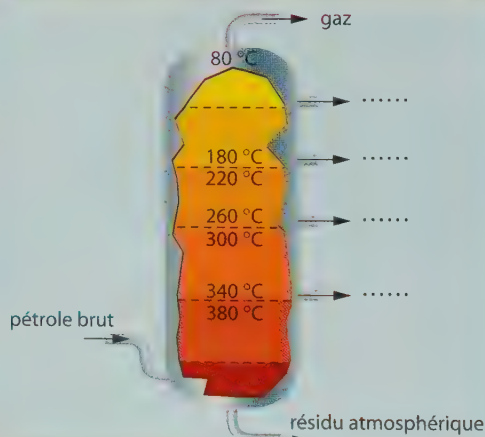
On a classé certaines substances chimiques de la moins volatile à la plus volatile : anhydride acétique, linalol, acétate de linalyle et acide acétique.

a. Rechercher la signification de « volatil ».

b. On réalise la distillation d'un mélange composé de toutes ces substances.

Quel sera le constituant obtenu en premier dans le distillat ? Justifier.

16 Distillation du pétrole



Le raffinage du pétrole a pour but de séparer différents éléments du pétrole afin d'obtenir des produits utilisables. La première étape de

ce raffinage est une distillation : le pétrole brut est chauffé à 380 °C dans une colonne de 60 m de haut. Plus on s'élève dans la tour, plus la température y est basse. Suite à cette distillation, on récupère essentiellement des fiouls, du gazole, du kérosène, du naphta et des gaz ; ces constituants étant classés du moins volatil au plus volatil.

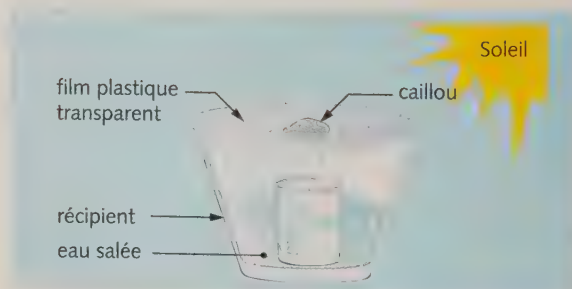
1. Que signifie « volatil » ?

2. Recopier et compléter le schéma de la distillation fractionnée, en plaçant le nom des constituants que l'on récupère.

3. Rechercher quel est l'usage de ces constituants.

17 Distillateur solaire

On peut distiller de l'eau salée grâce au montage simple, schématisé ci-dessous :



a. Dans ce montage, quel est le rôle du soleil ?

b. Quel est le rôle du film plastique ? et du caillou ?

c. Que récupère-t-on dans le verre ?

d. Que restera-t-il dans le récipient ?

Chapitre / 7

Vaporisation et liquéfaction de l'eau

Objectifs

- Savoir que l'ébullition de l'eau pure se fait à température constante sous pression constante
- Connaître la température d'ébullition de l'eau pure
- Savoir que la température d'ébullition dépend de la pression
- Tracer et exploiter un graphique
- Utiliser un thermomètre



La rosée du matin dépose de petites gouttes d'eau liquide sur les plantes. **D'où vient cette eau ? Pourquoi disparaît-elle au cours de la journée ?**

Activités

Les changements d'état illustrés par le cycle de l'eau

Vaporisation : passage de l'état liquide à l'état gazeux

Liquéfaction : passage de l'état gazeux à l'état liquide

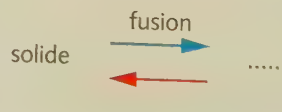
Solidification : passage de l'état liquide à l'état solide

Fusion : passage de l'état solide à l'état liquide



■ QUESTIONS

Recopier et compléter les schémas suivants :



1 À quelle température l'ébullition de l'eau pure se produit-elle ?

■ Des expériences à réaliser

Chauffer de l'eau distillée et suivre sa température : déclencher un chronomètre lorsque la température atteint 30 °C, puis la noter toutes les minutes et observer l'état de l'eau.

■ Des résultats à observer

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T (°C)	30	37	46	52	58	66	73	80	86	93	100	100	100	100	100	100
Observation du récipient	eau liquide		petites bulles et buée sur les parois					bulles plus grosses			eau en ébullition : grosses bulles qui remontent à la surface, formation d'un brouillard au-dessus du récipient					



Ébullition de l'eau pure dans des conditions normales.

■ Une conclusion à construire

- Tracer la courbe des valeurs de la température de l'eau en fonction du temps. Décrire cette courbe.
- Dans quels états et à quelle température se trouve l'eau pendant la durée du palier ? Comment appelle-t-on cette température ?
- Expliquer la formation du brouillard au-dessus de l'erlenmeyer.

VOCABULAIRE

Palier : partie d'un graphique parallèle à l'axe des abscisses.

2 Quelle est l'influence de la pression sur la température d'ébullition ?

■ Des expériences à réaliser

Faire chauffer de l'eau distillée dans un bécher jusqu'à 90 °C. Laisser le thermomètre dans le bécher et placer le tout sous une cloche à vide. Puis diminuer la pression dans la cloche.

■ Des résultats à observer



Ébullition de l'eau pure sous pression réduite.

■ Une conclusion à construire

- Quels sont les résultats des mesures de température et de pression quand la cloche est branchée ?
- Qu'observe-t-on dans le bécher ?
- Que dire de la valeur de la température d'ébullition de l'eau distillée sous pression réduite ? Quelle influence exerce la pression sur l'ébullition ?

VOCABULAIRE

Manomètre : appareil de mesure de la pression.

■ 1. Vaporisation et liquéfaction

La **vaporisation** est le passage de l'état liquide à l'état gazeux.

La **liquéfaction** est le passage de l'état gazeux à l'état liquide.

Les changements d'état sont inversibles.

■ 2. Ébullition de l'eau pure

La température se mesure à l'aide d'un **thermomètre**.
Son unité est le **degré Celsius** (°C).

Lorsque l'on chauffe de l'eau pure, sa température s'élève. Rapidement, de petites bulles remontent à la surface : c'est l'air dissous dans l'eau qui s'échappe. Puis, à 100 °C, de grosses bulles de vapeur d'eau se forment : l'eau bout. La température reste constante durant toute la durée de l'**ébullition**. Il existe un **palier de température** à 100 °C.

À pression atmosphérique normale, **100 °C** est la température d'**ébullition** de l'eau pure.

La température d'un corps pur reste constante pendant l'ébullition.

Au-dessus du récipient qui contient l'eau qui chauffe, la vapeur d'eau rencontre l'air plus froid et se transforme en fines gouttelettes d'eau liquide : elle se **liquéfie**, on observe un **brouillard**.

Lorsqu'un mélange, comme l'eau salée par exemple, est en ébullition sa température ne reste pas constante. Le **palier de température** n'existe que pour les corps purs.

► exercices 6, 7

■ 3. Influence de la pression

À pression atmosphérique normale, 1 013 hPa, l'eau bout à 100 °C. On mesure la pression avec un **manomètre**, elle s'exprime en Pascal.

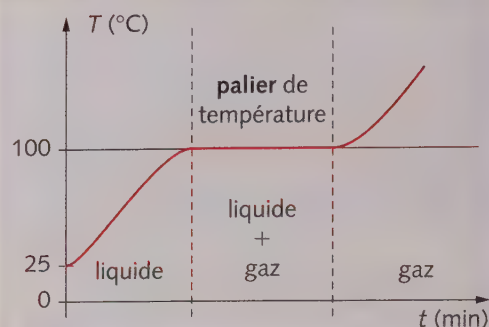
Si on diminue la pression, on observe que l'ébullition se fait à une température inférieure à 100 °C.

Par exemple, en haut du Mont Blanc (plus de 4 800 m d'altitude et environ 557 hPa) l'eau bout à 85 °C. On y cuit les aliments dans de l'eau moins chaude.

La température d'ébullition dépend de la **pression**.

► exercices 10, 13

Vaporisation et liquéfaction sont des changements d'état que l'on voit dans la nature : le **cycle de l'eau** met en jeu ces phénomènes. Voir p. 70.



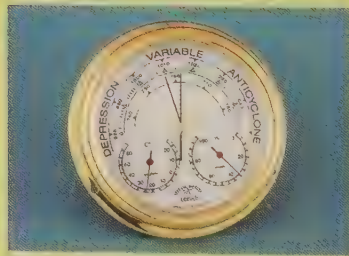
Suivi de la température lors de l'ébullition de l'eau pure.

VOCABULAIRE

Palier : partie d'un graphique parallèle à l'axe des abscisses.

Les objets de la vie courante

À la maison, pour mesurer la pression atmosphérique, on utilise un **baromètre**. Cet instrument donne aussi des indications sur le temps qu'il fera.

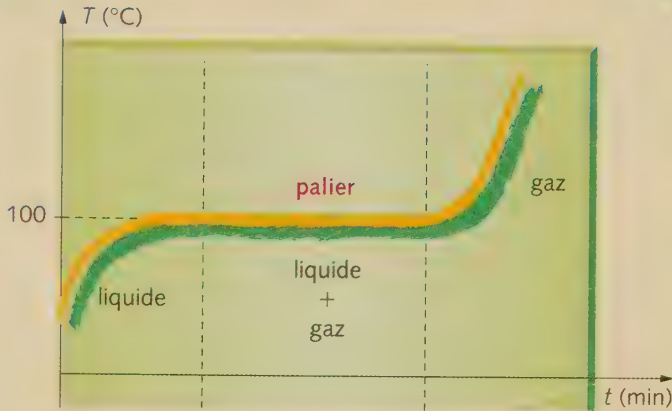


Unités de pression

1 hPa (hectoPascal) = 100 Pa (Pascal).
Il existe une autre unité : le bar.
1 bar = 1 000 hPa ;
1 mbar (millibar) = 100 Pa = 1 hPa.

Sous pression atmosphérique normale

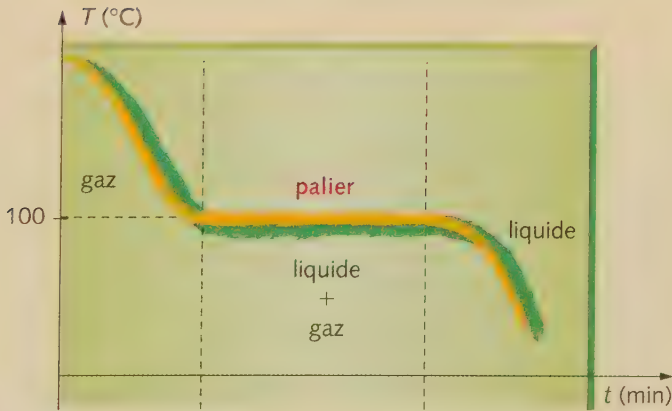
VAPORISATION



Courbe d'ébullition de l'eau

Eau pure à l'état liquide

Eau pure à l'état gazeux



Courbe de liquéfaction de l'eau

LIQUÉFACTION

Sous pression réduite, la température d'ébullition est inférieure à 100 °C
Sous pression élevée, la température d'ébullition est supérieure à 100 °C

Ça chauffe ! La définition de l'échelle des températures actuelle s'est faite en plusieurs étapes. C'est ce qui aura permis de déterminer un système universel de mesure des températures, ainsi que son principal instrument : le thermomètre.



Anders CELSIUS (1701-1744)

Astronome et mathématicien suédois, il est surtout connu pour avoir créé, en 1742, l'échelle thermométrique centigrade qui porte son nom.

1 Une petite histoire du thermomètre

Le premier véritable thermomètre a été mis au point à Florence en 1654 et fonctionnait

ZOOM SUR...

Le Kelvin est l'unité de température dans le système international. Le zéro de l'échelle Kelvin est appelé le zéro absolu : c'est la température théorique la plus basse possible ($0\text{ K} = -273,16\text{ °C}$).

à l'alcool. En 1717, le physicien allemand Fahrenheit remplace l'alcool par le mercure, donnant au thermomètre sa forme définitive. Dans l'échelle Fahrenheit, la température de la glace fondante est de 32° et celle de l'ébullition de 212° .

Celsius définira l'échelle de température qui porte son nom : en 1742, il élabore un thermomètre à mercure basé sur une échelle décimale des températures. Son thermo-

mètre fixe à 100° la congélation de l'eau et à 0° son ébullition ! C'est le botaniste français Linné qui inversera cette échelle en 1745, pour en faire celle que nous utilisons aujourd'hui.

2 Pourquoi l'eau ne bout pas vraiment à 100 °C



Nous avons vu en cours que, à pression atmosphérique normale, la température d'ébullition de l'eau pure était de 100 °C . Or, en faisant l'expérience, vous vous apercevez

que l'eau ne bout pas à 100 °C exactement, mais à une température légèrement inférieure. Comment cela se fait-il ?

Il y a plusieurs explications à cette apparente anomalie.

Tout d'abord, la pression atmosphérique « normale » est la mesure de la pression relevée au niveau de la mer lorsque la température est de 25 °C (elle est fixée à une atmosphère, ou 1013 hPa). Ces conditions n'étant pas celles d'une salle de classe, il y a de fortes chances que la pression n'y ait pas cette valeur !

Ensuite, l'eau que vous utilisez, même déminéralisée, n'est pas totalement pure : elle contient encore des impuretés ! Enfin, la précision du thermomètre n'est pas absolue.

1 Thermomètre

A quelles températures respectives l'eau se vaporise-t-elle et se solidifie-t-elle ? Est-ce un hasard ?

2 Expérience

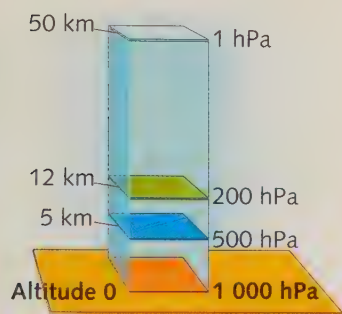
Quelles sont les principales raisons pour lesquelles, dans nos expériences, l'eau ne bout pas à exactement 100 °C ?

Pression et prévisions

Les variations de la pression atmosphérique influent sur les conditions météorologiques.

1 La pression atmosphérique

L'atmosphère est la couche gazeuse qui entoure notre planète. Elle s'étend jusqu'à environ 800 km au-dessus de la Terre. La pression atmos-



La colonne d'air schématise la pression atmosphérique. Elle décroît quand l'altitude augmente.

phérique, c'est le poids de l'air. Plus précisément, c'est le poids d'une colonne d'air qui s'étend du sommet de l'atmosphère jusqu'à une altitude donnée, et qui appuie sur une surface d'un mètre carré. Moins cette colonne d'air est haute, moins elle contient d'air et donc,

ZOOM SUR...

Les variations de la pression atmosphérique influent directement sur le temps. Si la pression augmente, la tendance sera à l'amélioration. Si elle diminue, il fera plus mauvais.

Blaise PASCAL (1623-1662)

Tout à la fois mathématicien, physicien, philosophe et même théologien, le Français Blaise Pascal est une figure majeure de son époque. Il est le premier à démontrer l'existence de la pression atmosphérique. En son hommage, la Conférence Générale des Poids et Mesures de 1971 décide de donner son nom à l'unité de mesure officielle de la pression.

moins elle « pèse ». En d'autres termes, la pression atmosphérique diminue avec l'altitude. Par exemple, elle vaut 1 013 hPa au niveau de la mer et environ la moitié (500 hPa) au sommet du Mont-Blanc (4 800 m) !

2 Descriptif d'une station météorologique

La mesure de la pression atmosphérique est indispensable pour prévoir le temps qu'il fera. Mais ce n'est pas suffisant. Pour affiner cette prévision, il faut prendre en compte d'autres variables : température, précipitations, taux d'humidité, force et direction du vent, etc. Une station météorologique est équipée des instruments nécessaires à la collecte de ces informations.

- **L'abri de Stevenson** est un caisson qui renferme un thermomètre, un baromètre et un hygromètre (qui mesure l'humidité).
- La tour comprend une **girouette** (1), qui indique la direction du vent, et un **anémomètre** (2), qui en mesure l'intensité : plus le vent est fort, plus l'anémomètre tourne vite.
- Le **pluviomètre** (3) est un récipient gradué qui recueille les précipitations. Il est placé en plein air et dans un endroit dégagé.



1 Définition de la pression atmosphérique

La pression atmosphérique est-elle la même en tous points du globe ?

2 La station météorologique

Que comporte une station météorologique ?

<http://www.meteonet.org/html/instruments.html>

http://galileo.cyberscol.qc.ca/Intermet/main/menu_par_sujet.htm

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Recopier et compléter les phrases suivantes.

Le passage de l'état liquide à l'état gazeux s'appelle

Le passage de l'état gazeux à l'état liquide s'appelle

Lorsque des bulles apparaissent dans le liquide dont la température s'élève, on dit qu'il est en

À température ambiante, un liquide peut se vaporiser ; on dit qu'il

2 Reconstituer des phrases scientifiquement correctes.

a. À pression atmosphérique normale, la température d'ébullition de l'eau est de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

b. Plus la pression atmosphérique baisse, plus la température d'ébullition *augmente* / *diminue*.

c. Au cours du changement d'état d'un corps pur, la température *reste constante* / *ne reste pas constante*.

d. Au cours de l'ébullition, les bulles qui apparaissent dans l'eau sont constituées de vapeur d'eau / air.

3 Recopier et compléter les phrases suivantes avec les mots : *buée, brouillard, vapeur d'eau*.

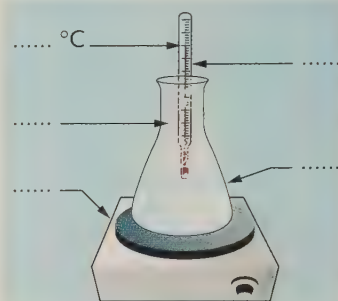
a. Quand on souffle sur une vitre, l'hiver, il apparaît de la

b. Dans un autocuiseur, l'eau liquide se transforme en

c. L'eau d'une source chaude s'évapore dans l'air froid : il se forme alors un

4 On chauffe de l'eau jusqu'à ébullition, sous pression atmosphérique normale.

Recopier et compléter le schéma de l'expérience.



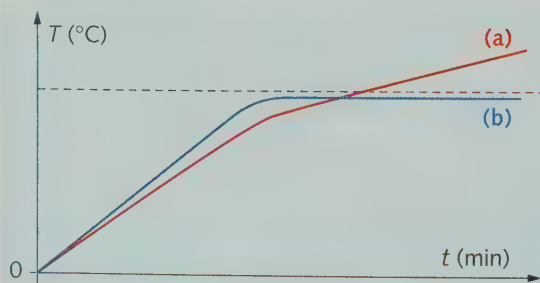
5 Placer dans le bon ordre les propositions suivantes :

la température d'ébullition / sous pression réduite / de l'eau pure / est inférieure à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

Appliquer ses connaissances

6 Corps pur ou mélange ?

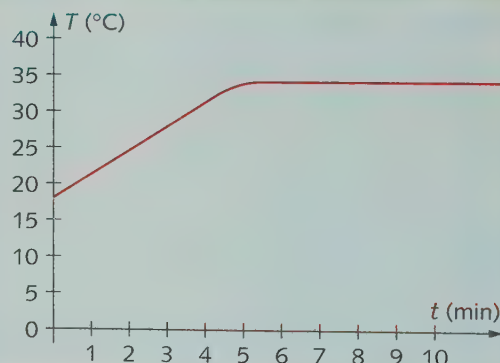
Les courbes ci-dessous ont été tracées lors de l'ébullition d'un corps pur et de l'ébullition d'un mélange.



À quelle courbe correspond le corps pur ? et le mélange ? Justifier les réponses.

7 Exploiter une courbe

Un élève obtient, en mesurant la température lors de l'ébullition d'un produit chimique liquide, la courbe suivante.



a. Comment varie la température entre 0 et 5 min ? Quel est l'état du produit chimique ?

b. Comment varie la température après 5 min de chauffage ? Dans quels états trouve-t-on ce produit ?

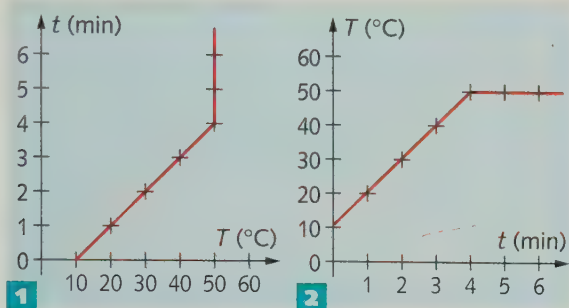
c. Est-ce un corps pur ou un mélange ? Justifier.

d. À l'aide des données ci-dessous, donner le nom du produit chimique chauffé.

Liquide	eau	éther	cyclohexane
Température d'ébullition	$100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$34\text{ }^{\circ}\text{C}$	$80,7\text{ }^{\circ}\text{C}$

8 Qui a raison ?

Sofiane et Pauline tracent le graphique de l'évolution de la température d'un corps pur en fonction du temps. Pauline obtient le graphique 1 et Sofiane le graphique 2.



Lequel des deux a fait une représentation correcte ? Justifier.

9 Quels étourdis !

Armand et Fouad ont réalisé, chacun, une vaporisation en mesurant la température toutes les minutes. La pression atmosphérique est normale. L'un a vaporisé l'eau pure et l'autre, l'eau salée. Leurs tableaux de mesure ont été mélangés.

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T (°C)	15	25	40	60	81	97	103	105	106	107

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T (°C)	15	28	42	62	83	98	100	100	100	100

a. Tracer, pour chaque tableau, le graphique de l'évolution de la température en fonction du temps.

Indication : placer le temps en abscisse et la température en ordonnée. Prendre comme unités 1 cm pour 1 min ; 1 cm pour 5 °C.

b. Pour les deux expériences, comment varie la température entre 0 min et 6 min ?

c. Quelle est la particularité de la 2^e courbe (ou des valeurs du 2^e tableau) ?

d. Quelle est alors la courbe de l'eau pure et celle de l'eau salée ?

10 Le dioxygène

La température d'ébullition du dioxygène est de -183 °C.

a. Dans quel état le trouve-t-on naturellement ?

b. À partir de quelle température le trouve-t-on à l'état liquide ?

c. Le dioxygène se trouve pourtant à l'état liquide dans certaines bouteilles.

Comment est-ce possible ?

11 Analyser des résultats

Un élève a deux erlenmeyers devant lui et il ne sait plus dans lequel se trouve l'eau pure et dans lequel se trouve l'eau salée. Il se propose de chauffer un échantillon de chaque liquide et de relever à quelle température a lieu l'ébullition de chacun. Dans l'erlenmeyer 1, l'ébullition commence à 103 °C.

Dans l'erlenmeyer 2, l'ébullition commence à 100 °C.

Aider-le à interpréter ses résultats et à trouver le contenu de chaque erlenmeyer.

12 Construire un graphique

Juliette réalise l'ébullition de l'éthanol (un alcool). Pour cela, elle utilise un erlenmeyer, une plaque chauffante, un thermomètre et un chronomètre. Elle relève les températures toutes les minutes.

Temps (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Température (°C)	18	34	45	64	78	82	84	86	87	88

a. Schématiser l'expérience.

b. Tracer le graphique de l'évolution de la température en fonction du temps.

Indication : placer le temps en abscisse et la température en ordonnée. Prendre comme unités 1 cm pour 1 min ; 1 cm pour 5 °C.

c. Comment varie la température entre 0 min et 4 min ? Dans quel l'état est l'éthanol ?

d. Que constate-t-on sur l'évolution de la température après 4 min de chauffage ?

e. L'éthanol est-il un corps pur ? Justifier.

f. À quelle température apparaissent les premières bulles de gaz ?

13 Pauvre cuisinier !

Un cuisinier de La Paz (3 700 m d'altitude) décide de montrer à son collègue de Marseille comment cuire les pâtes de la meilleure façon que ce soit... mais ses pâtes sont immangeables car elles sont trop cuites !

Aidons le cuisinier à comprendre son erreur. À La Paz, l'eau bout à environ 87 °C tandis qu'à Marseille, elle bout à environ 100 °C.

a. La pression atmosphérique à La Paz est-elle supérieure ou inférieure à la pression atmosphérique normale ? et à Marseille ?

b. Expliquer pourquoi le cuisinier a fait cuire ses pâtes trop longtemps à Marseille.

Exercices

14 Quelles bulles ?

Lorsqu'on chauffe l'eau pour cuire un œuf, on constate rapidement l'apparition de petites bulles à basse température. Puis en continuant à chauffer, on observe de grosses bulles et l'eau qui remue beaucoup.

- L'apparition des petites bulles correspond-elle à l'ébullition de l'eau ?
- Quel peut être le gaz contenu dans les petites bulles ?
- À quelle température apparaissent les grosses bulles ?
- Quel est le gaz contenu dans les grosses bulles ?

15 Plus chaud ou non ?

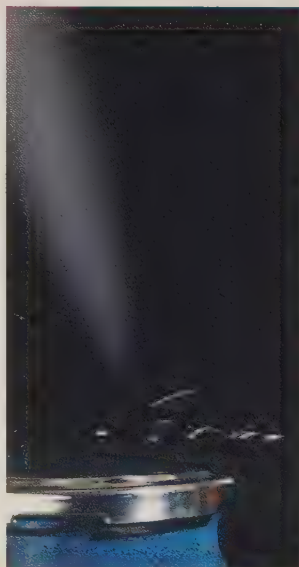
Laurent et Fatima chauffent, chacun, un ballon contenant de l'eau distillée et notent la température toutes les minutes. Laurent est pressé et décide de mettre sa plaque chauffante au maximum. Fatima est plus raisonnable et par sécurité, elle ne place le bouton de réglage qu'à la moitié du maximum. Dans les deux cas, l'ébullition sera atteinte. Laurent affirme que son expérience se réalisera plus vite et qu'il atteindra une température plus élevée. Fatima est persuadée que cela ne changera rien.

Expliquer ce qui est exact et ce qui ne l'est pas dans les deux propositions.

Pour aller plus loin

18 La cocotte-minute

Outil indispensable pour une cuisine rapide, la cocotte-minute utilise, lors de son fonctionnement, les propriétés de la vaporisation. Pour cuire des aliments, il faut mettre une certaine quantité d'eau dans le fond. On ferme le couvercle et on place la soupape tournante. À l'intérieur, la pression est voisine de 1 013 hPa (pression normale).



16 Lire une étiquette

Voici l'étiquette d'une substance chimique appelée acétone. Il s'agit d'un solvant.



F - Facilement inflammable

ACÉTONE

Facilement inflammable

Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé. Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer. Ne pas respirer les vapeurs. Éviter l'accumulation de charges électrostatiques.

CAS : 67-64-1

Point d'éclair : - 20 °C

Température d'ébullition : 56 °C

Température de fusion : - 95 °C

- Donner la température d'ébullition de l'acétone.
- Donner son état à 30 °C.
- Préciser son ou ses états à 56,1 °C.
- Pourquoi est-il préférable de ne pas exposer la bouteille au soleil ?

17 Et pourtant le linge sèche !

La température extérieure n'atteint pas 100 °C et pourtant l'eau liquide contenue dans le linge mouillé se vaporise.

C'est le phénomène d'évaporation.

En boue, le linge sèche difficilement.

En plein vent, il sèche vite.

En plein vent et au soleil, il sèche très vite.

Donner les conditions influençant l'évaporation.

Solidification et fusion de l'eau

Objectifs

- Connaître les températures de fusion et de solidification de l'eau
- Savoir que la masse se conserve lors d'un changement d'état mais pas le volume
- Tracer et exploiter un graphique
- Utiliser un thermomètre



Le froid arrive, il gèle.

À quelle température apparaissent les premières glaces ?

Activités

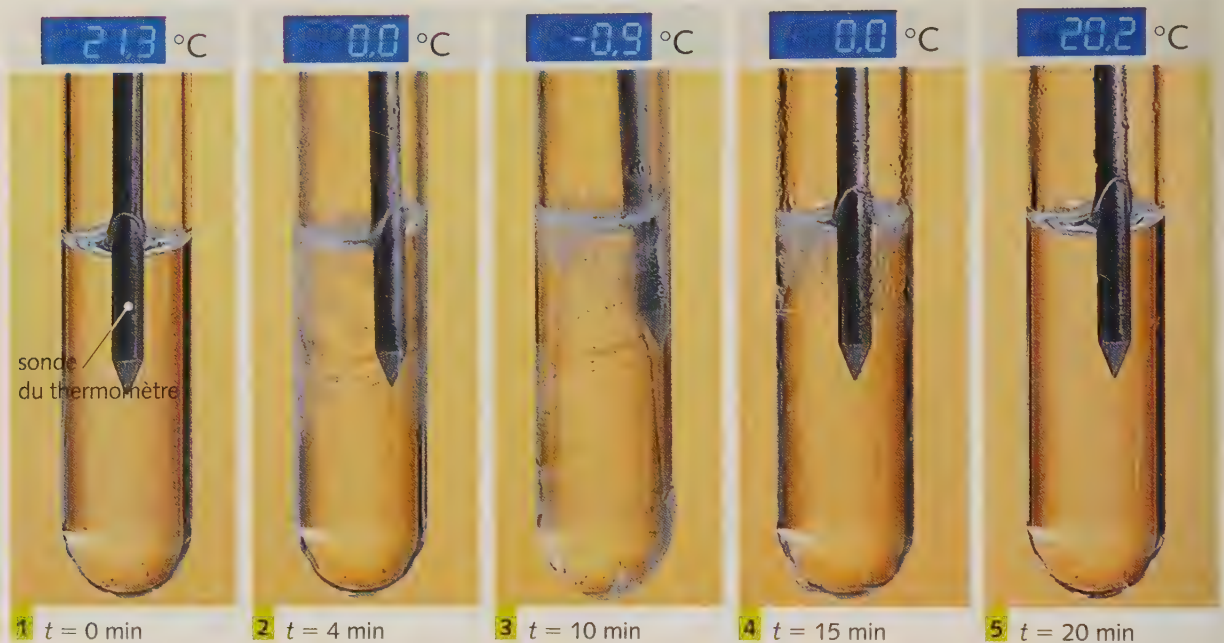
1 Que se passe-t-il lors de la solidification et de la fusion de l'eau ?

■ Des expériences à réaliser

Verser de l'eau distillée dans un tube à essais et le placer dans un bécher contenant un mélange réfrigérant glace-sel. Déclencher le chronomètre et relever les températures toutes les minutes pendant 12 minutes. Observer l'état de l'eau dans le tube.

Puis, retirer le tube à essais et le plonger dans un bécher contenant de l'eau chaude. Observer l'état de l'eau et l'évolution de la température.

■ Des résultats à observer



$t \text{ (min)}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T \text{ (°C)}$	21,3	12	5,6	0,5	0	0	0	-0,1	-0,3	-0,5	-0,9	-1,1	-2
État de l'eau	liquide				liquide + solide			solide					

Observation de l'état de l'eau au cours de la solidification.

■ Une conclusion à construire

- Tracer la courbe de la température de l'eau en fonction du temps.
- Quelle est la température de solidification de l'eau ? de fusion ?
- Dans quels états se trouve l'eau pendant la durée du palier ?
- Après solidification, la température de l'eau dans le tube à essais baisse de nouveau ; pourquoi ?

VOCABULAIRE

Solidification : passage de l'état liquide à l'état solide.

Fusion : passage de l'état solide à l'état liquide.

Palier : partie d'un graphique parallèle à l'axe des abscisses.

Mélange réfrigérant : mélange qui abaisse la température de l'eau dans le tube à essais.

2 La masse et le volume changent-ils lors de la solidification de l'eau ?

■ Des expériences à réaliser

Verser de l'eau distillée dans un tube à essais et repérer le niveau de la surface libre. Boucher le tube à essais, le peser puis le placer dans un mélange réfrigérant glace-sel. Lorsque la solidification est complète, essuyer le tube et le peser à nouveau dans les mêmes conditions que précédemment. Repérer, à nouveau, le niveau de la surface libre.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

- La masse de l'eau change-t-elle lors de la solidification ? Justifier.
- Pourquoi doit-on essuyer le tube à sa sortie du mélange réfrigérant ?
- Le volume d'eau a-t-il varié ? Justifier.
- On remplit entièrement une bouteille d'eau et on la place au congélateur. Que risque-t-il de se passer ?

■ 1. Fusion et solidification de l'eau

La **solidification** est le passage de l'état liquide à l'état solide.

La **fusion** est le passage de l'état solide à l'état liquide.

Lorsque l'on refroidit de l'eau pure, sa température baisse. À 0°C , l'eau se trouve à l'état liquide et à l'état solide : c'est la **solidification**. Pendant toute la durée du changement d'état, la température reste constante : la courbe de solidification de l'eau pure présente un **palier de température** à 0°C .

Quand l'eau est entièrement solidifiée, la température diminue de nouveau.

La transformation inverse, appelée **fusion**, se produit à la même température : 0°C .

La solidification et la fusion de l'eau distillée se font à une **température constante de 0°C** , sous **pression atmosphérique normale**.

Avec **un autre corps pur**, le **cyclohexane** par exemple, on peut également observer un palier de température lors de la solidification ou de la fusion. Pour le cyclohexane, ce palier se fait à 6°C : chaque corps pur a sa propre température de changement d'état.

Le **changement d'état** d'un corps pur se fait à **température constante sous pression constante**.

► exercices 5, 8

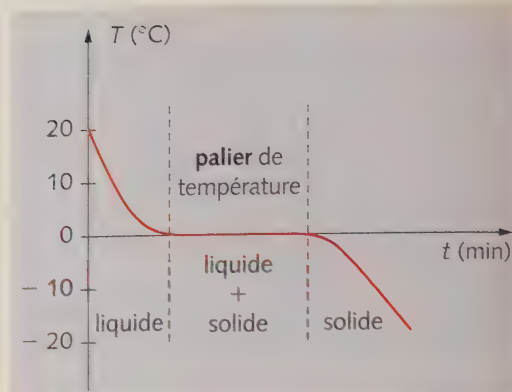
■ 2. Masse et volume lors d'un changement d'état

On observe que, avant et après solidification, la masse d'eau est identique, car la quantité d'eau, donc de matière, reste la même.

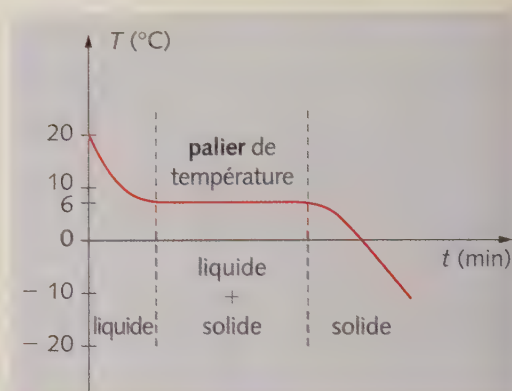
En revanche, le volume change lors du changement d'état. Dans le cas de l'eau, lors de la solidification, il augmente, mais dans le cas du cyclohexane, il diminue légèrement.

Lors d'un changement d'état, sous pression constante, la **masse** d'un corps pur ne varie pas mais son **volume** varie.

► exercices 7, 10



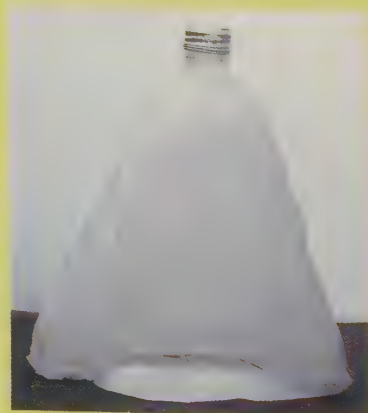
Évolution de la température lors de la solidification de l'eau distillée.



Évolution de la température lors de la solidification du cyclohexane.

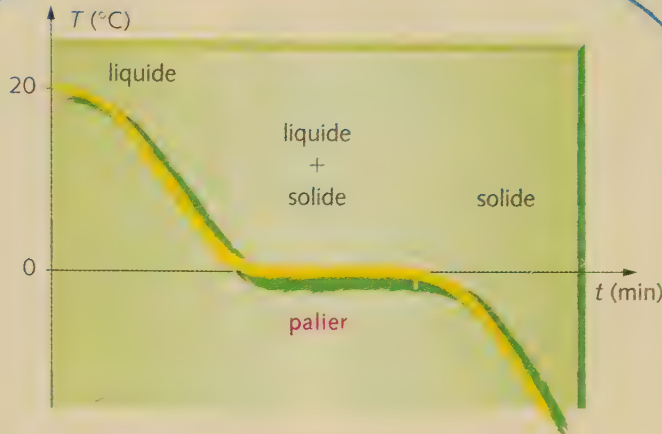
Les gestes de la vie courante

En gelant, le volume de l'eau augmente, donc si l'on met une bouteille d'eau au congélateur il faut penser à ne pas la remplir entièrement pour éviter les mauvaises surprises !

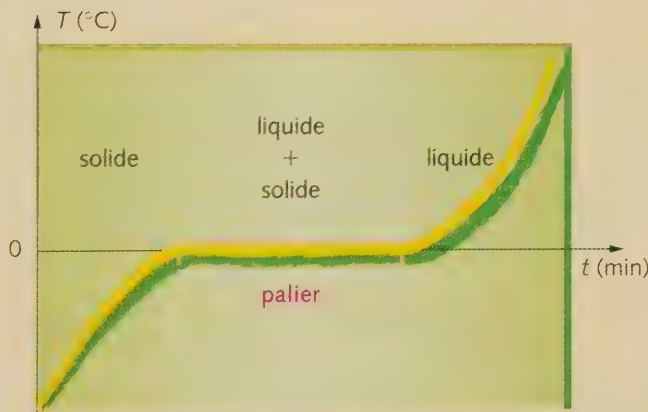


Sous pression atmosphérique normale

SOLIDIFICATION



Courbe de solidification de l'eau pure

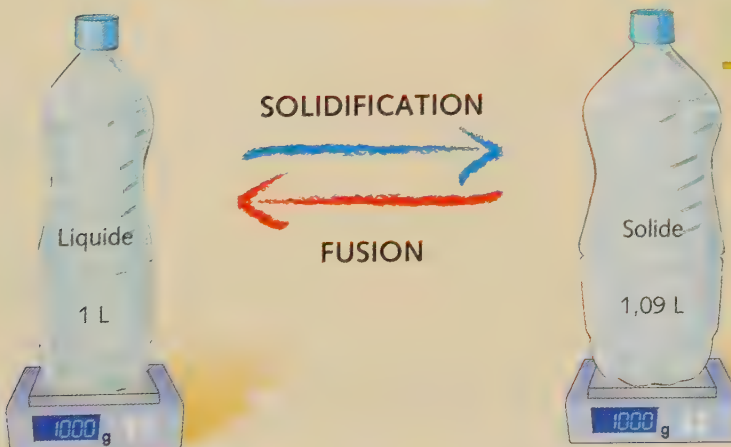


Courbe de fusion de l'eau pure

Eau pure à l'état liquide

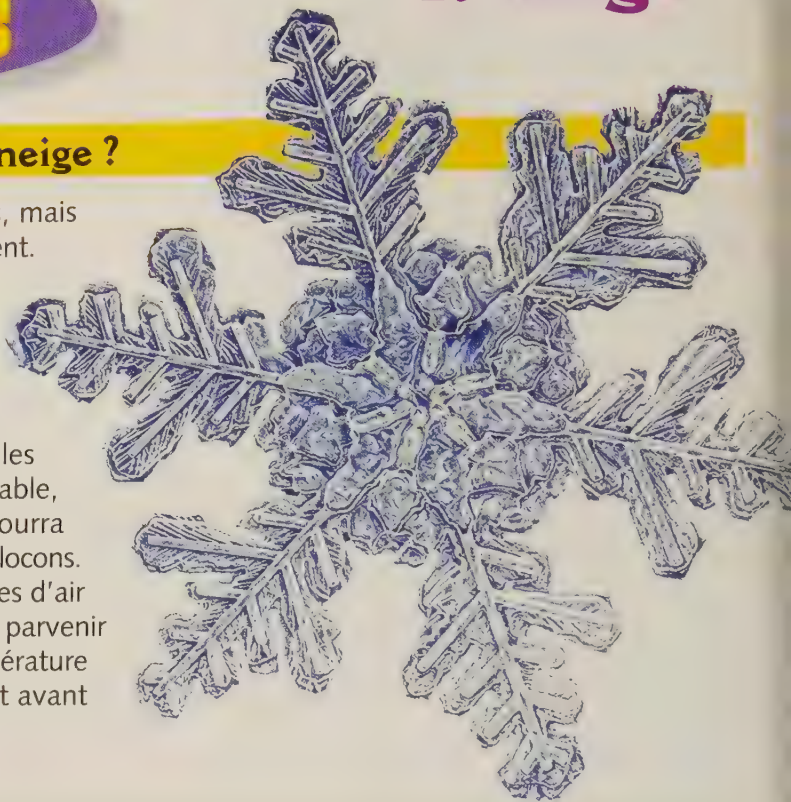
Eau pure à l'état solide

FUSION



1 Comment se forme la neige ?

La neige se forme dans les nuages, mais sous certaines conditions uniquement. Tout d'abord, il faut que la température du nuage soit très basse, bien inférieure à 0°C ; ainsi, l'eau contenue dans le nuage va former de la glace. Ensuite, il faut que l'air contienne de petites particules en suspension (telles que poussière, sable, cendres) autour desquelles la glace pourra s'agglutiner en cristaux pour former les flocons. Enfin, il faut que les différentes couches d'air atmosphériques qu'ils traversent pour parvenir jusqu'au sol aient elles aussi une température négative ; sans quoi le flocon fondrait avant de toucher la terre ferme.



ZOOM SUR...

Il existe cinq types de flocons : hexagonaux, en forme d'aiguille ou de colonne, en dendrite et enfin à 6 pointes. Leur forme dépend de la température à laquelle ils se sont formés, donc de l'altitude à laquelle ils ont pris naissance, et des différentes couches d'air qu'ils ont traversées. Il est donc possible de reconstituer l'« histoire » d'un flocon de neige uniquement à partir de sa forme !

2 La neige, un isolant insolite



L'igloo : un abri temporaire.

Cela peut paraître étonnant, mais c'est pourtant vrai : la neige est un excellent isolant thermique ! En effet, à cause de leur structure, les flocons emprisonnent une grande quantité d'air lorsqu'ils s'entassent sur le sol. La neige peut ainsi renfermer jusqu'à 90 % d'air ! Or, l'air est un excellent isolant, le meilleur après le vide : il empêche les échanges de chaleur.

Sans cette isolation naturelle, certaines plantes ne survivraient pas aux hivers, et plusieurs

petits mammifères, qui en ont besoin pour se nourrir, disparaîtraient également.

Les Esquimaux ont su exploiter cette remarquable propriété de la neige : dans leurs igloos, il peut faire 30 à 35° de plus qu'à l'extérieur !

1 Formation de la neige
Quelles conditions faut-il réunir pour que la neige se forme ?

2 Isolation
Pourquoi la neige est-elle un bon isolant ?

<http://www.meteo.org/phenomen/pcpn.htm#Formation>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Neige>

Les sports de glace

Les sports de glace font de plus en plus d'adeptes dans le monde, y compris en France. Quels sont ces sports ? Et surtout, comment est-il possible de glisser sur la glace ?

1 Petit tour d'horizon des sports de glace

Sur glace, la discipline sportive la plus connue en Europe est sans nul doute le patinage artistique. En solo ou en couple, il s'agit d'exécuter, sur la musique de son choix, une chorégraphie comprenant certaines figures imposées. La danse sur glace, elle, se pratique uniquement en couples et valorise autant la technique que la grâce et l'élégance. Quant au patinage synchronisé et aux ballets, ce sont deux disciplines très récentes qui se pratiquent par équipes de 12 à 20 et concernent principalement les dames.

À l'origine de toutes ces disciplines, il y a le patinage de vitesse. Il oppose deux concurrents par course sur une distance allant de 500 à 10 000 mètres pour les hommes, et de 500 à 5 000 mètres pour les femmes.

Outre-Atlantique, la vedette des sports sur glace est le hockey : 2 équipes de six joueurs armés d'une crosse s'affrontent pour la possession d'un palet qu'il faut envoyer dans les buts adverses. Pour compléter ce rapide panorama, mentionnons également le bobsleigh, en plein essor en France depuis la victoire des tricolores aux championnats d'Europe de 2002.



Le hockey sur glace, star des sports canadiens.

ZOOM SUR...

Pour entretenir une patinoire, on a recours à une **surfaceuse**. Cette machine utilise les principes de la fusion et de la solidification de l'eau pour garantir une surface toujours bien lisse.

2 Le patin ne glisse pas sur la glace... mais sur l'eau !

Il est normalement impossible de glisser sur une surface solide : essayez de faire du patin ou du ski sur le bitume ! En fait, le patineur ne glisse pas sur la glace mais sur de l'eau

liquide ! En effet, sous la pression du patin, la glace fond et une fine pellicule d'eau se forme alors sous le patin : c'est sur ce film d'eau que le patineur glisse. Ensuite, les gouttelettes d'eau qu'il projette sur son passage se re-solidifient au contact de la glace.

Mais comment se fait-il que la glace fonde ? L'eau gèle à 0 °C à pression atmosphérique normale, mais dès que cette pression augmente, elle repasse à l'état liquide, même si la tem-

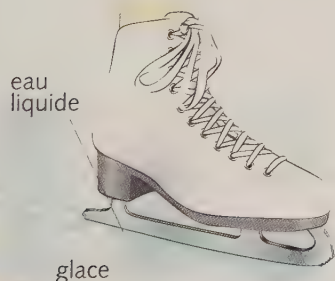
pérature se maintient à 0 °C ! C'est ce phénomène de fusion par surpression, spécifique à l'eau, qui permet le patinage.

1 Les différents sports de glace

Combien pouvez-vous en citer ? Lesquels ?

2 Physique du patin

Pourquoi le patin glisse-t-il sur la glace ? Quel changement d'état la glace de la patinoire subit-elle ?



Sous la pression du patin, il se forme un film d'eau à la surface de la glace ; sans cela, on ne pourrait pas patiner !

Le site de la fédération française des sports sur glace : <http://www.ffsg.org>

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Recopier et compléter les textes suivants.

Le passage de l'état solide à l'état liquide est une

La solidification est le passage de l'état à l'état

L'eau pure se solidifie à la température de

Les températures de fusion et de solidification sont dans les conditions normales.

Les changements d'état d'un corps pur se font à température dans les conditions normales.

2 Choisir la bonne réponse.

À pression donnée, la température reste constante :

- a. lors de la fusion du cyclohexane ;
- b. lors de la solidification de l'eau salée ;
- c. lors de la solidification de l'eau distillée ;
- d. lors de la fusion de la glace pure.

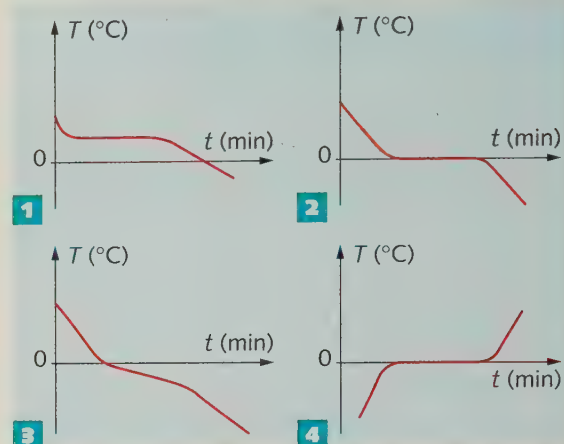
3 Reconstituer des phrases scientifiquement correctes.

On place un bécher rempli d'eau liquide quelques heures à -18°C dans un congélateur.

À sa sortie :

- a. la masse de glace est supérieure / inférieure / égale à la masse d'eau liquide ;
- b. le volume de glace est supérieur / inférieur / égal au volume d'eau liquide.

4 Trouver parmi ces graphes, lequel ou lesquels correspondent à la solidification de l'eau distillée sous pression normale.



Appliquer ses connaissances

5 Corps pur ou non ?

Sofiane place dans un mélange glace-sel, un tube à essais contenant de l'eau distillée et un tube à essais contenant de l'eau salée. Il remarque que les premières paillettes de glace apparaissent à 0°C pour le tube 1 et à -3°C pour le tube 2.

Il remarque aussi que dans le tube 2 la température continue à diminuer alors que dans le tube 1, elle reste à 0°C tout le temps de la solidification.

- a. Quel est le tube contenant de l'eau salée ? Justifier.
- b. L'eau salée est-elle un corps pur ? Justifier.

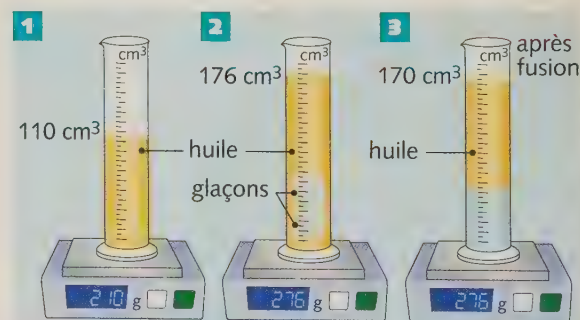
6 Attention, ça glisse !

L'hiver, l'eau de pluie risque de se transformer en verglas. Au sol, la température est souvent inférieure à 0°C , donc l'eau gèle. Pour faire fondre cette glace, on répand du sel sur les routes.

La température de fusion de l'eau salée est-elle supérieure, inférieure ou égale, à celle de l'eau pure ? Expliquer.

7 Variation de la masse et du volume

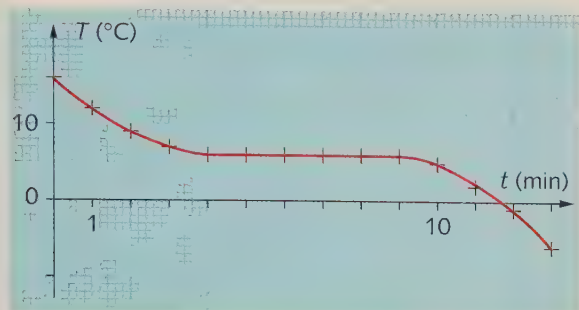
On réalise l'expérience ci-dessous :



- a. Quel est le volume d'huile introduit dans l'éprouvette ?
- b. Quel est le volume de glaçons introduit dans l'éprouvette ?
- c. Quelle est la masse des glaçons ?
- d. Que peut-on dire de la masse après la fusion des glaçons ? Était-ce prévisible ?
- e. A-t-on une diminution ou une augmentation du volume dans l'éprouvette ? Expliquer ce résultat.

8 Exploiter un graphique

Un élève relève toutes les minutes la température du cyclohexane contenu dans un tube à essais que l'on refroidit. Il obtient le graphique suivant :



- Quelle est la durée de l'expérience ?
- Que fait la température entre 16 °C et 6 °C ? Quel est l'état du cyclohexane ?
- Qu'observe-t-on à la température de 6 °C ? Dans quel état est alors le cyclohexane ?
- Que dire de la température après 10 min d'expérience ? Pourquoi ?
- Peut-on dire que le cyclohexane est un corps pur ? Justifier.

9 Exploiter un tableau de mesures

On réalise des expériences sur deux liquides 1 et 2 dont l'un est l'oléine. Ce corps pur est un constituant de l'huile d'olive.

Température (°C)	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	0	4	7
État corps 1	solide		liquide + solide				liquide			

Température (°C)	10	5	-1	-6	-6	-6	-6	-8	-12	-14
État corps 2	solide		liquide + solide				liquide			

Répondez aux questions en vous aidant des résultats des tableaux.

- Quel est le changement d'état subit par le corps 1 ?
- Peut-on dire que le corps 1 est un corps pur ? Justifier.
- Quel est le changement d'état subit par le corps 2 ?
- Peut-on dire que le corps 2 est un corps pur ? Justifier.
- Décrire les expériences réalisées pour obtenir ces résultats.
- Lequel des deux corps est l'oléine ? Justifier.

10 Calculer un volume

Quand on solidifie 1 L d'eau, on obtient un volume de glace de 1,09 L.

- On place une bouteille contenant 1,5 L d'eau au congélateur.

Quel est le volume de glace formée ?

- Quel volume faut-il introduire dans la bouteille pour que celle-ci n'éclate pas ?

11 Construire un graphique

Emma réalise la fusion de la glace. Pour cela, elle utilise de la glace pilée sortie du congélateur qu'elle introduit dans un tube à essais. Elle place le tube dans un bécher contenant de l'eau chaude et elle relève les températures toutes les minutes. Elle obtient :

Température (°C)	-14	-4	0	0	0	3	13
Temps (min)	0	1	2	3	4	5	6

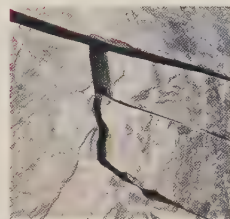
- Tracer le graphique de l'évolution de la température en fonction du temps.

Indication : placer le temps en abscisse et la température en ordonnée. Prendre comme unités 1 cm pour 1 min ; 1 cm pour 5 °C.

- D'après le graphique, à quel instant t atteint-on la température de 4 °C ? Dans quel état se trouve l'eau ?
- Donner la durée de la solidification.

12 Vous avez dit fracture ?

Il existe des roches perméables à l'eau, comme le calcaire. On remarque souvent, après les pluies, que des fractures apparaissent ou s'élargissent dans les roches.



Expliquer d'où proviennent ces fractures.

Indication : perméable signifie qui se laisse traverser par un liquide.

13 Attention aux thermomètres !

Un explorateur souhaite réaliser des mesures de température, au pôle Nord. Son problème est que la température extérieure varie entre -60 °C et -10 °C. Il prend avec lui deux thermomètres, l'un à alcool, l'autre à mercure.

Liquide utilisé	Température de fusion en °C
mercure	-39
alcool	-117

- À la température la plus basse, quel thermomètre peut-il utiliser ? Justifier.
- Peut-il tout de même utiliser l'autre ? Justifier.

Exercices

14 Pourquoi un antigel ?

En hiver, on a coutume d'utiliser un antigel dans le circuit de refroidissement d'une automobile, ajouté à l'eau déjà présente. L'antigel est protecteur jusqu'à -25°C .

1. Pourquoi n'utilise-t-on pas de l'eau seule, en hiver, pour refroidir les moteurs ?
2. Quel est le risque majeur en cas de température négative si l'on ne met pas d'antigel dans le circuit de refroidissement ?
3. Dans certaines régions, la température peut chuter jusqu'à -40°C .

Cet antigel sera-t-il suffisant pour protéger le moteur ?

15 Quelle affaire !

Un incendie vient d'avoir lieu dans un musée de la ville. Les pompiers s'interrogent sur les causes de l'incendie et la température atteinte. Le musée exposait des objets métalliques en or, en argent, en aluminium, en cuivre et en zinc. Les températures de fusion de ces métaux sont regroupées dans le tableau suivant.

Métal	or	argent	aluminium	zinc	cuivre
T de fusion ($^{\circ}\text{C}$)	1 063	960,8	660	419,5	1 083

1. Donner l'état des métaux pour une température de 800°C .

2. Le conservateur du musée est ennuyé : ses objets en or n'ont pas fondu, mais ceux en argent ont fondu.

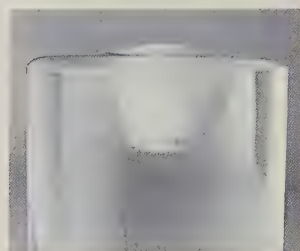
Que peut-on dire de la température lors de l'incendie ?

3. En quelles matières sont les objets qui n'ont pas fondu ?

16 Catastrophe ou non ?

On entend souvent que la fonte des glaces du pôle Nord provoquerait une montée du niveau de la mer. Cette calotte glaciaire flotte sur l'eau.

On peut réaliser une expérience similaire avec un verre d'eau salée et un glaçon d'eau salée.



1. L'eau va-t-elle déborder du verre ? Justifier.

2. À partir de cette expérience, que peut-on prévoir sur la montée des eaux du Pôle Nord ?

3. Les glaces du Pôle Sud se trouvent sur le sol et certaines îles ne culminent pas à plus d'un ou deux mètres au dessus du niveau de la mer. Que se passerait-il si elles fondaient ?

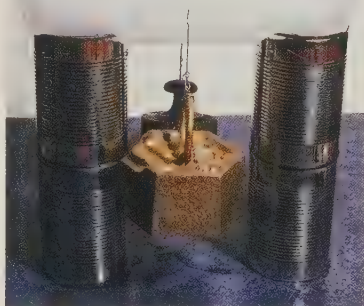
Pour aller plus loin

17 De la magie ?

Quelquefois des événements surprenants peuvent avoir lieu. Par exemple, un fil métallique peut traverser la glace sans la couper.

On se place à une température inférieure à 0°C .

En appuyant sur la glace, le fil exerce une pression supérieure à la pression atmosphérique : la glace fond sous le fil et se solidifie derrière lui.



1. Quelle est la température de fusion de l'eau à pression normale ou atmosphérique ?

2. Que peut-on dire de la température de fusion de l'eau à une pression supérieure à la pression atmosphérique ? Justifier.

3. Expliquer pourquoi la glace se reforme, une fois que le fil est passé.

18 Barrière de dégel

Après les fortes gelées de l'hiver, on voit sur les routes des barrières interdisant aux camions trop lourds de circuler.

1. L'eau du sol a gelé pendant l'hiver. Que se passe-t-il quand elle dégèle ?

2. Que risque-t-il de se passer si un camion trop lourd circulait sur un sol récemment dégelé ?

Graine de savant

• Du mou ? Du dur ?	90
• Faire grossir des cristaux	91
• Comment créer une lampe à lave ?	92
• Vinaigrette ou mayonnaise ?	93
• Une ou plusieurs couleurs ?	94
• Pop corn !	95
• Un peu de cuisine	96
• Jeu du code de la route	97
• Sur les traces d'Oersted, savant danois	98
• Allumer une lampe en deux endroits différents	99
• Ombres à faire peur	100

Du mou ? Du dur ?



*Avec des choses aussi banales
qu'un verre doseur rempli
d'eau et de la maïzena,
tu peux facilement épater tes amis !*



MATÉRIEL

- maïzena
- eau
- un bol pour contenir le mélange

À toi d'essayer !

- Verse dans le bol 9 cuillères à soupe de maïzena et 5 cL d'eau.
- Remue jusqu'à obtenir une pâte **très épaisse**.
- Fais entrer ton doigt **tout doucement** dans le mélange.
- Et maintenant, tape **très rapidement** sur la surface.

C'est dur, c'est mou, ou c'est les deux ?

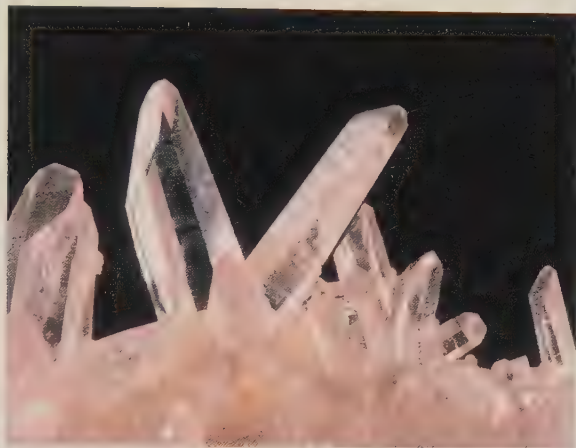
Tu as l'impression de rencontrer un mur solide (tu peux recommencer en allant de plus en plus doucement, ou de plus en plus vite).

La maïzena est formée de longues chaînes, comme des spaghettis miniatures très cuits. Quand tu plonges le doigt lentement dans le mélange, tu laisses le temps aux spaghettis miniatures de s'enrouler autour du doigt.

Quand tu vas vite, tu ne leur laisses plus le temps de se pousser, ils se tassent et résistent à ton passage. Tu as l'impression que c'est solide !

Faire grossir des cristaux

*Quand les solides sont organisés de façon très régulière,
on dit que ce sont des CRISTAUX.
Ils peuvent être très beaux, très colorés et très gros !*



*Sois patient
et tu pourras obtenir
de beaux cristaux de sel
à la maison.*

MATÉRIEL

- ¼ L d'eau déminéralisée
- près de 150 g de sel de cuisine
- casserole
- récipient pour recueillir la solution

Faire soi-même ses cristaux

- Dans une casserole, fais bouillir ¼ L d'eau déminéralisée (c'est mieux).
- Quand elle est encore très chaude, ajoute environ 100 g de sel de cuisine. Remue bien avec une cuillère.
- Continue à ajouter du sel jusqu'à ce qu'il ne puisse plus se dissoudre : on dit que la solution est **saturée**.
- Transvase cette solution dans un pot et... patience !
Il ne faut plus bouger le pot : l'eau va s'évaporer **lentement** et, dans quelques jours, tu auras de beaux cristaux de sel.

Pour garder un souvenir, tu peux dessiner tes cristaux de sel. Quelle est leur forme ?



Réalise cette
manipulation
avec l'aide
d'un adulte !

Comment créer une lampe à lave ?

MATÉRIEL

- 1 verre
- eau
- encre
- huile
- environ 4 cuillérées à soupe de sel fin

Le sais-tu ?

Un liquide plus **dense** que l'eau est plus lourd pour un même volume.

Faire soi-même sa lampe à lave

- Remplis le verre à moitié d'eau. Ajoute l'encre qui sert de colorant.
- Verse l'huile sans remplir complètement le verre et attends que les deux liquides se séparent.
- Ajoute le sel et attends.

Que se passe-t-il ?

Dans le flacon, le colorant **hydrophile** se mélange à l'eau, mais il y a aussi de l'huile : c'est un liquide **hydrophobe**. L'huile ne se mélange pas à l'eau. Comme elle est moins **dense** que l'eau colorée, elle reste en surface.

Lorsque l'on verse le sel, celui-ci coule en emportant de l'huile avec lui. Puis, petit à petit, le sel se dissout et libère de grosses bulles d'huile qui remontent à la surface.

Le sais-tu ?

Hydrophile signifie, étymologiquement, « qui aime l'eau » et **hydrophobe**, « qui a peur de l'eau ».

Connais-tu d'autres mots se terminant par *phile* ou *phobe* ?
Que veulent-ils dire ?



Des bulles apparaissent et remontent à la surface.

Vinaigrette ou mayonnaise ?

À toi de choisir
ton assaisonnement !

MATÉRIEL

- vinaigre
- huile
- sel, poivre
- récipient pour la vinaigrette qui peut fermer

Faire soi-même sa vinaigrette

- Dans le récipient, verse 1 cuillère à soupe de vinaigre, du sel, du poivre et des épices.
- Ajoute 3 cuillères à soupe d'huile.
- Remue bien (même en secouant le récipient après l'avoir fermé).
- Observe bien (utilise une loupe si tu peux).

Que s'est-il passé ?

L'huile et le vinaigre sont deux liquides non **miscibles** (le vinaigre est un liquide à base d'eau).
Au bout d'un certain temps, les liquides se séparent.
C'est pour cette raison que l'on fait la vinaigrette au dernier moment avant de la servir !

Comment faire pour obtenir un mélange stable avec l'huile et le vinaigre ? En ajoutant un émulsifiant, un œuf par exemple et cela donne... une mayonnaise !

MATÉRIEL

- vinaigre
- huile
- moutarde
- 2 jaunes d'œuf
- sel, poivre
- récipient
- fouet (électrique ou non)

Faire soi-même sa mayonnaise

- Dans le récipient, mélange les jaunes d'œuf, 1 cuillère à café de moutarde, le sel, le poivre, 1 cuillère à café de vinaigre.
- Mixe le tout avec le fouet.
- Ajoute 2 cuillères à café de vinaigre, puis petit à petit, ajoute ¼ de litre d'huile.
- L'émulsion est réussie si le mélange est bien épais.

Que s'est-il passé ?

En utilisant un **émulsifiant**, ici le jaune d'œuf, tu stabilises l'émulsion formée par le mélange vinaigre-huile.
Le jaune d'œuf empêche les petites gouttes d'huile de se rassembler et de former une couche séparée.
Si la mayonnaise se sépare, ajoute un autre jaune d'œuf et mélange à nouveau. Pourquoi ?

Le savais-tu ?

Connais-tu un autre **émulsifiant** ? Le savon par exemple, qui permet de nettoyer les plats gras.

Une ou plusieurs couleurs ?

*Pense à conserver
quelques bonbons
pour ton expérience !*



MATÉRIEL

- bonbons de type smarties ou M&M's
- filtres à café
- ciseaux
- une assiette plate

À toi d'essayer !

- Découpe dans un filtre un disque de 15 cm de diamètre.
- Place ce disque sur l'assiette plate.
- Au centre de ce disque, place un premier bonbon (couleur marron par exemple).
- Mouille ton doigt avec de l'eau. Ensuite, laisse couler l'eau de ton doigt sur le bonbon jusqu'à ce qu'elle imbibe aussi le papier filtre.
- Recommence cette opération jusqu'à ce que le bonbon et le papier soient bien mouillés (tache humide d'environ 5 cm de diamètre).
- Sois patient et observe ce qui se passe.
- Tu peux recommencer avec des bonbons d'autres couleurs. Lequel contient le plus de colorants différents ?

Que se passe-t-il ?

Tu observes sur le papier filtre des cercles de différentes couleurs (tu peux même faire sécher les papiers pour les conserver !).

En fait, les colorants se dissolvent dans l'eau, puis l'eau se déplace par **capillarité** à travers le papier. Les colorants sont ainsi entraînés et se déplacent à différentes vitesses en fonction de leurs caractéristiques. Ils sont alors séparés. À ton avis, quelles caractéristiques peuvent influencer la vitesse de déplacement des colorants ?

Le savais-tu ?

Dans un tube très étroit, un liquide peut remonter le long des parois par **capillarité**.



Réalise cette
manipulation
avec l'aide
d'un adulte !

Pop corn !

MATÉRIEL

- huile
- grains de maïs à éclater
- casserole
- couvercle pour la casserole, transparent si possible

Faire soi-même son pop corn

- Mets un peu d'huile dans la casserole.
- Fais chauffer.
- Verse quelques grains de maïs à éclater.
- Recouvre la casserole avec un couvercle transparent pour voir ce qui se passe.
- Lorsque le bruit a cessé, tu peux déguster le pop corn avec du sel, du sucre, ou du caramel...

Que s'est-il passé ?

Dans chaque grain de maïs, il y a un peu d'eau (n'oublie pas que c'est une graine qui peut donner une plante).

Quand le grain de maïs est chauffé, l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux et a besoin d'un plus grand volume. Le seul moyen d'obtenir ce volume est de faire « exploser » le grain de maïs.

Il se dit... en ?

Le pouvoir de la vapeur qui ici fait exploser les grains de maïs a aussi été utilisé pour d'autres applications. C'est grâce à ce processus qu'au XIX^e siècle on développe les machines à vapeur pendant la Révolution industrielle.

Il se dit... en ?

Comment dit-on maïs en anglais ?
Corn, tout simplement.



Le maïs... avant



après

Un peu de cuisine

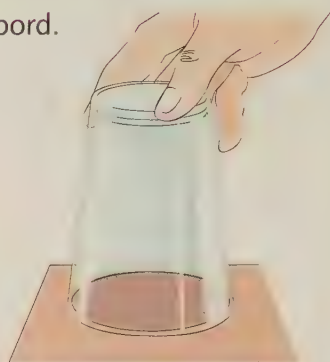
*Pourquoi les aliments cuisent-ils plus vite dans une cocotte minute ?
Pourquoi cuisent-ils moins vite en haut d'une montagne ?
Un seul responsable : la **PRESSION ATMOSPHÉRIQUE**.*

MATÉRIEL

- un verre plein d'eau
- un carton de taille supérieure à l'ouverture du verre

La pression atmosphérique en action : une expérience amusante !

- Remplis un verre d'eau à raz bord.
- Pose sur ce verre le morceau de carton.
- Retourne le verre.
(Attention, manipule tout de même au-dessus de l'évier !)



Que se passe-t-il ?

Le carton ne tombe pas, mais pourquoi ?
L'air appuie sur tous les objets qu'il touche dans toutes les directions (plus fort que l'eau).
C'est la pression **atmosphérique**.

Le sais-tu ?

Si tu compares la Terre à une orange :



le fruit est la Terre
la peau est l'**atmosphère**.

Une application

Dans la cocotte minute, on a enfermé de l'eau, des aliments et de l'air. On chauffe l'eau.
Au bout d'un certain temps, l'eau bout et se vaporise.
La vapeur d'eau ne peut pas s'échapper : la pression augmente et atteint 1,5 fois la pression atmosphérique.
La petite soupape laisse alors échapper un peu de vapeur. Sinon la cocotte exploserait !
Les aliments cuisent alors dans de l'eau qui bout à 130 °C : ils cuisent plus vite.

Le sais-tu ?

La température d'ébullition augmente lorsque la pression augmente.

Jeu du code de la route

Un exemple

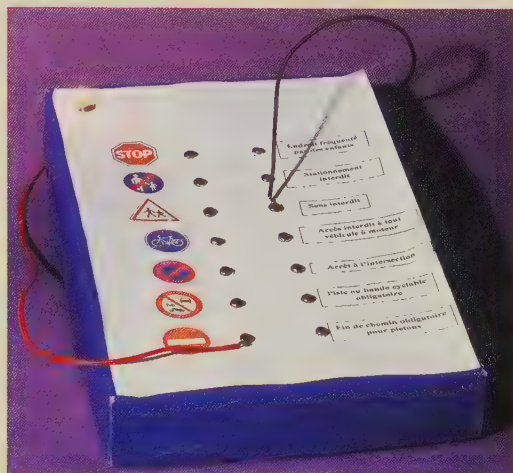
Dans ce jeu, à gauche, sont dessinés les symboles du code de la route utilisés et compris dans tous les pays.

À droite, se trouve une et une seule signification pour chaque symbole.

Il faut relier chaque symbole

à sa signification : par exemple,

quand on relie le fil rouge à  et le fil noir à « sens interdit », la lampe s'allume.



Faire soi-même son jeu

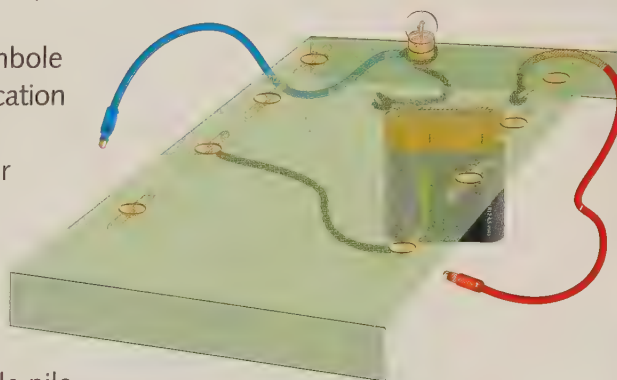
MATÉRIEL

- une plaque en carton (couvercle de boîte de chaussures par exemple)
- une fiche rouge et une fiche bleue
- une lampe
- une pile 4,5 V
- 5 ou 6 fils conducteurs isolés suivant le nombre de symboles
- 10 ou 12 attaches parisiennes en fonction du nombre de symboles

- Sur la plaque de carton, dessine à gauche les symboles et, à droite, écris les significations dans le désordre.

- À chaque symbole et à chaque signification, passe une attache parisienne.

- Sous la plaque de carton, relie le symbole à sa signification par un fil conducteur isolé.



La lampe, la pile

et les fiches sont reliées comme indiqué sur le dessin.

La pile peut être cachée à l'intérieur de la boîte en carton.

Le sais-tu?

Si tu n'as pas de fils électriques comme au collège, tu peux utiliser de l'aluminium et le scotcher pour l'isoler.

Sur les traces d'Oersted, savant danois

*En 1820, une bonne idée : approcher l'aiguille aimantée
d'une boussole d'un fil conducteur parcouru par un courant.*

*Recommençons l'expérience d'Oersted :
le but est de montrer que le passage du courant
est la cause de la déviation de l'aiguille aimantée.*

MATÉRIEL

- une pile
- une lampe
- des fils de connexion
- un interrupteur
- une boussole entourée
comme sur le schéma 1
d'une vingtaine de tours
de fil de cuivre

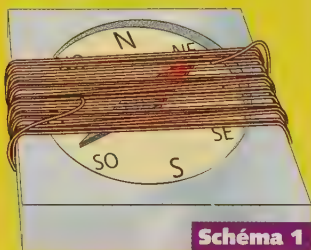


Schéma 1

À ton tour de faire l'expérience !

- Réalise le montage du schéma 2.
- À présent, ferme l'interrupteur et observe.
- Puis, inverse les branchements aux bornes de la pile :
il se passe quelque chose !



Schéma 2

Sais-tu expliquer ce que Oersted a pu déduire
de cette expérience ?

Souviens-toi... tu l'as vu en cours !



Hans Christian OERSTED 1777-1851

Physicien et chimiste danois, fils de pharmacien, il débuta dans la même profession en 1797 et entra en 1800 à la Faculté de Médecine de Copenhague. Outre son expérience sur l'électromagnétisme (réalisée ici), il produisit les premiers nodules d'aluminium et fut un pionnier dans l'étude de la compressibilité des liquides et des gaz.

Allumer une lampe en deux endroits différents

Qui éclaire ? Qui éteint ?
Une lampe de salon peut être allumée
ou éteinte à partir de deux interrupteurs.

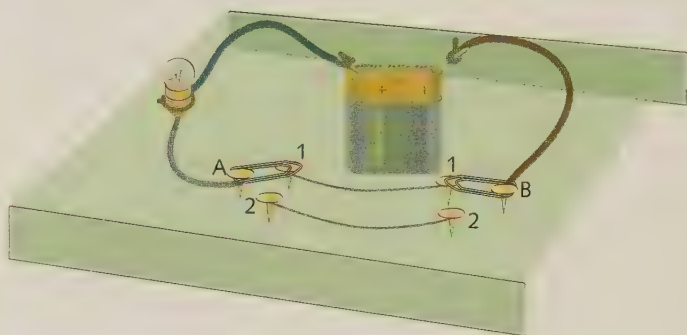
Tu peux toi aussi réaliser
ce montage électrique simplement.

MATÉRIEL

- une pile plate de 4,5 V
- du fil de cuivre (fil conducteur)
- une lampe
- des punaises métalliques
- des trombones métalliques
- boîte en carton : boîte à chaussures par exemple (facultatif)

Réalise ton montage

Réalise le montage dessiné ci-dessous :



Que se passe-t-il ?

- ... si tu bascules le **commutateur** A de 1 à 2 ?
- ... si tu bascules le **commutateur** B de 1 à 2 ?

À retenir

Un **commutateur** est un appareil qui permet de modifier un circuit électrique ou les connexions entre circuits. Ici, un simple trombone remplit ce rôle !

Ombres à faire peur

*Les ombres sont bien utiles au physicien,
mais c'est aussi tout un art !*

Matériel

- lampe de poche à verre clair
- carton
- crayons
- ciseaux
- fil de fer

Le sais-tu ?

On utilise parfois du **verre dépoli**, c'est-à-dire translucide, pour les ampoules des lampes à incandescence. Ainsi l'ampoule diffuse la lumière produite par le filament et on ne risque pas d'être ébloui !

À toi de jouer !

- Place-toi dans une pièce sombre avec des murs clairs.
- Allume la lampe à environ 3 mètres du mur. Place tes mains entre la source de lumière et le mur. Essaie différentes positions :



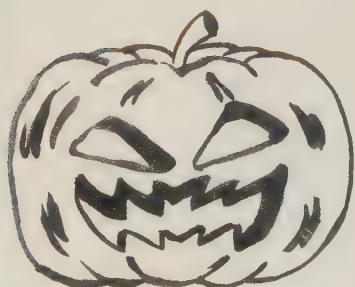
L'ombre n'est pas nette ?

Assure-toi que la lampe est bien en verre clair et non en **verre dépoli**.

Varie la position des mains par rapport à la source de lumière. Que remarques-tu ?

Ombres chinoises

- À présent, découpe des figurines dans du carton.
- Colle un morceau de fil de fer pour les tenir sans difficulté entre la source de lumière et le mur.
- Tu peux faire des ombres terrifiantes pour Halloween... ou faire du théâtre avec tes amis.



PARTIE 2

Le circuit électrique



Le programme de l'école primaire

Électricité

Au cycle 2

Les objets et les matériaux

Réalisation d'un circuit électrique simple.
Principes élémentaires de sécurité des personnes et des biens
dans l'utilisation de l'électricité.

Au cycle 3

Monde construit par l'Homme

Circuits électriques alimentés uniquement avec des piles : bornes,
conducteurs et isolants ; quelques montages en série et en dérivation.
Principes élémentaires de sécurité électriques.

Programme officiel paru au B.O. hors série n° 1 du 14 février 2002
consultable sur le site B.O. :

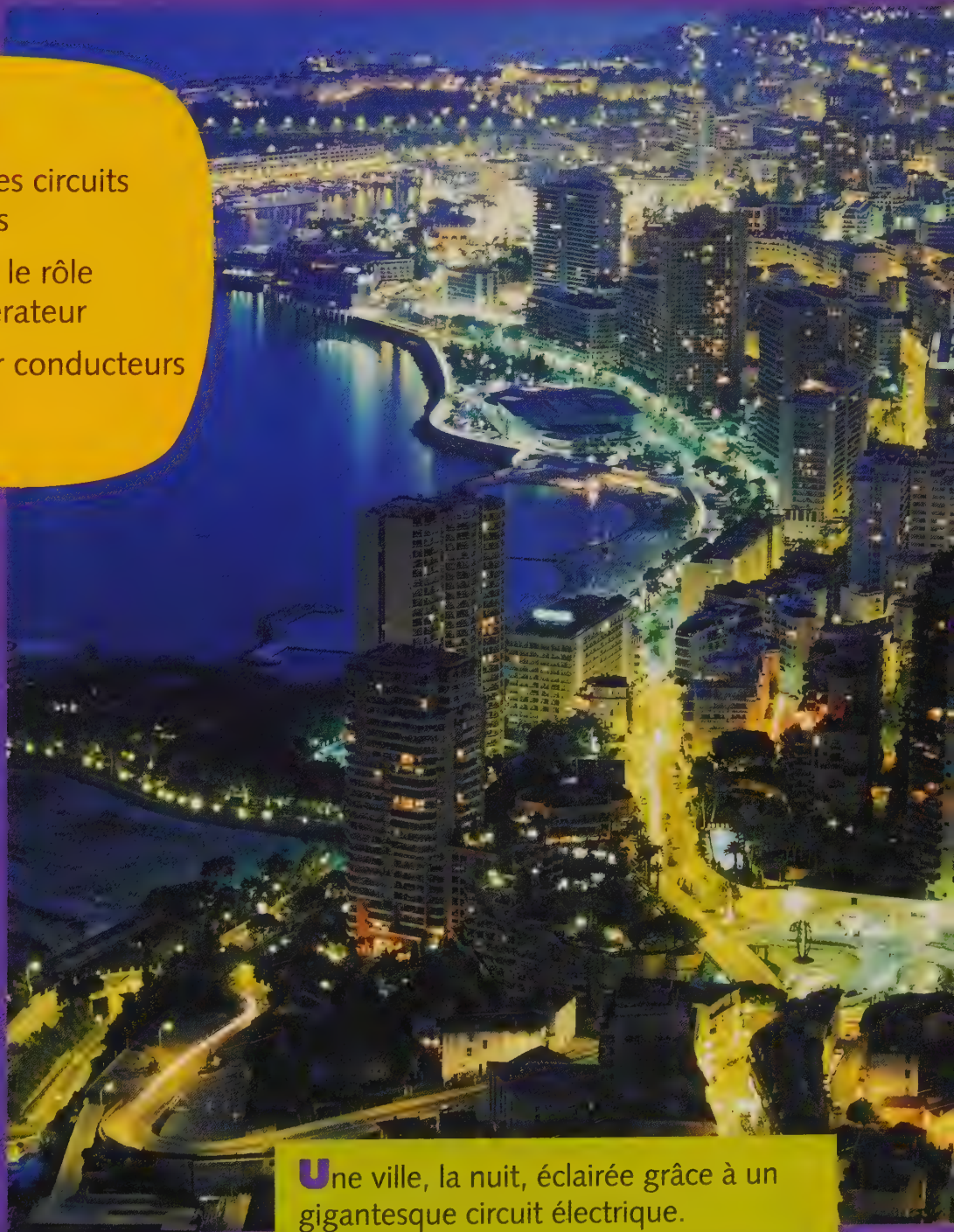
<http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/>

Chapitre 9

Circuit électrique

Objectifs

- Réaliser des circuits électriques
- Connaître le rôle d'un générateur
- Distinguer conducteurs et isolants



Une ville, la nuit, éclairée grâce à un gigantesque circuit électrique.
Qu'est-ce qu'un circuit électrique ?

1 Comment faire briller une lampe avec une pile ?

■ Des expériences à réaliser

Dans un premier temps, avec une pile plate et une lampe (toutes deux en état de fonctionnement), réaliser différents montages. Puis, avec une pile ronde et une lampe réaliser un montage.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

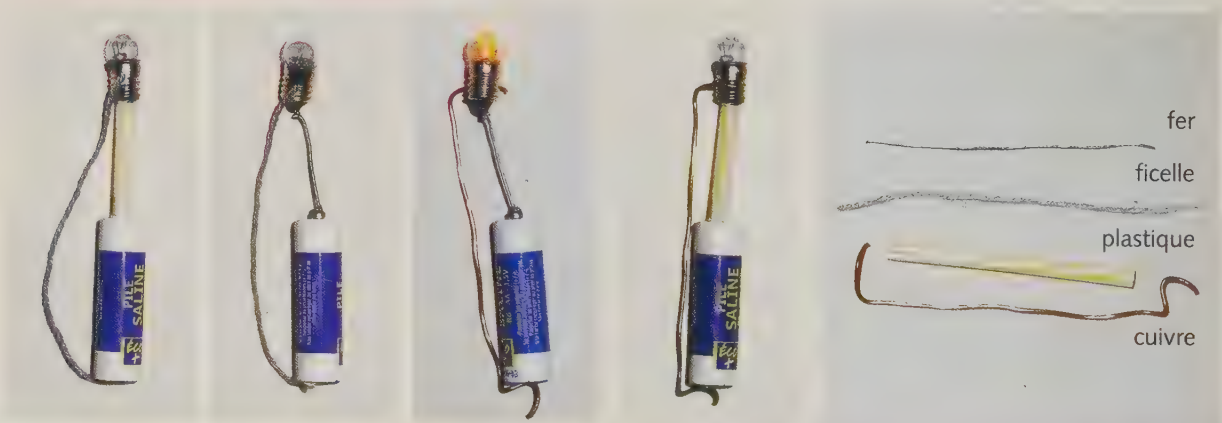
- Pourquoi la lampe ne brille-t-elle pas dans les montages 1, 3 et 4 ?
- Pourquoi la lampe brille-t-elle dans le montage 2 ?

2 Quels sont les matériaux qui laissent passer l'électricité ?

■ Des expériences à réaliser

Avec une pile ronde et une lampe (toutes deux en bon état), réaliser des montages. Pour chaque montage, des matériaux différents sont utilisés.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

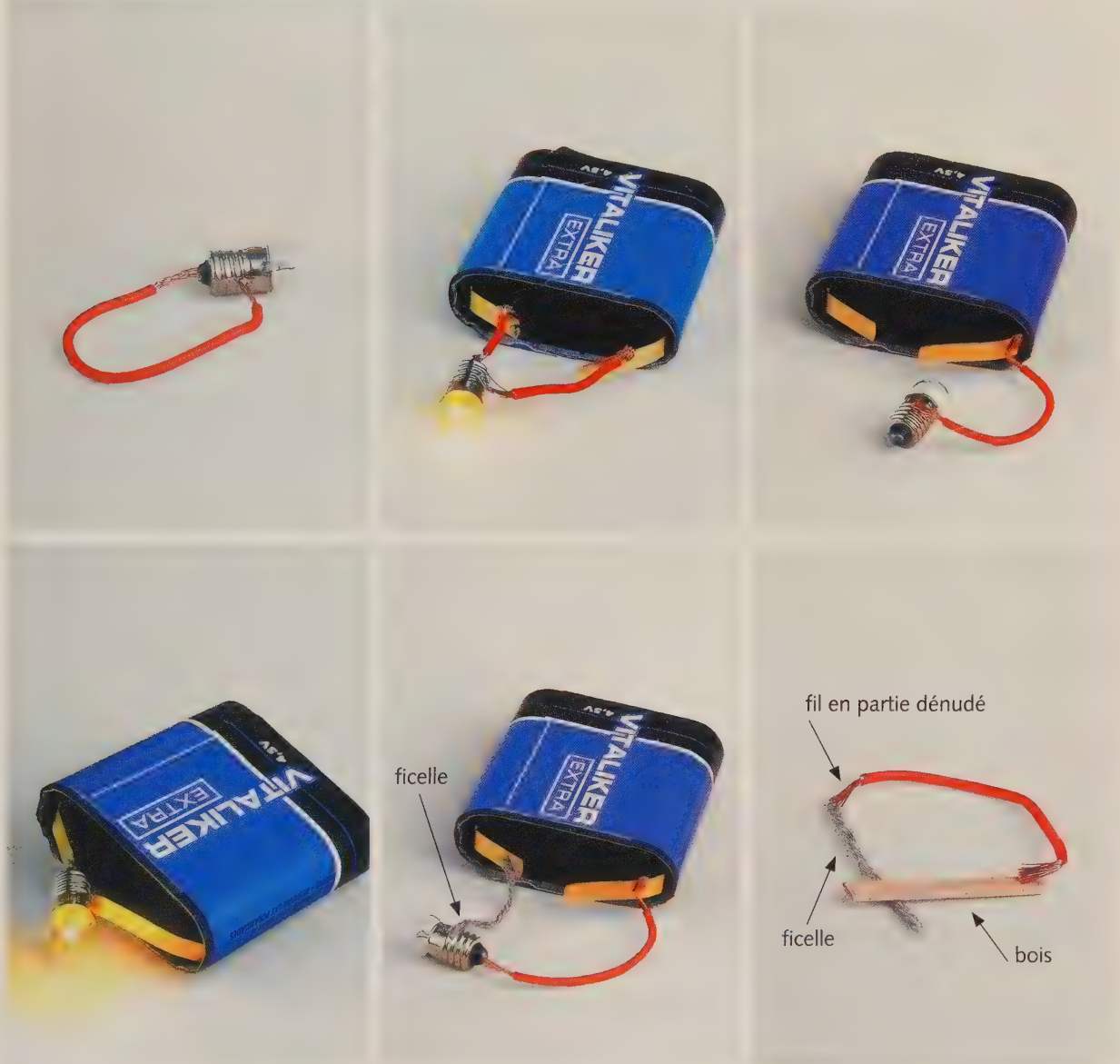
Nommer les matériaux qui laissent passer l'électricité. Que dire des autres ?

3 Qu'est-ce qu'un circuit électrique ?

■ Des expériences à réaliser

Avec une pile plate, une lampe et des matériaux différents (fils électriques, bois, laine), réaliser différents montages.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

- Quels sont les éléments et les conditions nécessaires pour avoir un circuit électrique ?
- Proposer des solutions pour que tous les montages fonctionnent.

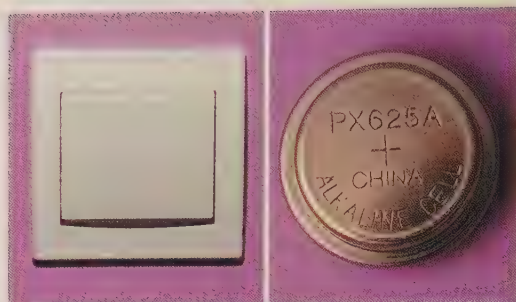
■ 1. Les dipôles

La plupart des composants électriques tels que les piles, les lampes, les interrupteurs, les moteurs possèdent deux bornes. On les appelle des dipôles.

Ces **dipôles** sont classés en :

- **générateurs** qui fournissent l'électricité ;
- **récepteurs** qui utilisent l'électricité.

► *exercice 6*



Des **dipôles** de la vie courante :
 – à gauche, un interrupteur ;
 – à droite, une pile bouton.

■ 2. Conducteurs et isolants

Un **fil de connexion** est constitué d'un fil de cuivre protégé par du plastique. Le fil de cuivre permet à l'électricité de circuler : c'est un conducteur. Le plastique est une protection : c'est un isolant.

Il existe des matériaux :

- **isolants** qui s'opposent au passage de l'électricité ;
- **conducteurs** qui permettent à l'électricité de circuler.

► *exercices 10, 11*

Quelques conducteurs	Quelques isolants
cuivre, fer, graphite	bois, plastique, air, verre

■ 3. Circuit électrique

La lampe brille parce qu'elle est traversée par l'électricité produite par le générateur.

Un **circuit électrique** est constitué d'une chaîne de dipôles dont l'un est un générateur.

Généralement pour ouvrir ou fermer un circuit électrique, on utilise un **interrupteur** :

- si l'interrupteur est ouvert, la chaîne des conducteurs est interrompue par l'air ;
- si l'interrupteur est fermé, la chaîne des conducteurs est ininterrompue.

Pour que l'électricité circule, il faut que tous les dipôles, dont un générateur, soient reliés entre eux par des conducteurs. On dit alors que le circuit est **fermé**, sinon il est **ouvert**.

► *exercices 8, 13*

 Le corps humain est **conducteur** d'électricité 

Le passage d'un courant dans le corps humain peut provoquer des brûlures, la contraction violente de certains muscles (comme les muscles du cœur par exemple) et peut par conséquent entraîner la mort.

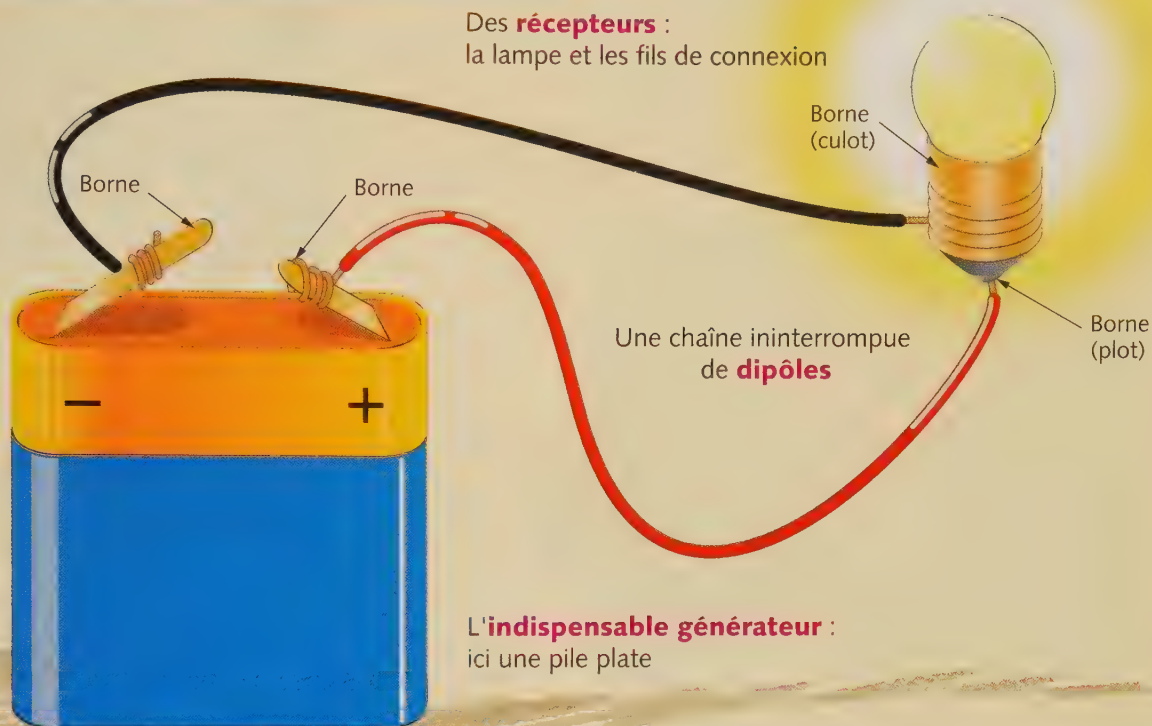
Vous pouvez manipuler sans danger avec une pile, mais il ne faut jamais reproduire ces expériences à la maison avec le courant électrique du secteur : c'est très dangereux !

Les mots de la vie courante

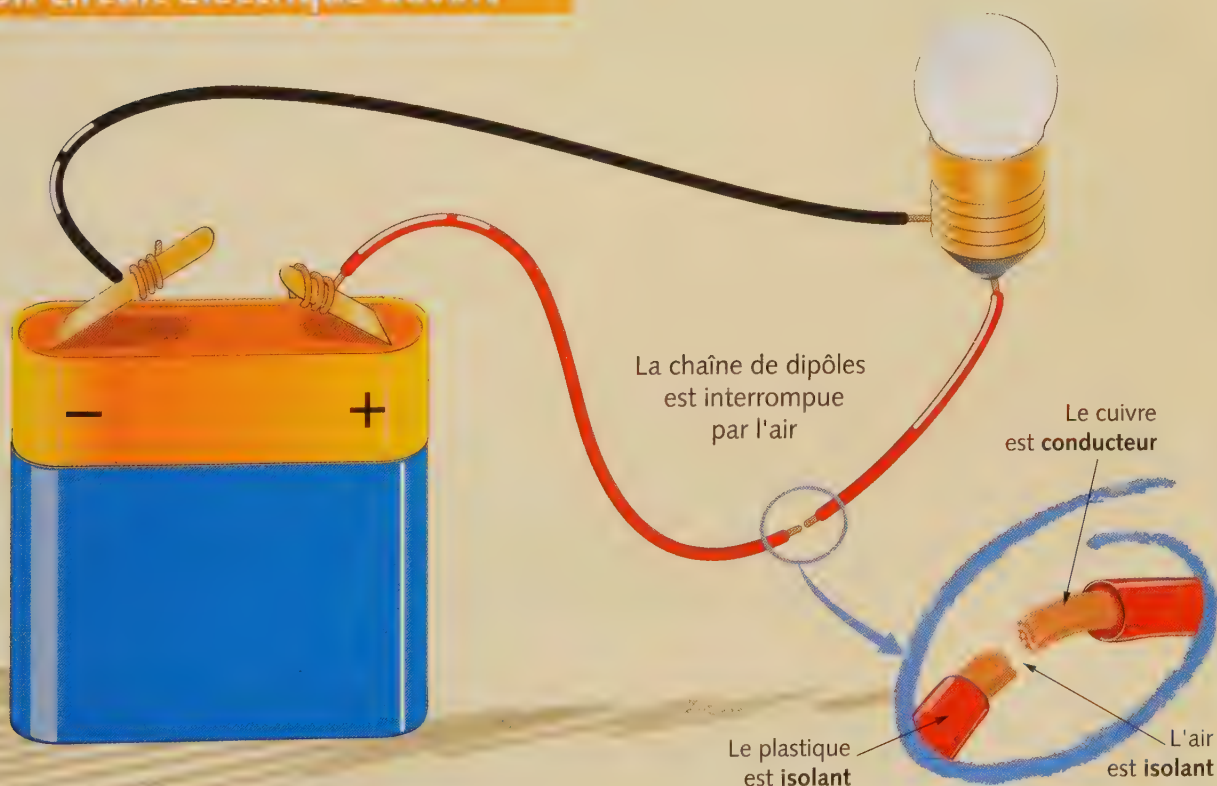
Au quotidien, on parle souvent de l'ampoule à la place de la lampe, mais en physique, l'ampoule ce n'est que la partie en verre de la lampe !

Un circuit électrique fermé

Des **récepteurs** :
la lampe et les fils de connexion

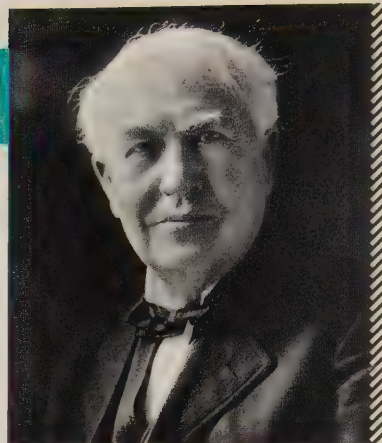


Un circuit électrique ouvert



« Le génie, c'est 1 % d'inspiration, 99 % de transpiration ! »

T. A. Edison



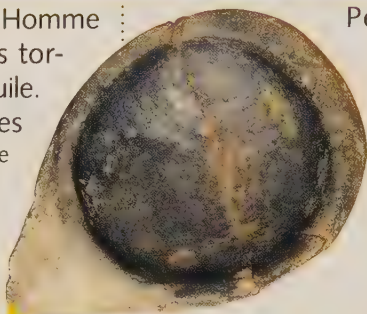
Thomas A. EDISON
(1847-1931)

Et que ça brille !

De la lumière ? Rien de plus simple ! Il suffit d'appuyer sur l'interrupteur... oui mais comment sont nées ces lampes qui nous éclairent ?

1 De l'huile au gaz

Dès la préhistoire, l'Homme s'éclaire avec des torches ou des lampes à huile. Les bougies, les lampes à pétrole, puis au XIX^e siècle, l'éclairage au gaz font progressivement leur apparition.



Pierre taillée en creux dans laquelle on brûlait de la graisse.

Peu pratiques, fatigants pour les yeux, tous ces systèmes étaient de surcroît dangereux.

Scientifique américain de génie, il déposa plus de 1 000 brevets. Parmi ses inventions les plus célèbres figurent outre l'ampoule à incandescence, le télégraphe, le phonographe, le projecteur, et même la poupée parlante !

LA LÉGENDE DU FILAMENT

On raconte qu'avant de trouver le bambou carbonisé, Edison utilisa un poil de sa barbe comme filament.

2 1879 : l'ampoule électrique naît

C'est **Thomas A. Edison** qui, le premier, eut l'idée de l'ampoule électrique. Mais le plus difficile, pour ce brillant chercheur, fut de trouver le bon matériau pour le **filament**. En effet, le filament devait supporter d'être porté à de hautes températures pour briller mais... sans fondre. Après plusieurs essais infructueux, il tente l'expérience avec une fibre de bambou carbonisée. À l'aide de puissantes pompes, il vide l'air d'un globe de verre avant de le fermer. Et ça marche ! Sa lampe brillera une quarantaine d'heures. Un premier pas de géant dans l'histoire de l'éclairage moderne.

ZOOM SUR...

Lorsqu'un conducteur est parcouru par de l'électricité, sa température s'élève. Ce dégagement de chaleur peut s'accompagner d'émission de lumière, mais cela peut aussi faire fondre le matériau !



Lampe d'Edison.

1 Histoire de l'éclairage

Placer sur une frise chronologique les grandes étapes de l'histoire de l'éclairage.

2 L'ampoule en détails

La température du filament d'une lampe est-elle élevée lorsque celle-ci brille ?
Y a-t-il de l'air dans l'ampoule d'Edison ?

Une biographie de Thomas Edison sur le net :
<http://www.infoscience.fr/histoire/portrait/edison.html>

Quand l'électricité fait mal

Une manifestation naturelle et impressionnante des phénomènes électriques est la foudre, qui peut parfois être très dangereuse.
Moins spectaculaires mais tout aussi graves, les accidents domestiques sont surtout beaucoup plus nombreux. Pourtant, il suffit de respecter quelques règles simples pour les éviter.

1 La foudre : un circuit électrique grandeur nature

Lors d'un orage, on observe que des éclairs déchirent le ciel et que le tonnerre gronde : ce sont là les deux manifestations de la foudre. En fait, les éclairs sont des décharges électriques qui permettent aux nuages d'« évacuer » vers la terre le surplus d'électricité qu'ils ont accumulée. L'électricité se disperse alors dans plusieurs directions mais seule une partie (environ 10 %) arrive au sol. On peut ainsi considérer l'ensemble nuage, atmosphère et sol comme un gigantesque circuit électrique fermé. Ce circuit se composerait d'un « générateur de courant » formé par l'ensemble nuage-sol (respectivement pôles positif et négatif) qui produirait un « courant » le traversant : l'éclair !

ZOOM SUR...

C'est à l'aide d'un simple cerf-volant que le savant américain Benjamin Franklin démontra que l'éclair qui est produit durant l'orage est en fait une décharge électrique. Cette expérience lui donna l'idée du **paratonnerre**, qu'il mit au point en 1752.



2 Les risques d'électrocution

Le corps humain n'est pas un excellent conducteur, mais dans certaines situations, un courant électrique peut le traverser. C'est le cas, par exemple, si l'intensité du courant est élevée, ou encore si les extrémités du corps sont en contact avec l'eau.

1 Détourner la foudre

Qu'est-ce qu'un paratonnerre ? Quelle est son utilité ?

2 Le corps humain est conducteur

Qu'est-ce que cela signifie ? Quelles précautions de base faut-il prendre ?



Quelques consignes de sécurité à appliquer et à faire appliquer



Ne pas toucher une borne de prise, que ce soit à mains nues ou à l'aide d'un objet métallique.

Ne pas utiliser d'appareil électrique dans un environnement humide comme une salle de bains.

Ne pas bricoler un appareil sans l'avoir d'abord débranché.

<http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/le-temps/foudre/foudre.htm>
http://www.distrimed.com/conseils/page_electrocution.htm

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Recopier et compléter les textes suivants.

a. Une pile plate possède deux lamelles, ce sont les deux de la pile.

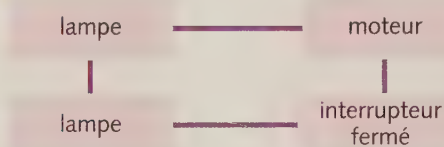
b. Les deux bornes de la lampe sont le et le

c. Pour qu'une lampe brille, il faut ses deux bornes aux deux bornes de la pile.

d. La pile et la lampe sont des

e. Si un corps laisse passer l'électricité, il est (exemple :);
s'il ne laisse pas passer l'électricité, il est (exemple :).

2 Pourquoi ce circuit ne fonctionne-t-il pas ?



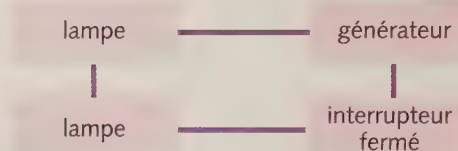
3 a. Quel est l'isolant utilisé dans un interrupteur ?

b. Quelle est la fonction d'un interrupteur ?

4 Dans quel montage la lampe peut-elle briller ? Pourquoi ?



5 Dans le circuit ci-dessous, les lampes vont-elles briller ?



Appliquer ses connaissances

6 Chercher l'intrus

a. Trouver l'intrus dans la liste des dipôles ci-dessous.

b. Dans quelle catégorie peut-on classer les 4 autres dipôles ?

pile plate

batterie

moteur

pile bouton

batterie de voiture

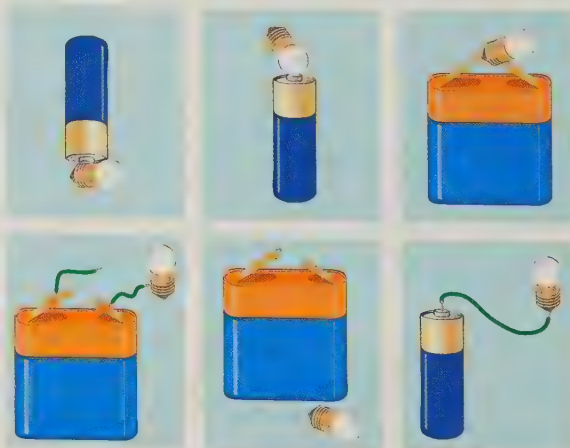
7 Un peu de calcul

La durée de vie d'une lampe classique est d'environ 2 000 heures.

Calculer la durée de vie de cette lampe en mois et jours sachant qu'elle est utilisée 3 heures par jour.

8 Dessins à compléter

Reproduire les dessins et ajouter s'il y a lieu les fils nécessaires à l'allumage des lampes.



9 Dipôle hors d'usage ?

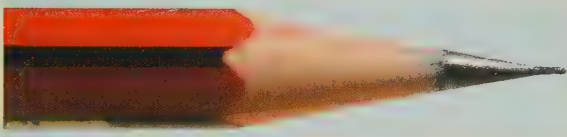
Zoé veut vérifier l'état de fonctionnement des piles A et B et des lampes 1 et 2. Pour cela, elle réalise les montages représentés ci-dessous.

1. Quel dipôle ne fonctionne pas ? Justifier.
2. Proposer le dessin d'un montage permettant de connaître l'état de la pile A.



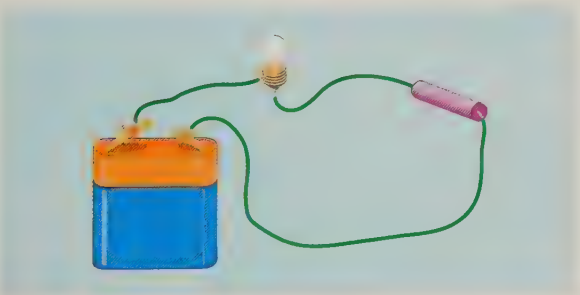
10 Imaginer une expérience

Faire le dessin de l'expérience à réaliser pour montrer que la mine de crayon est un conducteur.



11 Interpréter une expérience

- a. Le matériau constituant le cylindre est-il isolant ou conducteur ?
- b. Est-on sûr de pouvoir conclure ?



12 La panne !

Jérémy a réalisé le montage simple ci-contre avec une lampe et une pile. Malheureusement, la lampe ne brille pas.

- a. Donner les causes possibles de la panne.
- b. Quelles expériences peut-on faire pour savoir si la pile est usée ou si la lampe est grillée ?



13 La ronde des bulles

Recopier le schéma suivant. Puis placer dans chaque bulle « le bon dipôle » pour que l'ensemble représente un circuit électrique fermé.



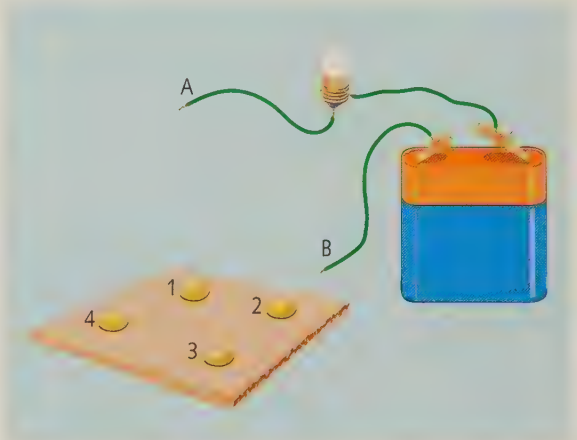
Liste des noms de dipôles :

Pile – batterie de voiture – lampe – fil conducteur – interrupteur fermé – interrupteur ouvert.

Attention : certains peuvent être utilisés plusieurs fois et d'autres sont inutiles.

14 À vous de jouer

Ces quatre punaises sont métalliques, certaines sont reliées par un fil électrique mais ils sont bien cachés par un carton. Pour savoir où ils sont, on prend une pile, une lampe et des fils comme sur la figure. On touche une punaise avec un fil et une autre punaise avec le deuxième fil.



Voici les résultats :

- Fil sur 1 et fil sur 3 : brille
- Fil sur 1 et fil sur 2 : ne brille pas
- Fil sur 1 et fil sur 4 : brille
- Fil sur 3 et fil sur 2 : ne brille pas
- Fil sur 4 et fil sur 2 : ne brille pas

Indiquer entre quelles punaises se trouvent les fils de connexion. Répondre à l'aide d'un dessin.

Indication : il y a plusieurs solutions.

Exercices

15 Avec un support

Observer le schéma 1 qui représente un support de lampe vu en coupe. Les parties isolantes sont en noir.

Découper et compléter le schéma 2 afin que la lampe brille. Repasser en rouge le chemin de l'électricité.

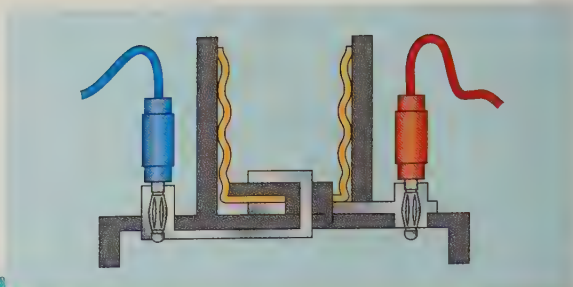


Schéma 1

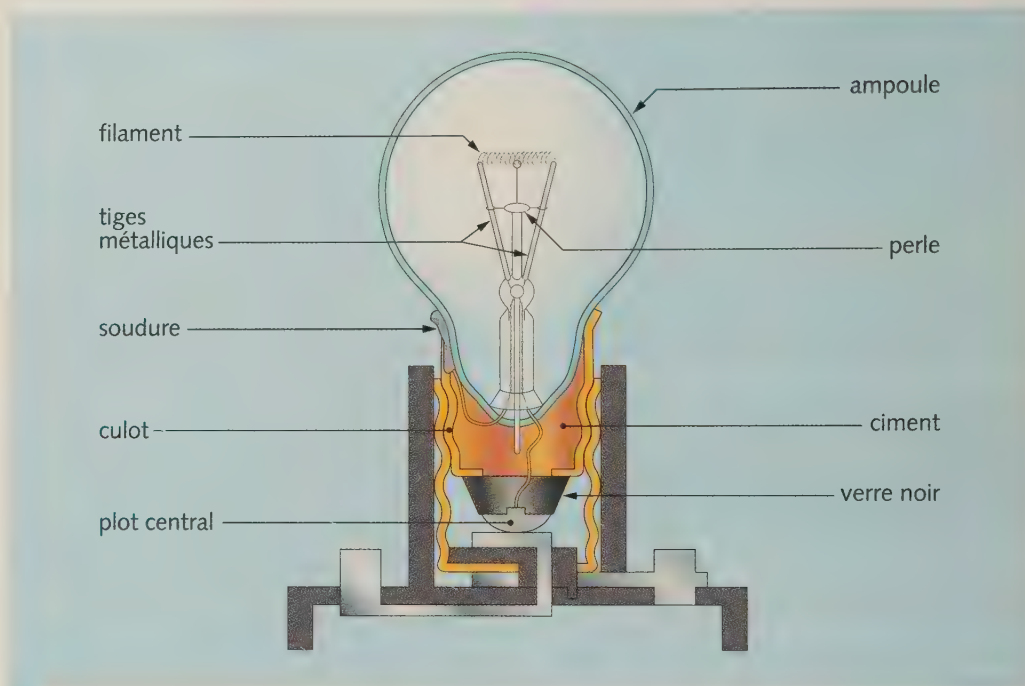


Schéma 2

Pour aller plus loin

16 L'électricité au quotidien

L'électricité joue un rôle très important dans la vie quotidienne.

- Citer quelques récepteurs électriques utilisés à la maison.
- Citer quelques générateurs de la vie courante.

Indication : on pourra illustrer les réponses à l'aide de documents.

17 Différents types de générateurs

Rechercher au CDI ou dans votre entourage quels sont les générateurs utilisés dans :
une voiture, une lampe de poche, une montre, une télévision.

18 Un peu d'anglais

Pourquoi le dipôle ci-contre s'appelle-t-il « pile » en français et « battery » en anglais ?



19 Voiture radiocommandée

On lit sur la notice de l'émetteur d'une voiture radiocommandée qu'il peut être alimenté par des piles ou des piles rechargeables.

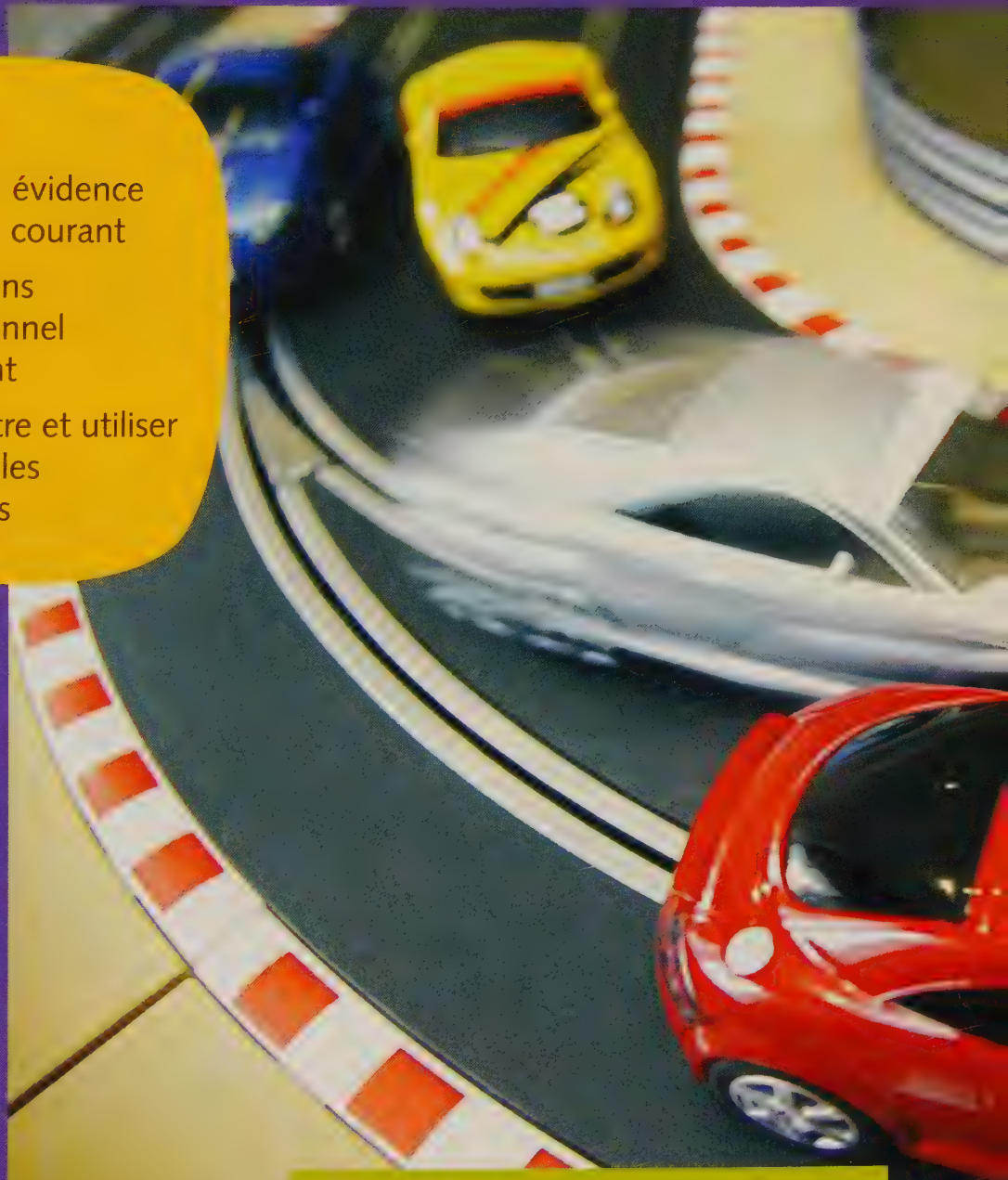
- Quelle différence existe-t-il entre une pile et une pile rechargeable ?
- Quel terme conviendrait mieux que « pile rechargeable » ?

Chapitre 10

Le sens du courant

Objectifs

- Mettre en évidence le sens du courant
- Citer le sens conventionnel du courant
- Reconnaître et utiliser les symboles normalisés



Les voitures de ce circuit circulent toujours dans le même sens.
Qu'est-ce qui permet à ces voitures de circuler ?

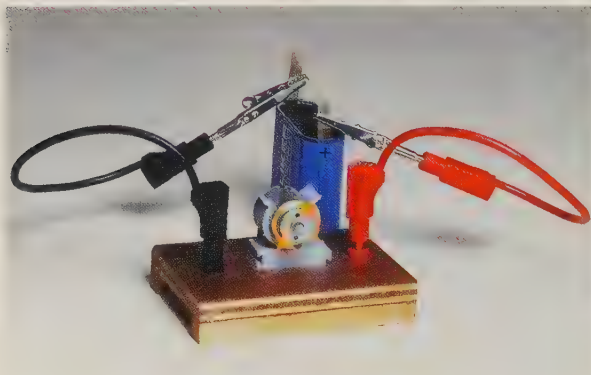
1 Le courant a-t-il un sens ?

■ Des expériences à réaliser

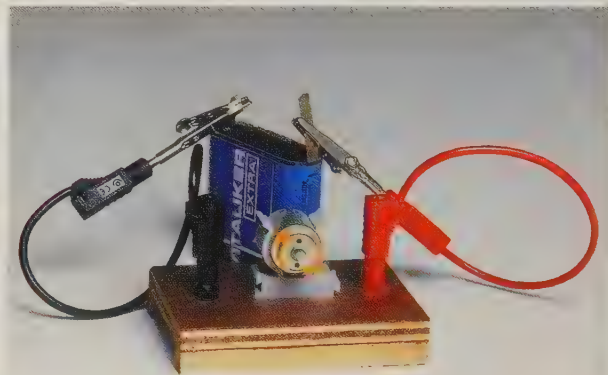
Dans une première expérience, les bornes d'un moteur électrique sont reliées à celles d'une pile. Puis les branchements sont inversés.

La même expérience est réalisée avec une lampe à la place du moteur.

■ Des résultats à observer



1



2



3



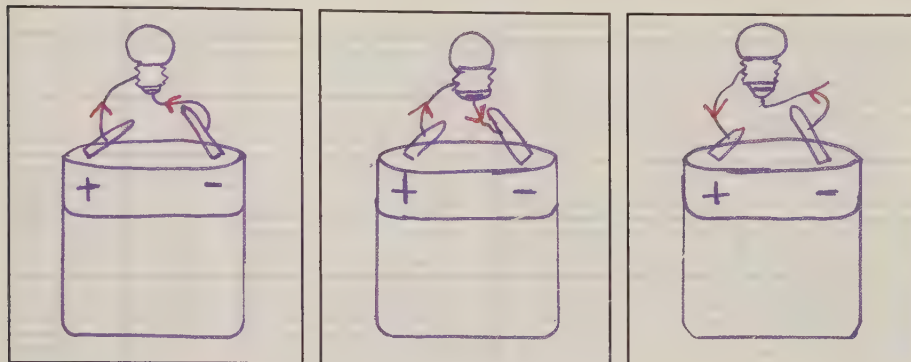
4

■ Une conclusion à construire

- Décrire les montages 1 et 2 en utilisant les mots suivants : *borne +*, *borne -*, *borne rouge*, *borne noire*, *moteur*, *pile*, *fil de connexion*.
- Comparer le sens de rotation du moteur dans les montages 1 et 2.
- Que se passe-t-il pour la lampe (documents 3 et 4) ?
- Ces expériences montrent-elles que le courant a un sens de circulation ?

2 Quel est le sens du courant ?

On a observé qu'un moteur tournait dans un sens lorsqu'il était relié à une pile et dans l'autre sens lorsque l'on inversait les branchements. Cette expérience permet de dire que le courant a un sens, mais lequel ? On a posé cette question à plusieurs élèves. Voici leurs trois **hypothèses** :



Qu'est-ce qu'une hypothèse ?

voir la fiche méthode p.180.

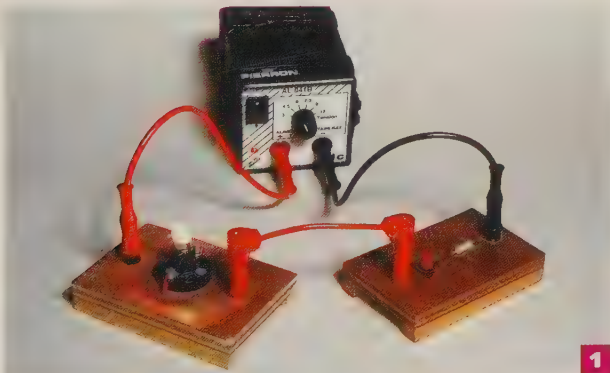
■ Des expériences à réaliser

Pour vérifier les hypothèses, on utilise un nouveau dipôle : **la DEL**. Ce dipôle est une diode qui s'éclaire lorsque le courant la traverse.

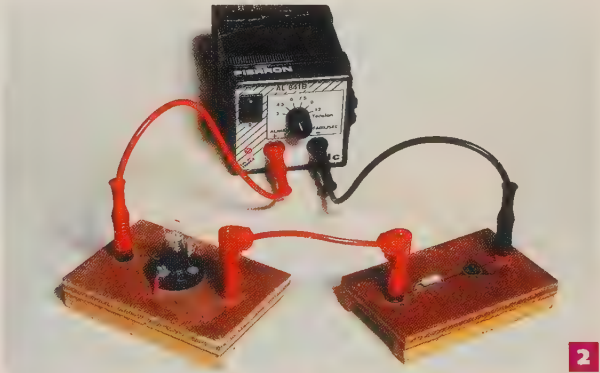
Dans les premières expériences, on branche une diode dans un sens puis dans l'autre.

Puis, on utilise deux DEL : la première est toujours passante et on modifie le sens de la seconde.

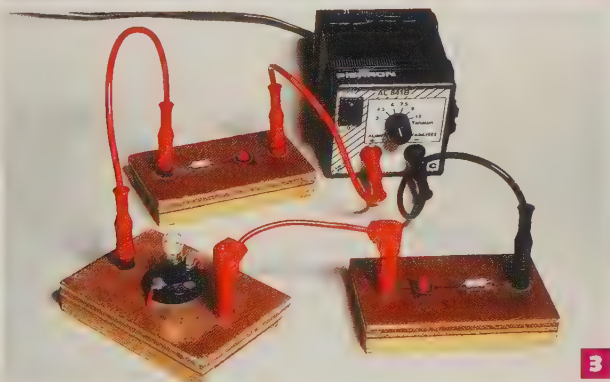
■ Des résultats à observer



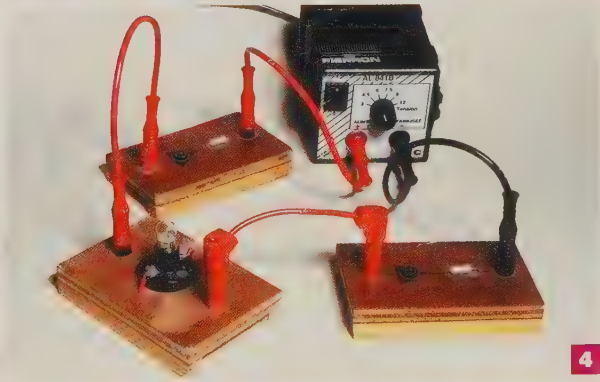
1



2



3



4

■ Une conclusion à construire

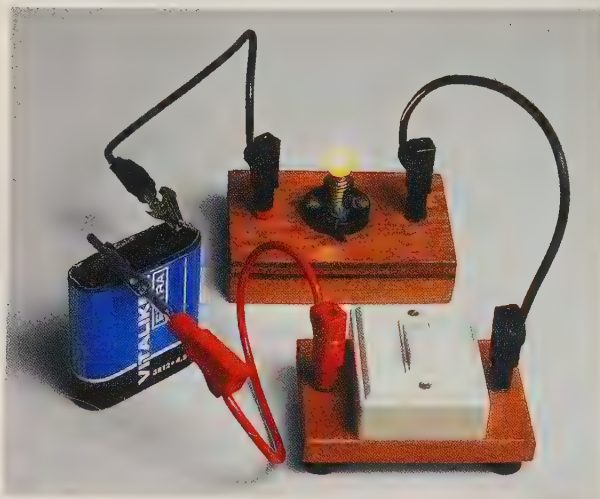
- Qu'observez-vous en regardant ces quatre montages ?
- Dans quel circuit le courant passe-t-il ?
- Quelle hypothèse vérifie-t-on à partir de ces expériences ?

VOCABULAIRE

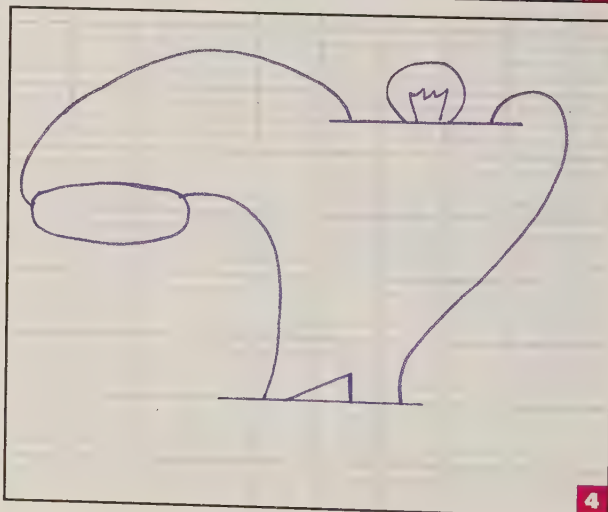
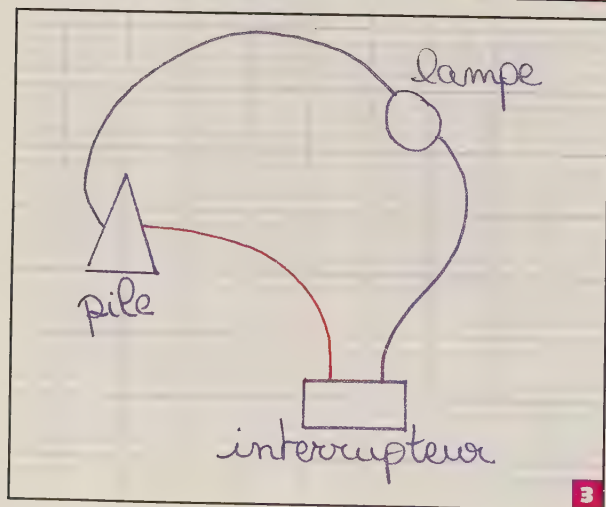
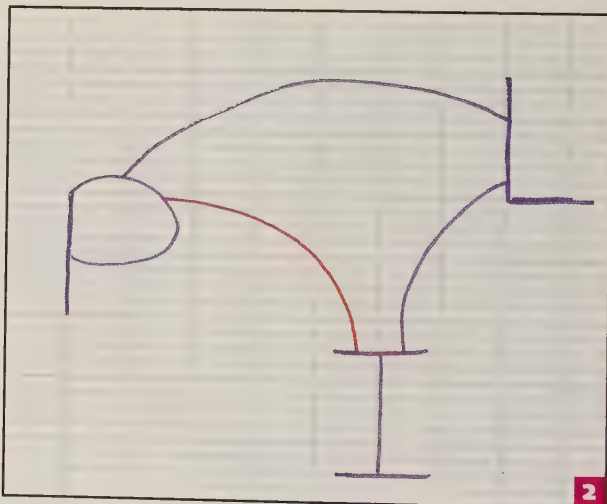
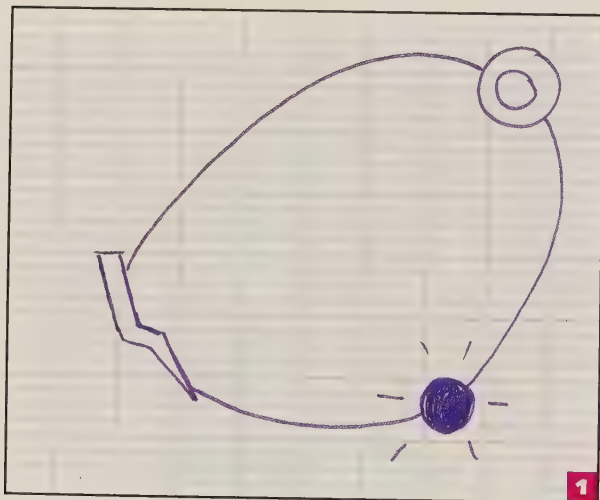
DEL signifie diode électroluminescente.

3 Comment représenter des circuits électriques ?

On a demandé à des élèves de représenter le circuit électrique photographié ci-dessous.

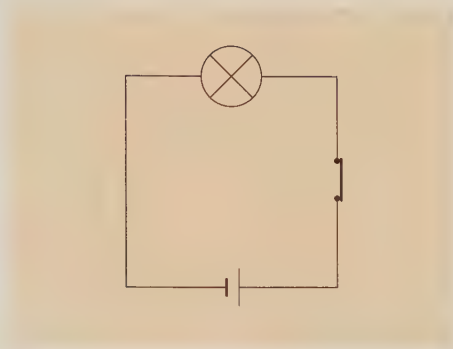


Voici ce que certains ont proposé :



a. Comparer les dessins réalisés par les enfants. Qu'observe-t-on ?

Pour faciliter la communication, des **normes** ont été établies pour représenter les éléments d'un circuit électrique. Voici le **schéma du circuit électrique** de la page ci-contre réalisé avec ces normes :



b. Observer le schéma du circuit électrique.
Identifier les dipôles qui le composent grâce au tableau ci-dessous.

Pile		
Autre générateur		
Interrupteur		
Lampe		
Fil de connexion		

DEL		
Diode		
Moteur		
Résistance		

■ 1. Le courant électrique a un sens

Une lampe brille quel que soit le sens du courant, mais le moteur tourne dans un sens ou dans l'autre selon la façon dont on le relie à la pile.

Le courant ne peut traverser la diode que dans le **sens passant**. En revanche, dans le **sens bloquant**, elle se comporte comme un interrupteur ouvert.

Le courant électrique a un sens.

Le fonctionnement de certains dipôles dépend du sens du courant. C'est le cas des moteurs et des diodes. D'autres dipôles ne sont pas sensibles au sens du courant, les lampes par exemple.

► exercices 8, 13

■ 2. Le sens conventionnel du courant électrique

Dans un circuit électrique fermé, par convention, le courant électrique circule, à l'extérieur du générateur, de la **borne +** à la **borne -** du générateur.

► exercice 11

■ 3. Schématisation d'un circuit électrique

Chacun a sa propre représentation dessinée, plus ou moins efficace, d'un circuit électrique, ce qui ne facilite pas la compréhension.

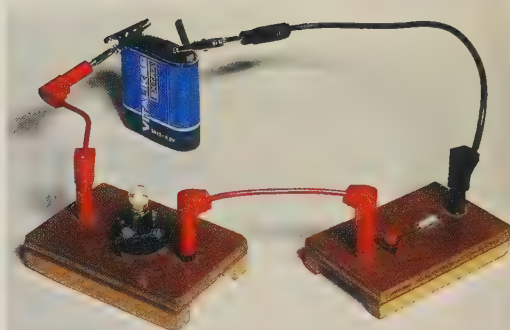
Voilà pourquoi les **symboles normalisés** des dipôles ont été créés.

À l'aide de ces symboles, nous pouvons schématiser tous les circuits électriques.

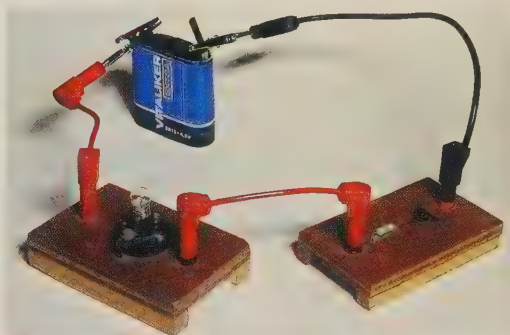
Les symboles à connaître sont regroupés dans le tableau p. 117.

Remarque : les schémas étant plus simples et plus rapides à faire que les dessins, nous gagnons en temps, en efficacité et en compréhension.

► exercices 9, 10



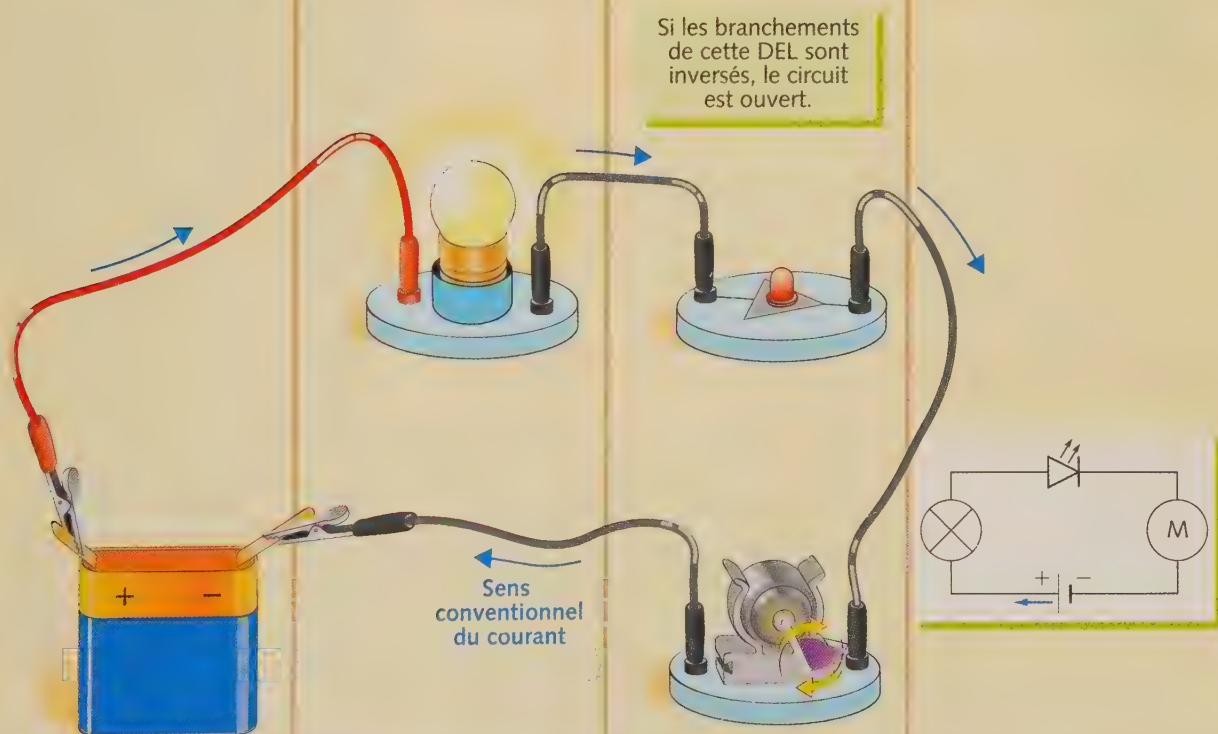
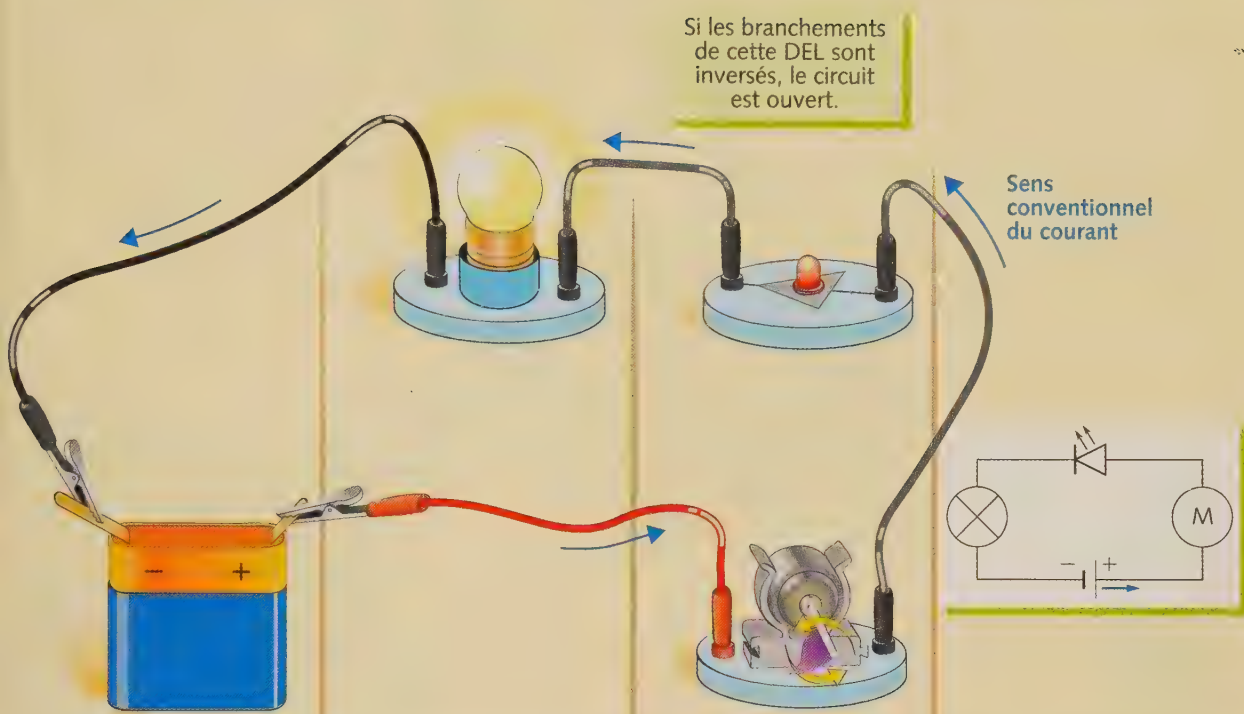
■ La DEL est branchée dans le sens passant.



■ La DEL est montée en sens inverse : il n'y a pas de courant dans le circuit.

ATTENTION : ne jamais brancher une diode seule dans un circuit ! Ajouter une lampe ou une résistance pour la protéger d'un courant trop fort.

« Du plus vers le moins » à l'extérieur du générateur



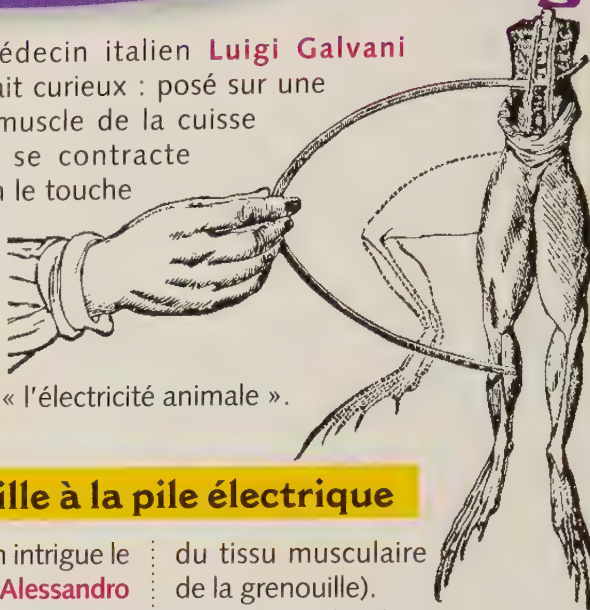
L'indispensable générateur

Un dipôle non sensible au sens du courant : la lampe

Des dipôles sensibles au sens du courant : la DEL et le moteur

Les schémas normalisés

En 1771, le médecin italien **Luigi Galvani** remarque un fait curieux : posé sur une table en zinc, le muscle de la cuisse d'une grenouille se contracte vivement lorsqu'on le touche avec un instrument de cuivre. Son hypothèse est alors la suivante : le muscle contient de « l'électricité animale ».



Luigi GALVANI

(1731-1798)

Médecin et physicien italien.

Georges LECLANCHÉ

(1839-1882)

Ingénieur français.

Alessandro VOLTA

(1745-1829)

Physicien italien.

De la grenouille à la pile électrique

Cette observation intrigue le physicien italien **Alessandro Volta**. Il propose une autre hypothèse : le courant électrique qui agite le muscle de la grenouille naît du contact entre deux métaux différents reliés par une solution conductrice (ici, le milieu humide provenant

du tissu musculaire de la grenouille).

En 1800, Volta décide, pour vérifier son hypothèse, de construire un empilement de rondelles de cuivre et de zinc avec, entre chacune d'elles, des rondelles de carton imbibées d'eau salée.

ZOOM SUR...

L'unité de tension a été nommée Volt en l'honneur de Volta.

La pile moderne

En reliant chaque extrémité de cet empilement à un détecteur de courant, Volta constate effectivement le passage d'un courant électrique : le premier générateur d'électricité est alors né, et il est aussitôt nommé **pile**. En 1801, l'invention est présentée à Bonaparte. À titre de

récompense, le futur empereur offre à Volta une forte somme d'argent et lui décerne le titre de sénateur.

Depuis, la pile n'a cessé de se perfectionner, grâce notamment à **Leclanché** dont la pile, réalisée en 1866, est l'ancêtre de nos piles alcalines actuelles.

Ces questions concernent toute la page.

1 Cuisse de grenouille

À quoi étaient dues les contractions des muscles de la grenouille ?

2 La pile Volta, une révolution

- a. Quels sont les 3 éléments nécessaires à la construction d'une pile Volta ?
- b. Sur les mêmes bases que Volta, on peut faire une pile avec du fromage fondu ou du citron. Quel élément de la pile Volta remplaceraient-ils ?

3 Combien d'années se sont écoulées entre :

- a. l'expérience de Galvani et l'invention de la pile Volta ?
- b. l'invention de la pile Volta et celle de la pile Leclanché ?



La pile de Volta : le mot pile vient du latin *pila* qui signifie colonne.

Dans la peau d'une pile

qui pollueraient notre environnement. Il faut les déposer dans des containers spéciaux, réservés à cet effet. Les piles sont alors récupérées et recyclées. Ainsi, notre environnement est protégé et de plus, on évite le gaspillage de ressources naturelles précieuses. Il faut savoir qu'un kilogramme de piles pollue à lui seul environ 15 m³ de terre !

Accompagnons une pile durant son périple.

Les piles sont incontournables : télécommande, baladeur, appareils photo, etc.



Quand elles sont usées, les piles doivent être déposées dans un collecteur prévu à cet effet.



Chaque année, les piles jetées à la poubelle et donc non recyclées coûtent 75 millions d'euros à notre pays !

FABRIQUE DE PILES NEUVES

On réutilise les matières premières issues du recyclage pour fabriquer de nouvelles piles.

1 Piles usagées : le bon comportement

Où faut-il déposer les piles usagées ?

2 Environnement

Pour quelles raisons ne faut-il pas les jeter simplement à la poubelle ?



Dans cette usine, les différents matériaux qui composent la pile seront triés et recyclés. Sur 100 tonnes de piles traitées, on pourra ainsi récupérer 39 tonnes de fer et autant de manganèse, 20 tonnes de zinc et 150 kg de mercure. Cela permet de contribuer à la conservation des matières premières. N'oublions pas que les ressources de notre planète ne sont pas inépuisables !

http://www.notre-planete.info/actualites/actu_333.php

http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/achat_et_conso/rub9.htm

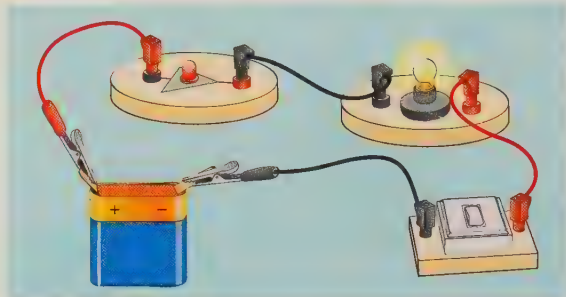
Exercices

Vérifier ses connaissances

1 a. Citer deux récepteurs dont le fonctionnement dépend du sens du courant.

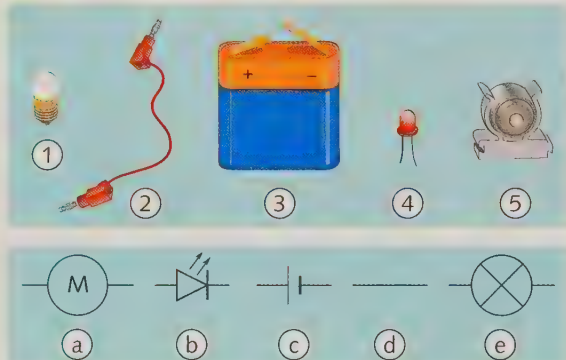
b. Citer un récepteur dont le fonctionnement est indépendant du sens du courant.

2 Reproduire le dessin ci-dessous et y indiquer le sens conventionnel du courant.

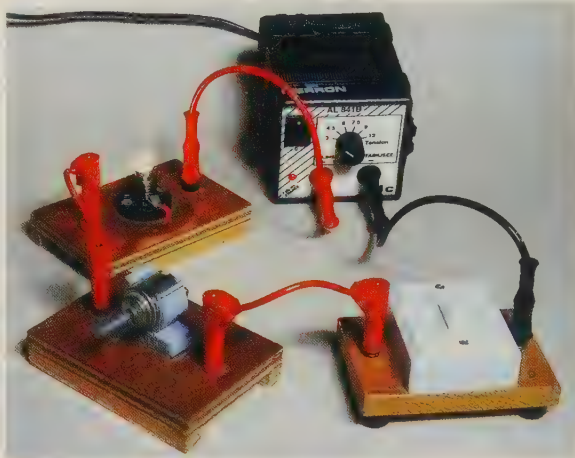


L'interrupteur est-il ouvert ou fermé ?

3 Associer le bon dipôle à son schéma.



4 Schématiser le montage photographié ci-dessous :



5 Recopier et compléter le texte suivant.

Le courant électrique fourni par une pile a un

Dans un circuit électrique fermé, à l'extérieur du générateur, le courant va de la borne à la borne

Une ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Ce sens est appelé

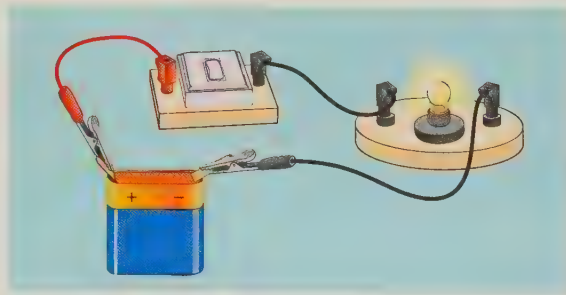
Le sens de rotation du moteur quand on inverse ses branchements sur la pile.

Le fonctionnement d'une ne dépend pas du sens du courant électrique.

Appliquer ses connaissances

6 Dessin ou schéma ?

On a représenté un circuit électrique de la manière suivante :



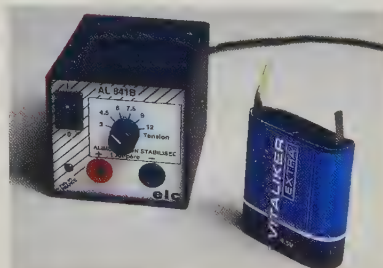
1. S'agit-il d'un dessin ou d'un schéma ?

2. Schématiser alors ce circuit.

3. Quels sont les éléments qui ne figurent pas sur le schéma ? Pourquoi ?

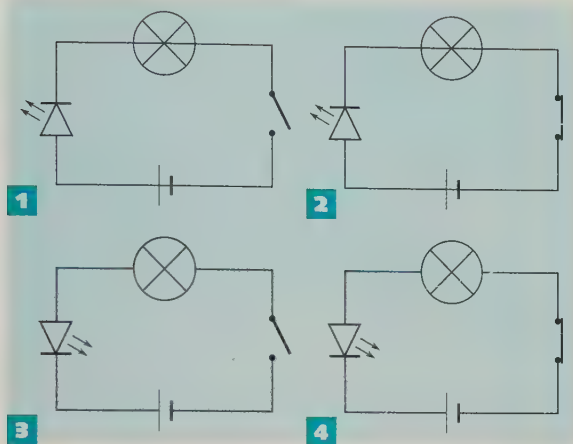
7 Le générateur

Quelles indications montrent que les deux bornes d'un générateur ne sont pas identiques ?



8 Allumée ou éteinte ?

Dans quel montage la lampe est-elle allumée ?
Indiquer, s'il y a lieu, le sens du courant électrique.



9 Schématiser un circuit

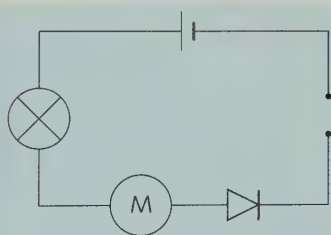
On dispose d'une pile, d'un moteur, d'un interrupteur, d'une diode et de fils de connexion.

Faire le schéma d'un circuit électrique comportant tous ces dipôles, sachant que le moteur doit tourner.

10 Matériel

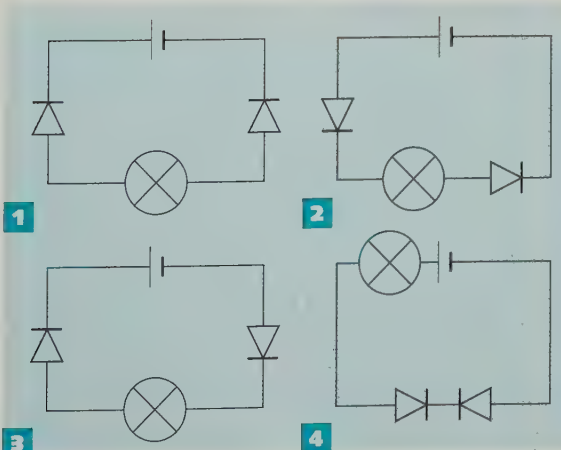
On souhaite réaliser le montage ci-contre.

De quel matériel a-t-on besoin ?



11 Montage avec deux diodes

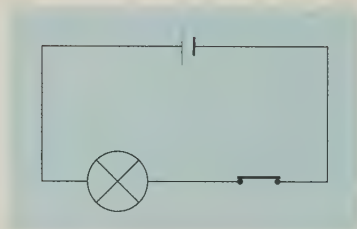
Dans quel montage la lampe brille-t-elle ?
Justifier.



12 Une diode, un interrupteur

1. Dans le montage ci-dessous, Gwenn remplace l'interrupteur par une diode. La lampe ne s'allume pas.

Formuler une hypothèse expliquant pourquoi la lampe ne brille pas.

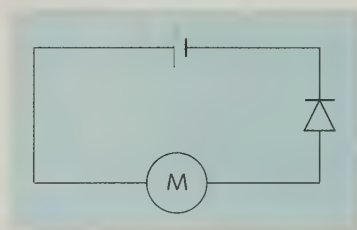


2. Schématiser le circuit obtenu.

3. Pourquoi dit-on qu'une diode branchée dans le sens bloquant se comporte comme un interrupteur ouvert ?

13 Moteur à sens unique (1)

On a branché un moteur et une DEL comme sur le schéma ci-dessous.



Pourquoi dit-on qu'on impose le sens de rotation au moteur ?

14 Le train électrique

Mathieu a reçu en cadeau un train électrique. Il le fait avancer, puis reculer devant la gare.

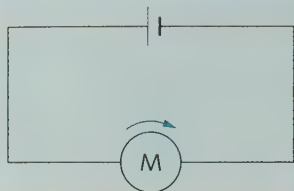


Expliquer à Mathieu pourquoi il peut faire circuler son train dans les deux sens.

Exercices

15 Moteur à sens unique (2)

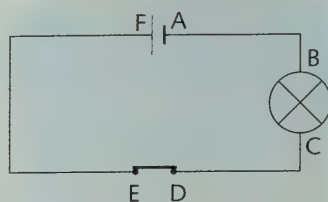
Dans ce jouet, le moteur tourne dans le sens souhaité si le courant circule dans le sens de la flèche.



- Reproduire le schéma et le modifier pour que le moteur tourne dans l'autre sens.
- On ne veut pas que le moteur puisse tourner dans l'autre sens même si, par étourderie, on inversait les connexions à la pile.
Que faut-il ajouter au circuit électrique ?
Faire le schéma du nouveau montage.

16 Vérifier une hypothèse avec une expérience

Yasmine a réalisé le montage schématisé ci-dessous. Elle voudrait vérifier le sens du courant dans le circuit.



- Pour aider Yasmine, proposer un protocole expérimental permettant de vérifier qu'un courant électrique circule dans le même sens entre les points A et B, C et D, E et F.
- Choisir le matériel nécessaire et faire le schéma de l'expérience.

Pour aller plus loin

17 Le plomb

La maladie provoquée par le plomb est le « saturnisme ».

- D'où vient le nom « saturnisme » ?
- Quels sont les risques liés à cette maladie ?
- Sous quelle forme trouve-t-on le plomb dans la nature ?
- Où pouvait-on trouver du plomb dans la vie courante ?
- Trouve-t-on encore beaucoup d'installations de la vie quotidienne contenant du plomb ?
- Pourquoi dit-on, lorsqu'un fusible fond, que « les plombs ont sauté » ?

18 Diodes électroluminescentes

Les diodes et les DEL (LED en anglais) ne laissent passer le courant que dans un seul sens. Les DEL sont des diodes qui émettent de la lumière quand elles sont parcourues dans le sens passant par un courant électrique et peuvent servir de lampes témoins.

- Que signifie DEL ? et LED ?
- Pourquoi une diode est-elle un dipôle ?

c. Expliquer le terme « lampe témoin » en fonction des caractéristiques d'une DEL (qui fonctionne comme une diode classique).

d. Citer des appareils utilisant des DEL comme lampes témoins.

19 Que de piles !

Au moment de faire le ménage dans sa chambre, Max retrouve 12 piles usagées.

- Sachant qu'une de ces piles usagées a une masse de 18 g, quelle est la masse de ces 12 piles ?
- Quels métaux pourra-t-on récupérer si, au lieu de les jeter à la poubelle, Max les place dans le bon container ?

Indication : faire une recherche ou lire le « Petit Journal ».

- Quelle masse de chaque métal récupérera-t-on ?

Indication : faire le calcul en s'aidant du « Petit Journal ».

- Expliquer l'intérêt du recyclage des piles.
- Rechercher d'autres exemples de recyclage.

Chapitre / 11

Association d'éléments électriques

Objectifs

- Identifier des montages en série et en dérivation
- Identifier un dipôle en court-circuit
- Connaître les effets du court-circuit

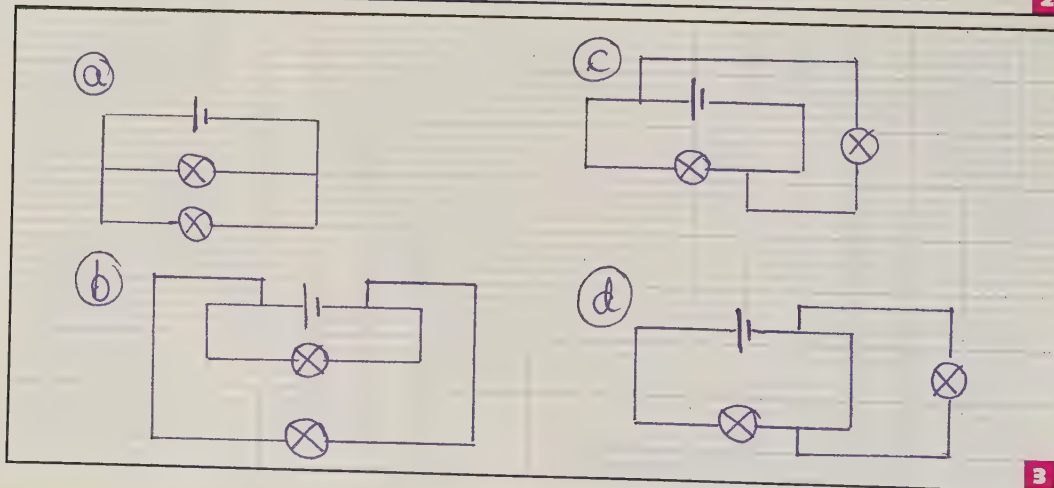
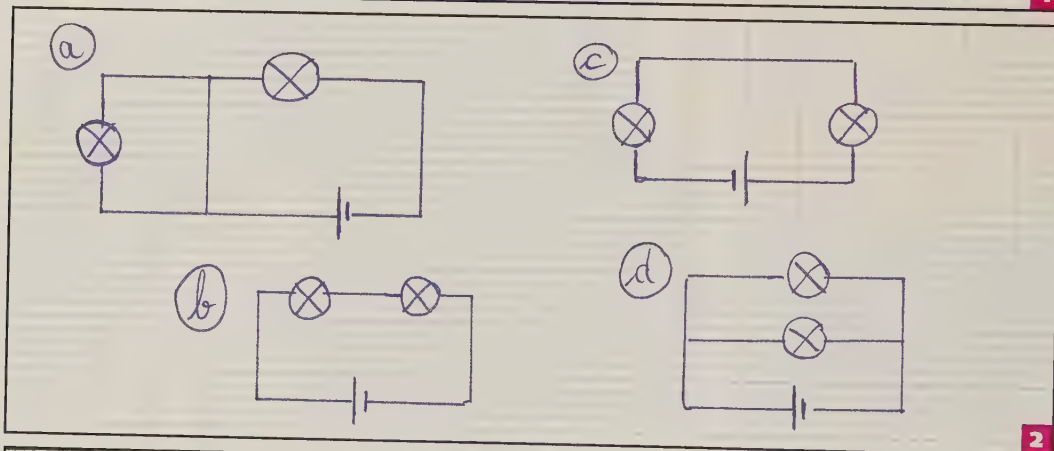
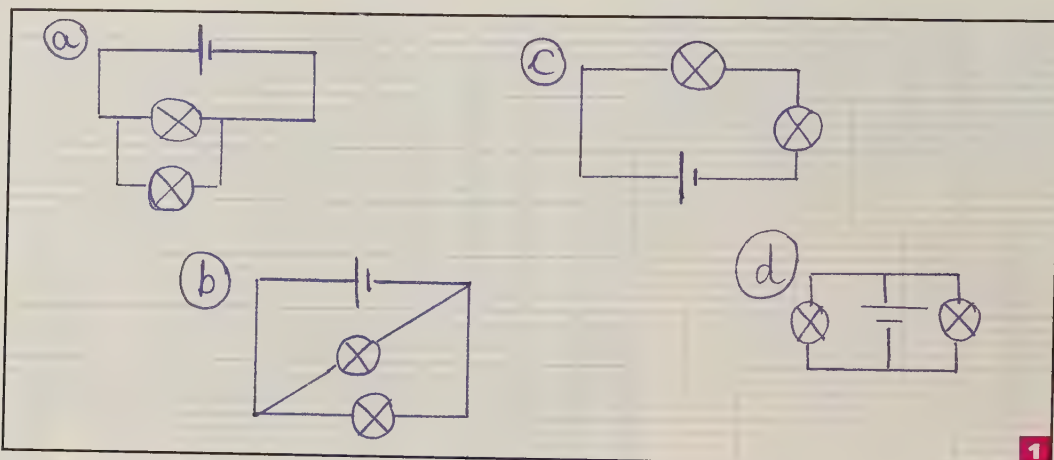


Une des lampes est grillée, pourtant les autres brillent.

Comment est-ce possible ?

1 Comment allumer deux lampes en même temps ?

On a demandé à des élèves d'imaginer des montages qui permettraient d'allumer deux lampes en même temps. Voici ce qu'ils ont proposé :



1. Quels sont les montages qui correspondent à ce qui est demandé ?
2. Quels sont les montages identiques ?
Aide : reproduire les montages et y indiquer le chemin de l'électricité.
3. Finalement, combien y a-t-il de montages différents pour allumer deux lampes ? Justifier.

2 Qu'est-ce qu'un court-circuit ?

■ Des expériences à réaliser

Réaliser un montage en série avec deux lampes et une pile.

Relier ensuite les deux bornes d'une des lampes entre elles avec un fil de connexion.

■ Des résultats à observer



1



2

■ Une conclusion à construire

- Décrire la façon dont les lampes brillent sur le montage 1.
- Que constate-t-on sur le montage 2 ?
- Faire le schéma des deux montages en indiquant le sens du courant.
- Quel est le « rôle » du fil ajouté sur le deuxième montage ?
Quel est le nom de ce phénomène ?

3 Quels sont les risques du court-circuit ?

■ Des expériences à réaliser

Relier les bornes d'une pile avec de la **paille de fer**. (La paille de fer est conductrice d'électricité. Les fils de cette paille permettent de relier la borne + à la borne - de la pile, comme de très fins fils de connexion).

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

- Expliquer ce qui se passe en utilisant les mots suivants : *conducteur*, *s'échauffer*, *courant*.
- Faire un rapprochement avec le filament d'une lampe.

■ 1. Montage en série

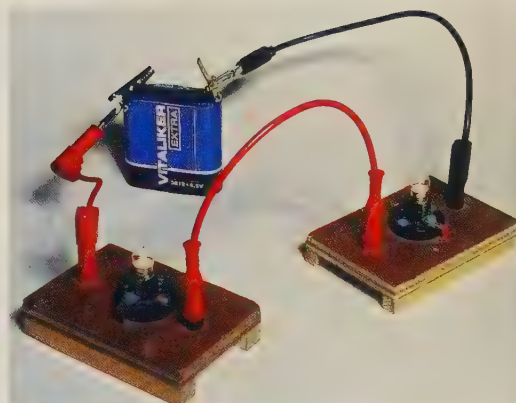
Il y a deux façons différentes d'allumer plusieurs lampes en même temps :

- en les branchant l'une à la suite de l'autre (en **série**) ;
- en branchant chacune d'elles au générateur (en dérivation).

Dans un montage **série**, le courant part du générateur et y revient en suivant un seul et même chemin (une **boucle simple**).

Lorsqu'un dipôle tombe en panne, le circuit est ouvert et aucun autre dipôle ne peut fonctionner.

► exercices 8, 18



■ Un montage en **série** : chaque lampe brille plus faiblement que si elle était seule. Les lampes se « partagent » les possibilités du générateur.

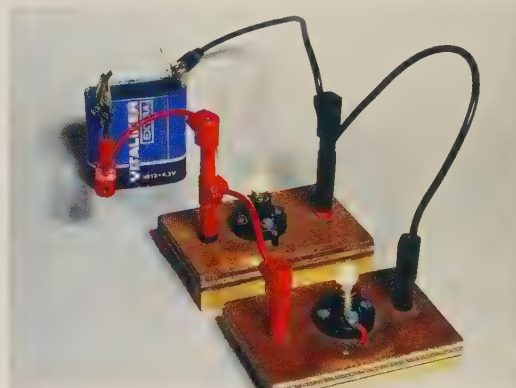
■ 2. Montage en dérivation

Dans un montage en dérivation, chaque dipôle est relié directement aux bornes du générateur.

Dans un montage en **dérivation**, le courant part du générateur et suit plusieurs chemins pour y revenir (le circuit est formé de **plusieurs boucles**).

Lorsqu'un dipôle tombe en panne, les autres peuvent toujours fonctionner.

► exercice 7



■ Un montage en **dérivation** : chaque lampe brille comme si elle était seule.

■ 3. Dipôle en court-circuit

Quand un dipôle est mis en court-circuit dans un montage série, le courant ne passe plus dans ce dipôle et devient plus intense dans le reste du circuit.

Un dipôle est mis en **court-circuit** lorsque ses deux bornes sont reliées l'une à l'autre par un fil de connexion.

► exercice 9

■ 4. Les dangers du court-circuit

Si on met en court-circuit le générateur, le courant devient très intense dans le court-circuit et nul dans le reste du circuit. Cela provoque un échauffement du court-circuit et crée des risques d'incendie.

Un court-circuit aux bornes d'un générateur peut déclencher un incendie.

► exercice 12

Les objets de la vie courante

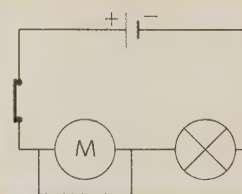
À la maison, les installations électriques sont protégées pour éviter les risques liés au court-circuit : elles sont équipées de **disjoncteurs** et de **fusibles** (voir photo).



Circuit en série et court-circuit

Pile, interrupteur, moteur et lampe sont placés les uns à la suite des autres.

Le moteur est mis en **court-circuit** : il ne fonctionne plus.

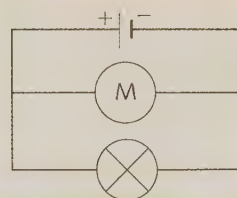


ATTENTION

Ne pas mettre en court-circuit le générateur : il peut être endommagé et il y a risque d'incendie.

Circuit en dérivation

Le circuit est composé de deux boucles. Lampe et moteur fonctionnent en même temps.



Un geste imprudent, un appareil défectueux, une installation électrique mal isolée, et c'est le court-circuit ! Une situation dangereuse, car un court-circuit peut provoquer un incendie. Heureusement, nos maisons sont équipées d'un disjoncteur qui, lorsque cela est nécessaire, ouvre le circuit électrique pour interrompre la circulation du courant. Toutefois, afin d'éviter ces situations à risques, EDF recommande d'observer quelques précautions élémentaires. Voici un extrait du document :



Un fusible.



Le disjoncteur coupe automatiquement le courant quand il est trop fort.

Électricité et eau = danger

- **N'utilisez jamais d'appareils électriques les mains mouillées ou les pieds dans l'eau :** les risques d'électrocution sont plus importants.
- Rappelez-vous que **vous ne devez pas pouvoir toucher un appareil électrique depuis votre baignoire ou votre douche.**
- **N'utilisez jamais d'eau pour éteindre un feu d'origine électrique :** prenez un extincteur à poudre.

Pour utiliser vos appareils électriques en toute sécurité

- **Pour les jouets électriques, préférez ceux équipés d'un transformateur** qui réduit la tension à une valeur inoffensive, **ou une alimentation par piles.**
- **Ne laissez pas vos appareils électriques branchés inutilement.**
- **N'enfoncez pas d'objets métalliques dans votre grille-pain lorsqu'il est branché.**
- **Si un appareil vous picote ou grésille, débranchez-le** et faites-le réparer !
- **Ne surchargez pas vos prises multiprises**, elles pourraient chauffer et provoquer un incendie.
- **N'enfoncez pas d'objets métalliques dans une prise. Faites installer des prises à éclipses ou mettez des cache-prises pour protéger vos enfants.**
- **Coupez le courant avec le disjoncteur général avant toute intervention** sur votre installation électrique, même pour changer une ampoule.
- **Ne remplacez jamais un fusible fondu par un fusible plus gros, du papier d'aluminium ou une épingle à cheveux**, la protection de votre installation ne serait plus assurée.

À l'extérieur :

- **Ne faites jamais voler un cerf-volant près des lignes électriques.**
- **Ne vous mettez pas sous un arbre ou près d'un cours d'eau pendant un orage.**
- **Ne touchez pas aux fils électriques tombés à terre. [...]**
- **Ne grimpez pas aux poteaux électriques.**
- **Avant d'utiliser un appareil électrique à l'extérieur, assurez-vous que l'herbe n'est pas mouillée, que les raccordements sont en bon état, que le fil n'est pas abîmé et qu'il ne traîne pas dans une flaque d'eau...** Assurez-vous que l'outil que vous utilisez possède une double isolation ou une fiche avec mise à la terre.

Ces questions concernent toute la page.

1 Les dangers liés à l'utilisation d'un courant électrique

- a. Qu'est-ce qu'une électrocution ou une électrisation ? Comment peut-elle se produire ?
- b. Quel accident grave un court-circuit peut-il provoquer ? Pourquoi ?

2 Les règles de sécurité à respecter

Énoncer les principales précautions à observer lorsqu'on utilise l'énergie électrique, chez soi et au dehors.

<http://particuliers.edf.fr/article139.html>, pour la version intégrale du document ci-dessus.
<http://www.cepr.tm.fr/fr/risqdome/electrisation.htm>

Les DEL, des diodes lumineuses

La DEL, ou diode électroluminescente, est une diode qui émet de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant. De nombreuses couleurs et de toutes les formes, ces petits dipôles vont révolutionner l'éclairage.

1 Des DEL partout...

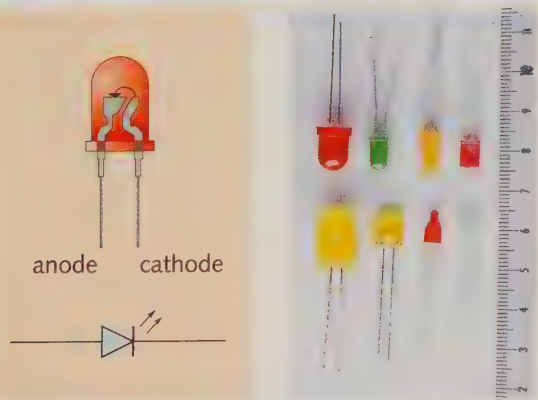
Dans un circuit électrique, les DEL servent à indiquer si le courant passe ou pas. C'est pourquoi les DEL sont présentes dans de très nombreux appareils : par exemple, lorsqu'on appuie sur l'un des boutons d'une télécommande, un voyant s'allume quand celle-ci fonctionne correctement. Sinon, il reste éteint. Derrière ce voyant se cache en fait une DEL !

Ainsi, on trouve des DEL dans tous les appareils qui indiquent un état de fonctionnement (veille, marche, arrêt), mais, à présent, en regroupant plusieurs, on les utilise aussi dans les feux de circulation, les feux des automobiles, les panneaux de signalisation, les spots, les torches, etc.



Les feux de circulation utilisent des DEL.

2 Pourquoi les DEL ?



Les diodes électroluminescentes sont une invention assez récente : la première DEL date de 1962. Mais très vite, ses propriétés remarquables font d'elle un élément incontournable du monde électrique.

En effet, les DEL présentent de très nombreux avantages :

- faible consommation d'énergie ;
- durée de vie très longue (100 000 heures) ;
- faible coût ;
- faible dégagement de chaleur (contrairement à une ampoule classique, on peut les toucher sans se brûler) ;
- formes, tailles et couleurs variées.

1 De l'utilité des DEL

Dans un circuit électrique, la DEL signale le passage d'un courant. Comment ?

2 Caractéristiques des DEL

a. Quelles sont les caractéristiques de la DEL qui rendent son utilisation intéressante ?

b. Quels sont ses inconvénients ?

Il existe depuis peu des DEL qui émettent de la lumière blanche, ce qui permet leur utilisation pour l'éclairage. Mais leur intensité lumineuse étant assez faible, elles ne sont que peu efficaces, à moins d'en multiplier le nombre. Avec les progrès réalisés en ce sens, les DEL ne tarderont sans doute pas à remplacer nos lampes à incandescence ordinaires.

De belles économies d'énergie en perspective !

<http://www.domsweb.org/ecolo/led-del.php>
<http://www.led-fr.net/> pour les plus courageux !

Exercices

Vérifier ses connaissances

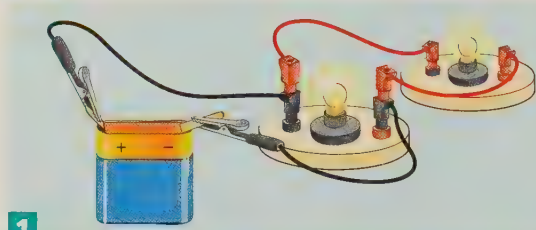
1 Recopier et compléter les textes suivants.

Si deux lampes sont branchées l'une à la suite de l'autre, elles sont montées en

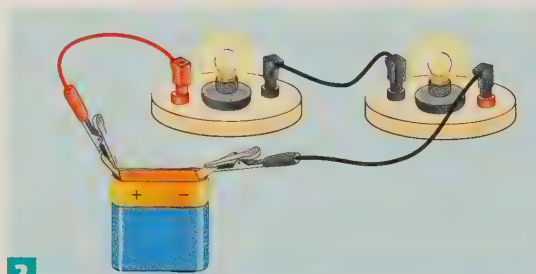
Dans un montage en, si une lampe est en panne, l'autre continue de briller.

Dans un montage en, si une lampe est en panne, l'autre s'éteint.

2 a. Observer les deux dessins ci-dessous :



1



2

b. Schématiser ces deux montages et indiquer, sur chacun, le sens du courant électrique.

c. Lequel est un montage en série ? en dérivation ?

3 Recopier et compléter les textes suivants.

Un fil conducteur reliant les deux bornes d'un générateur provoque un

Alors le courant devient plus et les fils conducteurs, il y a risque

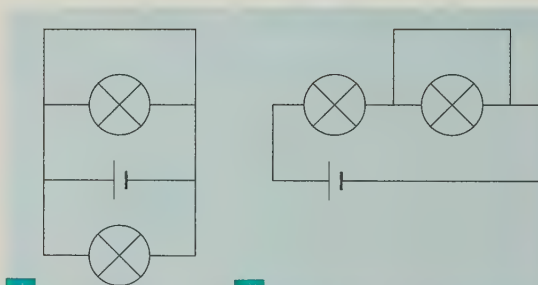
Lorsque les deux bornes d'un dipôle placé dans un circuit sont reliées l'une à l'autre par un fil de connexion, il est mis en

4 Reconstituer des phrases scientifiquement correctes.

Un récepteur en court-circuit *fonctionne / ne fonctionne pas.*

Si la pile est mise en court-circuit, elle est *endommagée / ne risque rien.*

5 Quel est le montage le plus dangereux ? Justifier.



1

2

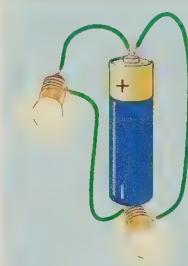
Appliquer ses connaissances

6 Série ou dérivation ?

Schématiser les montages ci-contre. Préciser, dans chaque cas, s'il s'agit d'un montage en série ou en dérivation.



1



2

7 À la maison

À la maison, on observe que si une lampe grille, les autres continuent de fonctionner normalement.

Comment sont branchés les appareils électriques d'une installation domestique ? Justifier.

8 Guirlande de Noël

Théo a retrouvé dans son grenier une guirlande de Noël. Il teste cette guirlande : les lampes fonctionnent, mais il remarque que s'il enlève une lampe, les autres s'éteignent.

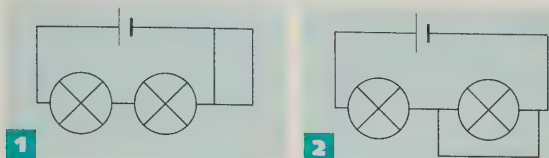
a. Comment sont branchées les lampes les unes par rapport aux autres ? Justifier.

b. Faire le schéma du montage avec quelques lampes.

c. Quel est l'inconvénient si une lampe du montage est grillée ?

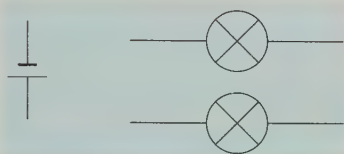
9 Jeu des différences

- a. Quelles sont les différences entre les deux montages schématisés ci-dessous ?
 b. Dans quel montage une seule lampe est-elle allumée ?



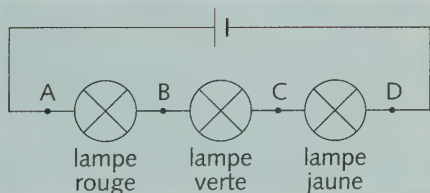
10 À monter soi-même

1. Recopier et compléter ce début de montage pour en faire un circuit en série.



2. Reprendre le début du montage précédant et le compléter pour obtenir un montage en dérivation.

11 Que se passera-t-il ?

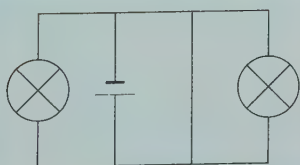


Observer le montage ci-dessus et expliquer ce qui se passera si on branche un fil conducteur entre :

- a. A et B ; b. B et C ; c. C et D ;
 d. A et C ; e. B et D ; f. A et D ?

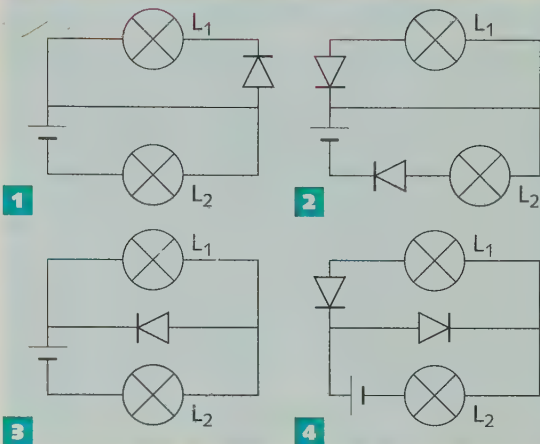
12 Court-circuit

- a. Que faut-il enlever du circuit pour éviter tout danger ?



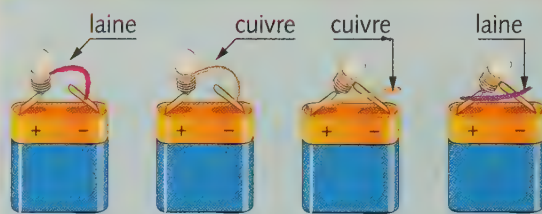
- b. Que pourrait-on ajouter sinon au circuit pour que le générateur ne coure aucun risque ?

13 Un peu de révision



- a. Pour chacun des montages ci-dessus, préciser quelles sont les lampes qui brillent. Justifier.
 b. Que se passe-t-il dans chaque montage si on inverse les branchements aux bornes de chaque diode ? Justifier.

14 Bien observer

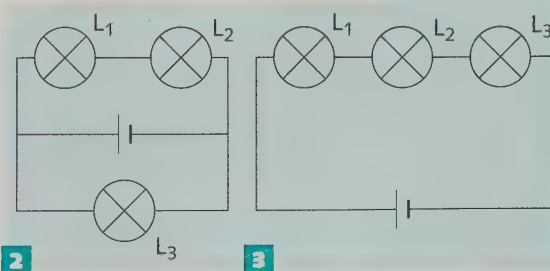
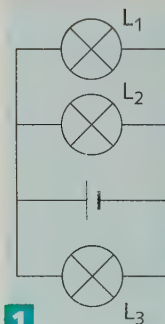


Que se passera-t-il dans chacun des quatre montages ? Justifier.

15 Dérivation et série

Expliquer pour chaque montage schématisé ci-dessous ce qui se passera si on enlève :

- a. la lampe L_1 uniquement ;
 b. la lampe L_2 uniquement ;
 c. la lampe L_3 uniquement ;
 d. les lampes L_1 et L_2 .

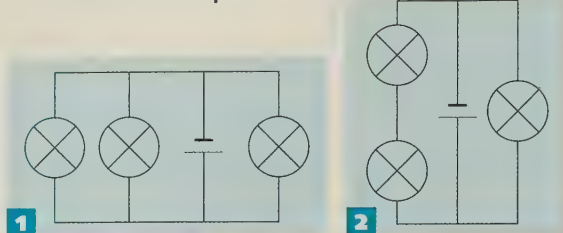


Exercices

16 Commander des lampes

1. Reproduire le schéma 1 et y ajouter les interrupteurs nécessaires pour pouvoir commander chaque lampe individuellement.

2. Est-il possible de faire la même chose sur le schéma 2 ? Pourquoi ?



17 Avec trois lampes

1. Faire le schéma d'un circuit électrique comportant trois lampes et une pile montées :

a. en série ; b. en dérivation.

2. Ajouter un interrupteur permettant de commander l'allumage de l'ensemble des lampes dans les deux cas (faire un schéma).

3. En reprenant les deux schémas de la question 1 (sans interrupteur), ajouter, pour chacun, le nombre d'interrupteurs nécessaire pour commander chaque lampe indépendamment.

Est-ce possible pour chaque montage. Pourquoi ?

18 Un drôle de montage en série

Antoine a branché quatre lampes (L_1, L_2, L_3, L_4) en série avec une pile.

a. Faire le schéma correspondant à ce montage. Combien a-t-il utilisé de fils de connexion ?

b. Dans ce montage, seules L_1, L_2, L_3 brillent. L_4 est-elle grillée ? Justifier.

c. Pourriez-vous expliquer à Antoine pourquoi la lampe L_4 ne brille apparemment pas ?

Pour aller plus loin

19 Conducteur ou isolant ?

1. L'eau du robinet est-elle conductrice ? Proposer et réaliser une expérience permettant de répondre à la question.

Indication : voir fiche méthode p. 180.

2. En déduire si les propositions suivantes sont justes ou fausses. Corriger les propositions fausses.

- a. « Le corps humain est moins conducteur lorsqu'il est humide. »
b. « Les risques d'électrocution sont plus grands si on a les mains mouillées. »

3. Dans la salle de bains

Pourquoi, en général, l'interrupteur de la salle de bains est-il à l'extérieur de cette pièce ? Pourquoi les prises électriques sont-elles placées à une assez grande distance de l'évier ?

20 Le bon circuit

1. On dispose du matériel suivant : 5 lampes, 2 interrupteurs, 1 pile et des fils de connexion. Faire le schéma d'un seul et même montage permettant d'effectuer les quatre opérations suivantes : allumer soit 2 lampes, soit 3 lampes, soit les 5 lampes ou les éteindre toutes.

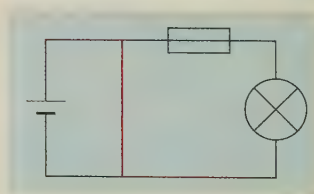
2. Faire le schéma d'un montage similaire ne permettant pas d'éteindre toutes les lampes.

21 Un circuit bien protégé ?

Voici le schéma d'un fusible :



Dans le circuit ci-contre protégé par un fusible, un court-circuit se produit.



La pile est-elle bien protégée ? Pourquoi ? Si elle n'est pas bien protégée, faire un schéma où le fusible serait placé de façon à éviter tout risque à la pile.

22 Le bon fusible

Un fusible a fondu et Zoé doit le changer. Dans une boîte, les bons fusibles (en état de fonctionnement) et les fusibles hors d'usage ont été mélangés.

a. Proposer une méthode qui permettrait à Zoé de retrouver les bons fusibles.

b. Faire un schéma de l'expérience proposée.

PARTIE 3

La lumière : sources et propagation rectiligne



Le programme de l'école primaire

Lumière et ombres

Au cycle 3

Le ciel et la Terre

La lumière et les ombres.

Mouvement apparent du Soleil

Au cycle 3

Le ciel et la Terre

Le mouvement apparent du Soleil.

La durée du jour et son évolution au cours des saisons.

Rotation de la Terre sur elle-même

Au cycle 3

Le ciel et la Terre

La rotation de la Terre sur elle-même et ses conséquences.

Mesure des durées, unités...

Programme officiel paru au B.O. hors série n° 1 du 14 février 2002
consultable sur le site B.O. :

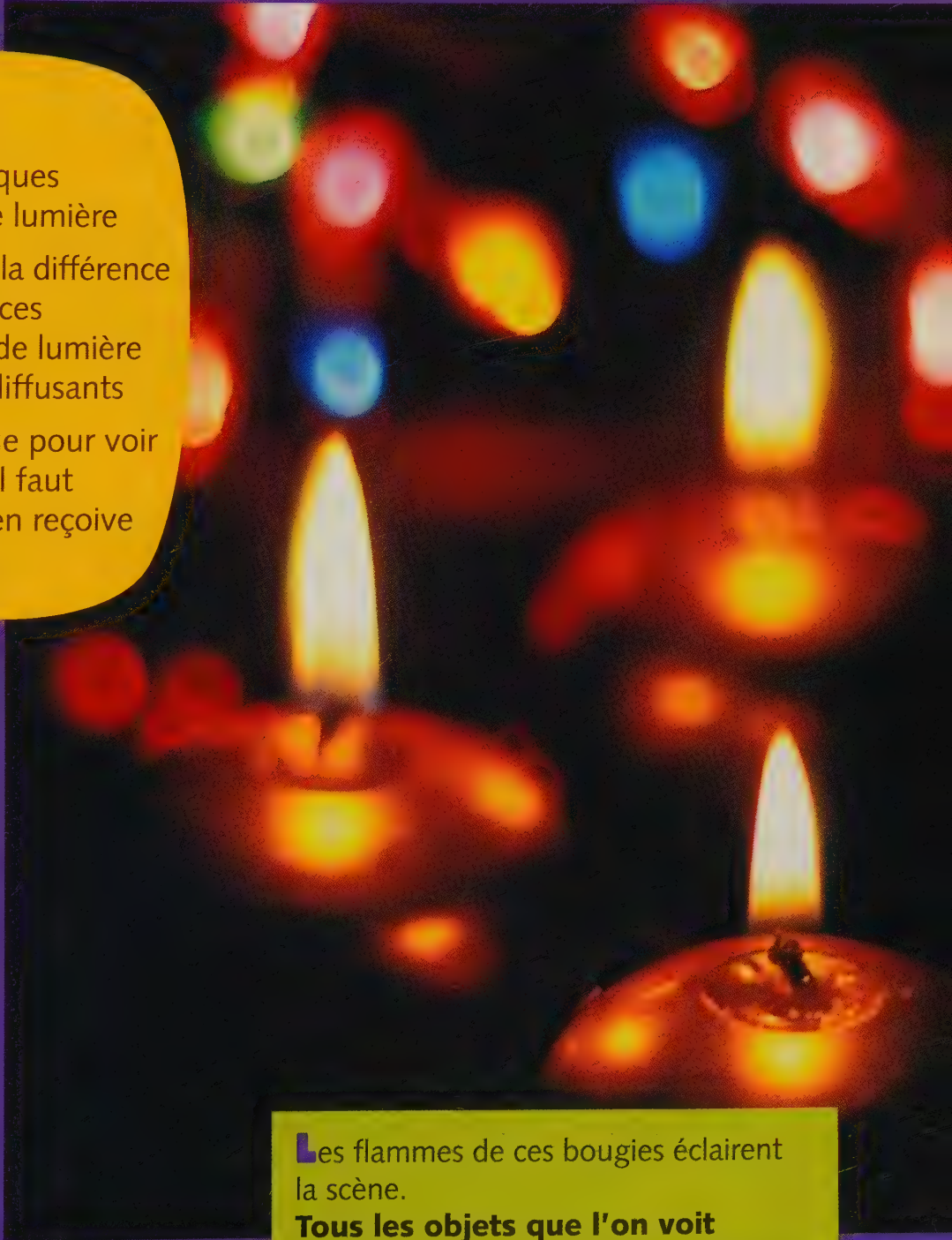
<http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/>

Chapitre / 12

Voir ou ne pas voir ?

Objectifs

- Citer quelques sources de lumière
- Connaître la différence entre sources primaires de lumière et objets diffusants
- Retenir que pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive la lumière

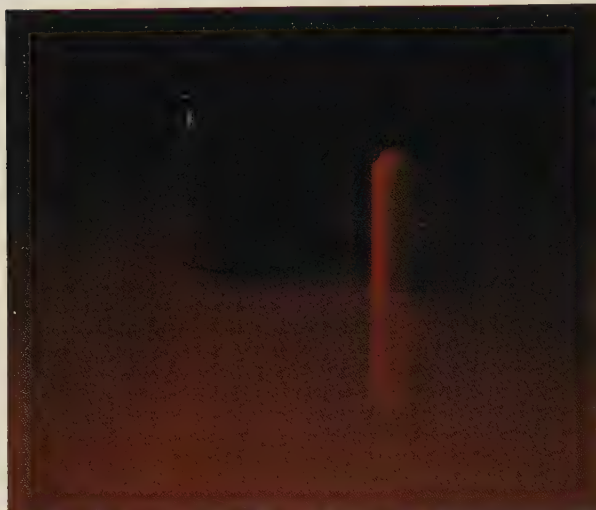


Les flammes de ces bougies éclairent la scène.

Tous les objets que l'on voit sont-ils comme les flammes ?

1 Où sont les sources de lumière ?

■ Des documents à étudier



1 Un objet et une bougie : la bougie est éteinte.



2 Lorsque l'on allume la bougie.



3 La même scène éclairée grâce à une petite lampe (que l'on ne voit pas sur la photo).

■ Une conclusion à construire

- a. Dans quels cas voit-on bien l'objet ?
- b. Comparer le corps de la bougie dans les documents 1 à 3.
- c. Indiquer les objets qui sont sources de lumière. Les classer en deux catégories.

Voyez vous-mêmes !

Approchez une feuille blanche de votre main et observez ce qui se passe.
Essayez de nouveau avec une feuille noire et comparez.



2 Jusqu'où va la lumière et dans quel sens ?

■ Des documents à étudier



Le soir, en lisant un livre...

■ Une conclusion à construire

Être ébloui par un flash, une lumière trop vive, etc. : les situations où on a « mal aux yeux » ne manquent pas. En s'aidant de cette observation, schématiser le trajet de la lumière qui permet au jeune garçon de lire.

3 Qu'est-ce qui « arrête » la lumière ?

■ Des documents à étudier



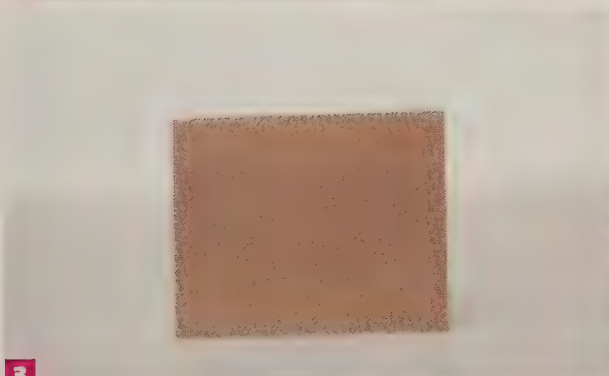
Léa regarde d'un côté du carton (1) puis Léo regarde de l'autre côté (3). Les enfants recommencent les observations en remplaçant le carton par du verre (2 et 4).



1



2



3



4

■ Une conclusion à construire

Comment doit être le milieu entre l'objet que l'on regarde et l'œil pour que l'œil voie l'objet ?

■ 1. Les sources de lumière

La lumière émise par la flamme d'une bougie permet d'éclairer d'autres objets. Cette lumière est renvoyée par les objets qu'elle éclaire : le corps de la bougie devient visible et éclaire à son tour d'autres objets.

La flamme de la bougie produit la lumière : c'est une **source primaire** de lumière. Ces sources peuvent être naturelles (le feu par exemple) ou artificielles (la lampe à incandescence par exemple).

Les objets éclairés renvoient une partie de la lumière reçue mais n'en créent pas : ce sont des **objets diffusants** (ou sources secondaires de lumière).

Les sources de lumière sont classées en deux catégories :

- **sources primaires** qui créent leur propre lumière ;
- **objets diffusants** qui renvoient une partie de la lumière qui leur parvient (d'une source primaire ou non).

Un objet blanc diffuse plus de lumière qu'un objet sombre. Tous les objets éclairés diffusent de la lumière dans toutes les directions et peuvent à leur tour éclairer d'autres objets.

● exercices 14, 16



Certains êtres vivants, comme les lucioles, peuvent produire de la lumière : ce sont des sources primaires de lumière !



Le Soleil, comme toutes les étoiles, produit la lumière qu'il émet.

■ 2. Comment voit-on un objet ?

Pour voir un objet, il faut réunir deux conditions :

- l'objet doit être une **source de lumière** (source primaire ou objet diffusant) ;
- la lumière issue de l'objet doit pénétrer dans l'œil.

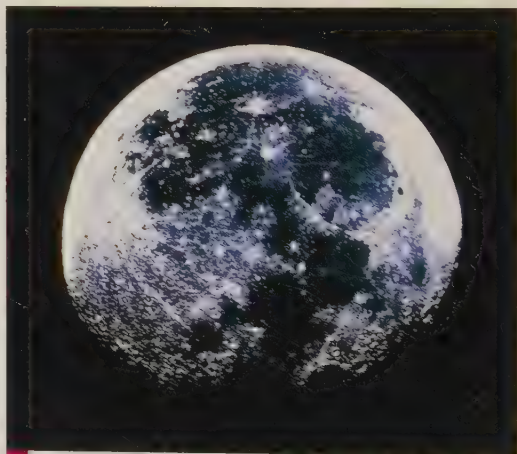
Pour parvenir jusqu'à l'œil, la lumière ne doit que traverser des milieux **transparents** qui la laissent passer (vide, air sec, eau calme, verre, etc.). Si la lumière rencontre un milieu **opaque** (brique, bois, métal, etc.), elle ne peut pas le traverser.

Voir un objet, c'est recevoir dans l'œil de la lumière issue de cet objet.

La lumière traverse les milieux **transparents**, mais pas les milieux **opaques**.

Tous les objets que l'on voit sont des sources de lumière (primaires ou objets diffusants).

● exercices 9, 18



La Lune n'est pas une étoile : on la voit car elle renvoie la lumière qu'elle reçoit du Soleil.

Les mots de la vie courante

Allumer la lumière
c'est faire fonctionner
une source
de lumière primaire.

Voir un objet

La lampe torche :
une **source de lumière**
primaire,
car elle produit
la lumière qu'elle émet.



L'œil :
un **récepteur**
de lumière.

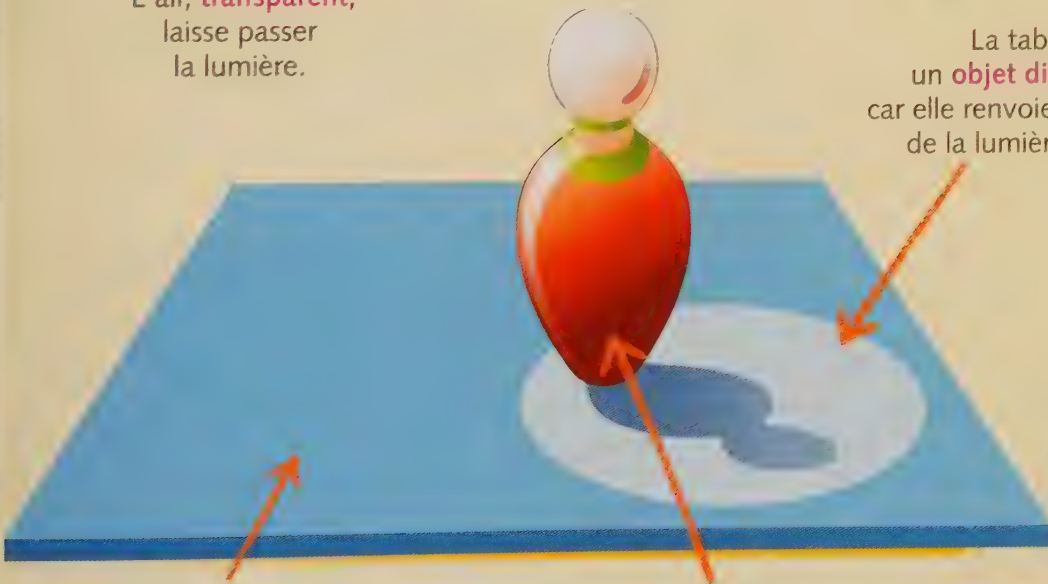


L'air, **transparent**,
laisse passer
la lumière.

La table :
un **objet diffusant**,
car elle renvoie une partie
de la lumière reçue.

La table, **opaque**,
arrête la lumière.

La petite figurine :
un **objet diffusant**,
car elle renvoie une partie
de la lumière reçue.



Comment l'œil voit-il ? C'est le savant arabe Ibn al-Haytham qui, le premier, a compris et expliqué le phénomène de la vision.

1 Le fondateur de l'optique moderne : Ibn al-Haytham (965-1039)

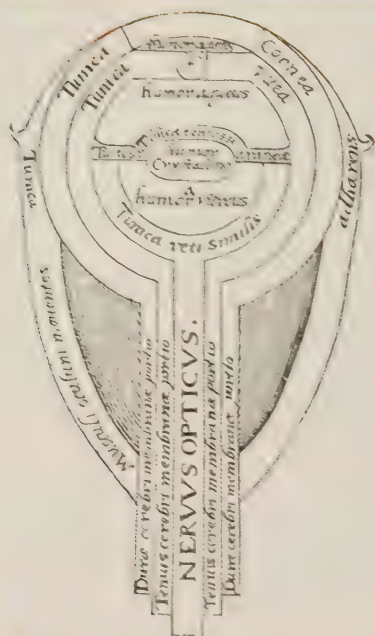


Schéma de l'œil tiré de la version latine de *Kitab al-Manazir*.

Abu'l-Hasan ibn al-Hasan ibn al-Haytham est un savant, mathématicien et philosophe arabe du ^xe siècle. Connu en Occident sous le nom de Alhazen, il est l'auteur de près d'une centaine d'ouvrages sur les mathématiques, la géométrie, l'astronomie et l'optique. Son œuvre maîtresse est d'ailleurs *Al Kitab al-Manazir*, un traité d'optique en 7 volumes qui révolutionne cette discipline.

Il y décrit la lumière, sa composition, la structure de l'œil et donne la première explication correcte de la perception visuelle.

Enfin, il formule pour la première fois les lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière. Ibn al-Haytham a également proposé une explication scientifique à des phénomènes physiques tels que l'arc-en-ciel, l'ombre et les éclipses.

ZOOM SUR...

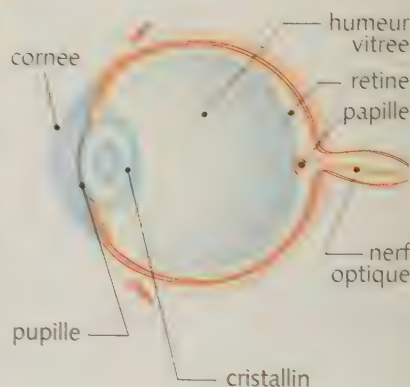
Plus d'un aveugle sur deux souffre en fait de **cataracte** : au lieu d'être transparent, le cristallin est opaque, ce qui empêche la lumière de traverser l'œil et d'atteindre la rétine.

2 Comment l'œil voit

Si nous arrivons à voir un objet, c'est avant tout parce qu'il reflète de la lumière, et que cette lumière entre dans notre œil. La lumière que nous renvoie cet objet traverse successivement la **cornée**, la **pupille**, le **cristallin** avant d'être enfin captée par la **rétine**. Celle-ci est tapissée de deux types de cellules : les **cônes** et les **bâtonnets**. Les premiers nous permettent de distinguer les couleurs, tandis que les seconds nous servent à évaluer leur degré de luminosité. L'image qui arrive sur la rétine est donc entièrement décodée : forme, couleurs, intensité lumineuse...

Mais cette image est inversée ! C'est là qu'intervient le cerveau : c'est lui qui redresse l'image « captée » par notre œil et que le **nerf optique** lui a transmise.

Mais pourquoi deux yeux ? Pour voir en relief ! En effet, chaque œil regarde dans une direction et la superposition des deux images obtenues restitue le relief : c'est ce qu'on appelle la **vision binoculaire**.



1 Les débuts de l'optique moderne

Qui est Ibn al-Haytham ? Quel est son apport à l'optique moderne ?

2 Fonctionnement de l'œil

Expliquer comment se forme l'image d'un objet dans notre œil.

Le Soleil, ami-ennemi

La lumière du Soleil est nécessaire à la vie sur Terre, et ce n'est que récemment qu'on en a découvert les méfaits. Aujourd'hui l'heure est à l'information et à la prévention.

Les conseils de l'été

☀ Exposez-vous progressivement pour éviter les coups de soleil.

☀ Évitez de vous exposer entre 12 et 16 heures (en France) : c'est le moment où les UVB sont les plus nocifs.

☀ Choisissez des produits solaires haute protection adaptés à votre type de peau. Renouvelez leur application régulièrement !

☀ Les crèmes solaires ne sont pas destinées à augmenter le nombre d'heures d'exposition.

☀ Protégez vos yeux : lunettes de soleil et chapeau sont de rigueur !

☀ Si vous devez rester de longues heures au soleil, privilégiez une protection vestimentaire.

☀ Méfiez-vous de la diffusion de la lumière du Soleil par le sol, et de la fausse protection apportée par les nuages.

☀ Faites attention aux médicaments et aux parfums : certains rendent la peau plus sensible à la lumière du soleil.



Ses plus...

Les effets directs du Soleil sur l'Homme sont nombreux. Tout d'abord, la lumière du Soleil est un régénérateur cellulaire naturel : elle stimule le processus de renouvellement des cellules usées. Elle est aussi nécessaire à l'assimilation de la vitamine D par notre organisme. Or, cette vitamine joue un rôle essentiel dans la minéralisation des os. Enfin, la lumière du Soleil est bonne pour le moral.

ZOOM SUR...

Nous avons aujourd'hui beaucoup d'informations sur le Soleil. Évidemment, aucune mesure n'a été effectuée de façon directe ! Les chiffres obtenus l'ont été grâce au calcul ou par déduction.

Température au cœur : 16 millions de degrés Celsius.

Température en surface : 6 000 °C.

Rayon : 696 000 kilomètres.

Distance Terre-Soleil : 150 millions de kilomètres en moyenne.

Temps que met la lumière à nous parvenir : 8 minutes.

Âge : 4,6 milliards d'années.

Espérance de vie : 4,6 milliards d'années.

Toutes ces valeurs sont approchées.

... et ses moins

Une exposition prolongée au Soleil peut provoquer une insolation. Celle-ci entraîne fièvre, étourdissements, nausées et peut s'accompagner d'une sévère déshydratation.

Beaucoup plus grave, le cancer de la peau. Directement imputable aux UVA* et surtout aux UVB*, il en existe deux types : le **carcinome** et le **mélanome**. Le premier est le plus fréquent mais le mieux traité, le second, plus rare mais plus mortel, sévit de plus en plus : il tue près de 1 000 personnes chaque année en France. Le risque est démultiplié pour les sujets ayant la peau claire ; la durée d'exposition joue également un rôle.

N'oublions pas les yeux ! Les rayons du Soleil peuvent causer des infections de la rétine, des inflammations ou même la cataracte.

Pour conclure, deux impératifs : **prévention et modération** !

*UV pour ultraviolet.

Ces questions concernent toute la page.

1 Soleil et vie quotidienne

Quels peuvent être les méfaits du Soleil ?
A-t-il aussi des vertus ?

2 Le soleil en chiffres

Quelle durée met la lumière à nous parvenir du Soleil ?

http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/planete/soleil/index_soleil.php
http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2001/mag0601/soleil/soleil_niv2.htm

Exercices

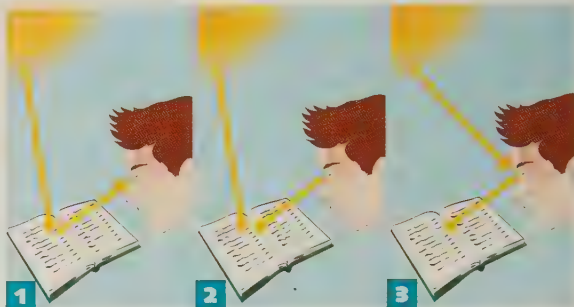
Vérifier ses connaissances

- 1 Donner la définition de source primaire de lumière.
- 2 Donner la définition d'un objet diffusant.
- 3 Parmi les objets suivants, lesquels sont des sources primaires de lumière et lesquels peuvent être des objets diffusants ?
bougie éteinte, lampe allumée, arbre, mur d'une maison.
- 4 Reconstituer des phrases scientifiquement correctes.
 - a. Un corps éclairé *produit / diffuse* la lumière qu'il *émet / reçoit*.
 - b. La lumière traverse les milieux *opaques / transparents*.
- 5 Citer :
 - a. deux corps opaques ;
 - b. deux corps transparents.

- 6 À quelles conditions un objet est-il visible ?

- 7 Paul lit un livre dans son jardin un jour de beau temps.

L'un de ces trois schémas représente le trajet de la lumière qui permet au jeune garçon de lire. Lequel ?



- 8 Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

- a. Pour voir, l'œil envoie de la lumière à l'objet.
- b. Dans le noir complet, on ne peut rien voir.

Appliquer ses connaissances

9 Visible ?

Dans une pièce totalement obscure, peut-on :

- a. lire un livre ;
 - b. voir le bout incandescent d'un bâton d'encens ?
- Justifier la réponse dans chaque cas.

10 Quels beaux yeux !

1. Chloé est en train de lire son roman préféré. Son œil est-il émetteur ou récepteur de lumière ? Justifier.
2. Aziz admire les beaux yeux bleus de Valentine. Pour Aziz, les yeux de Valentine sont-ils émetteurs ou récepteurs de lumière ? Justifier.

11 Qui a raison ?

Sofia affirme qu'un objet blanc se voit mieux dans le noir qu'un objet noir. Kevin lui répond que cela ne change rien. Qui a raison ? Justifier.

12 Séance photo

Pour réaliser un portrait, le photographe éclaire son modèle, mais pour ne pas l'éblouir, il dirige la lampe vers un parapluie blanc. Le photographe dispose les éléments de la manière suivante :



1. Quelle est la source primaire de lumière ?
2. Quelle est l'utilité du parapluie ?

13 Sécurité routière

Les bords des routes sont très souvent marqués de blanc.



- Pour quelle raison fait-on ce marquage ?
- Aurait-on pu choisir une autre couleur ?

14 Une belle journée

Sofiane lit un livre sur la terrasse par une belle journée ensoleillée. Il est alors obligé de porter ses lunettes de soleil pour pouvoir lire sans être ébloui.



- Où se trouve le Soleil par rapport à Sofiane ?
- Sofiane est-il uniquement ébloui par le Soleil ?

15 Le skieur

Un skieur est obligé de mettre des lunettes de soleil pour protéger ses yeux.

Est-il seulement ébloui par le Soleil ? Quel rôle peut jouer la neige ? Expliquer ainsi la nécessité de porter des lunettes de protection.

16 Vrai ou faux ?

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier la réponse dans chaque cas.

- Une bougie est une source primaire de lumière.
- Un écran de cinéma est une source de lumière.

c. Un objet noir n'est pas un objet diffusant.

d. Une lampe à incandescence qui n'est pas éteinte n'est pas une source primaire de lumière.

17 Nocturne ou diurne ?

L'alternance jour/nuit influence énormément le rythme des êtres vivants. Les animaux diurnes, actifs le jour, se repèrent grâce au Soleil, qui comme toutes les étoiles, crée sa propre lumière. Chez les animaux nocturnes, actifs la nuit, la pupille est ronde et large, très dilatable, ce qui permet à l'œil de capter le plus de lumière possible.

1. a. Quelle source de lumière aide l'animal représenté ci-dessous à chasser ?

b. S'agit-il d'une source primaire ou d'un objet diffusant ?



2. a. Quelles sources de lumière aident l'animal représenté ci-dessous à chasser la nuit ?

b. S'agit-il de sources primaires ? Justifier.



18 Accident

La porte vitrée du magasin vient d'être nettoyée. En voulant entrer, Sylvain s'est heurté à cette porte !

1. Pourquoi Sylvain n'a-t-il pas vu la porte ? Justifier en utilisant la conjonction « car ».

2. Proposer au propriétaire une solution pour éviter d'autres accidents.

Exercices

19 En classe...

1. Pourquoi les murs de la salle de classe sont-ils blancs ou de couleur claire ?
2. Que se passerait-il dans une classe avec des murs noirs ou de couleur sombre ?

20 Et au cinéma

1. Au cinéma, les murs de la salle sont sombres et l'écran est toujours blanc.
Pourquoi ?
2. Au-dessus des issues, des panneaux lumineux dirigent les spectateurs vers les sorties. Ces indications doivent toujours rester visibles, même en cas de coupure de courant.
 - a. Ces indications sont-elles des sources primaires de lumière ou des objets diffusants ?
 - b. Ces indications sont-elles installées sur le même circuit électrique que l'éclairage de la salle ? Justifier.

21 Citation

Paul Claudel dit, dans son *Journal* : « deux manières de briller : rejeter la lumière ou la produire ».

À quel point du cours cette citation peut-elle se rapporter ?

22 Corps célestes

Certaines étoiles produisent et émettent de la lumière d'une manière stable ; d'autres sont beaucoup plus instables et ont un éclat variable. L'étoile la plus connue, le Soleil, est une étoile stable. C'est aussi le centre d'un système dans lequel gravitent différents corps comme les planètes, les astéroïdes, les satellites comme la Lune. Tous ces corps ne produisent pas de lumière mais sont visibles grâce à la lumière du Soleil.

1. Les mots soulignés correspondent-ils à des sources primaires de lumière ou à des objets diffusants ? Justifier.
2. Que dire de la Terre et de la Lune ?

Et les comètes ?

Pour ces corps qui voyagent dans le système solaire, c'est très compliqué ! Très éloignées du Soleil la plupart du temps, les comètes ne sont pas visibles, mais lorsqu'elles se rapprochent de notre étoile, une enveloppe diffuse de gaz apparaît, très lumineuse grâce à la fluorescence de ces gaz ainsi qu'à la diffusion de la lumière solaire par les poussières qui la composent.

Pour aller plus loin



23 Étoile et planète

1. Quelle est la différence entre une planète et une étoile ?
2. Sur une photo prise depuis la Terre, comme celle ci-contre, est-il évident de faire la différence entre planète et étoile ? Pourriez-vous expliquer d'où vient la difficulté ?

24 Système solaire

1. Dans le système solaire, combien y a-t-il d'étoiles ? Que dire des planètes ?
2. Quelle est ou quelles sont les sources primaires de lumière ? et les objets diffusants ?
3. Classer les planètes du système solaire de la plus proche du Soleil à la plus éloignée.

Chapitre / 13

Propagation rectiligne de la lumière

Objectifs

- Savoir que la lumière se propage en ligne droite dans un milieu transparent et homogène
- Savoir « visualiser » et représenter un faisceau de lumière



Un faisceau de lumière pénètre dans une grotte.
Pourquoi le voyons-nous ?

1 Comment la lumière se propage-t-elle ?



Pour que l'œil puisse voir un objet, il faut que l'objet émette de la lumière et que cette lumière parvienne jusqu'à l'œil de l'observateur. La lumière traverse les milieux transparents. Comment s'y propage-t-elle ?

■ Des expériences à réaliser

Disposer des plaques opaques percées d'un trou entre une source de lumière et un écran.

■ Des résultats à observer



1 Les trous des plaques sont alignés.



2 Les plaques sont disposées de manière aléatoire.



3 L'aiguille matérialise une ligne droite.

VOCABULAIRE

Se propager : se déplacer en s'éloignant de sa source.

Matérialiser : représenter une idée sous forme concrète.

Homogène : signifie que le milieu a les mêmes propriétés en tout point. En général, l'air est un milieu optiquement homogène.

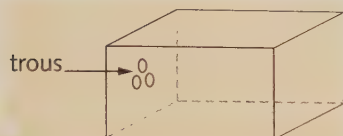
■ Une conclusion à construire

- Comparer les montages 1 et 2.
- Comment doivent être disposés la source de lumière et les trous des plaques pour que l'on obtienne une tache lumineuse sur l'écran ?
- En s'aidant du document 3, en déduire la façon dont la lumière se propage dans un milieu transparent et homogène.
- Comment schématiseriez-vous alors le trajet de la lumière ?

■ Des expériences à réaliser

Utiliser une boîte opaque dont une face aura été au préalable percée de trois trous et que l'on ferme par une vitre. Diriger une source de lumière vers l'intérieur de la boîte en la plaçant du côté de la face percée de trous.

Conserver le dispositif et faire brûler de l'encens à l'intérieur de la boîte.

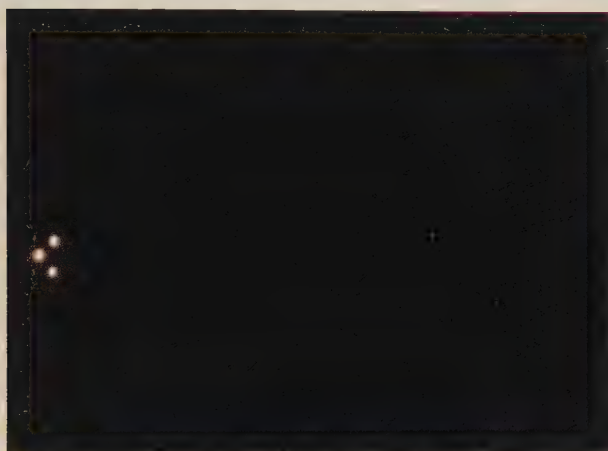


Vue du côté gauche à l'intérieur de la boîte.

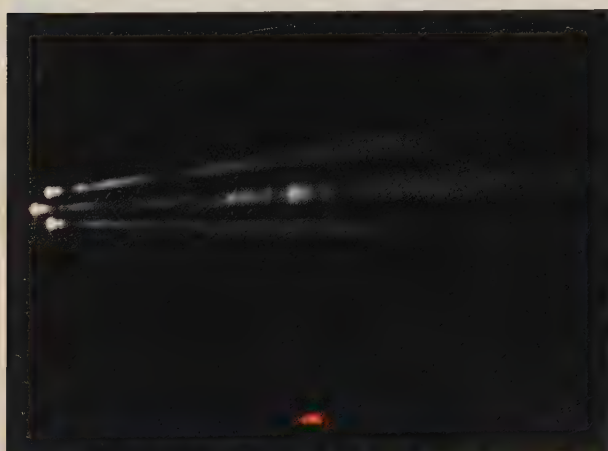
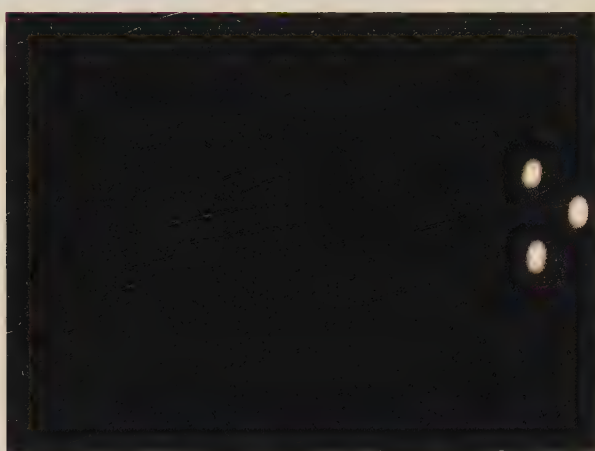


Vue du côté droit à l'intérieur de la boîte.

■ Des résultats à observer



1 En absence de fumée (pas de poussières).



2 Avec de la fumée d'encens.



■ Une conclusion à construire

- En l'absence des poussières de la fumée, la lumière est-elle visible dans l'expérience 1 ?
- Quel est le rôle de la poussière dans l'expérience 2 ?
- En observant les photos de l'expérience 2, que peut-on dire des bords d'un cône de lumière (ou faisceau de lumière) ?
- Schématiser un faisceau de lumière.

■ 1. La propagation de la lumière

Pour voir une source de lumière à travers plusieurs bouts de carton percés, il faut que les trous de ces cartons soient alignés avec la source de lumière et l'œil de l'observateur. Cette observation montre que la lumière se propage en **ligne droite** dans l'air : on dit que la propagation de la lumière est **rectiligne**.

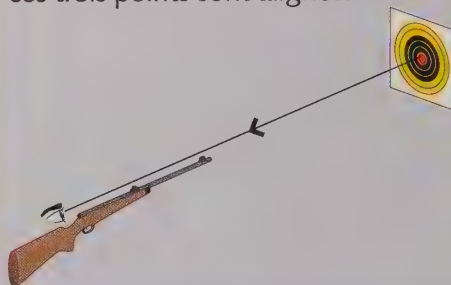
La lumière se propage à partir de sa source de façon rectiligne dans un milieu transparent et homogène.

On représente le chemin suivi par la lumière à partir de sa source par une droite sur laquelle une flèche indique le sens de propagation : c'est le **modèle du rayon de lumière** (voir schéma-bilan).

► exercices 6, 8

Une application : la visée

En mathématiques, vous avez appris que « par deux points, ne passe qu'une seule droite ». Comme la lumière se propage en ligne droite, cela nous donne un critère pour vérifier un alignement : **viser**. Ainsi, de nombreux instruments (carabine, sextant, etc.) sont équipés d'un viseur muni de deux trous : lorsque le centre de la cible et ces deux trous nous paraissent confondus, cela veut dire que ces trois points sont alignés.



■ 2. Faisceau de lumière

Un faisceau de lumière est un ensemble de rayons de lumière : on le représente par les rayons qui le limitent.

Lorsqu'une source de lumière éclaire un écran, on ne voit pas le faisceau de lumière entre la source et la tache lumineuse. On ne voit que les éléments qui émettent de la lumière vers notre œil : la source primaire de lumière et la partie de l'écran éclairée qui diffuse la lumière.

La lumière ne se voit pas, elle permet de voir les objets.

On peut cependant « voir » la lumière lorsque l'on répand des poussières dans l'air : le milieu devient alors diffusant. En fait, ce n'est pas la lumière que l'on voit, mais les fines particules qui renvoient la lumière vers notre œil.

Un faisceau de lumière n'est pas visible : ce sont des poussières, éclairées par la lumière du faisceau, que nous voyons.

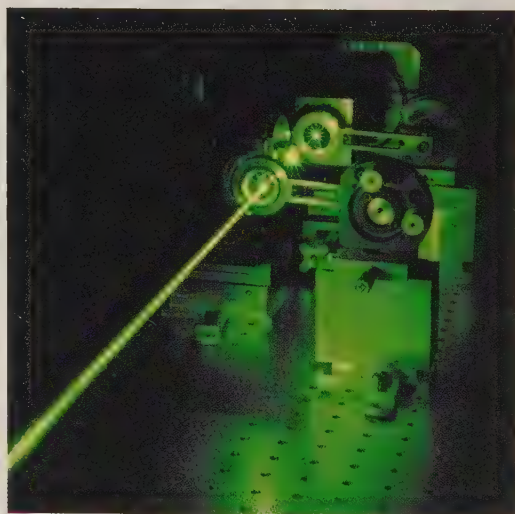
► exercices 9, 11

VOCABULAIRE

Se propager : se déplacer en s'éloignant de sa source.

Homogène : signifie que le milieu a les mêmes propriétés en tout point. En général, l'air est un milieu optiquement homogène.

Modèle : représentation concrète d'un phénomène.

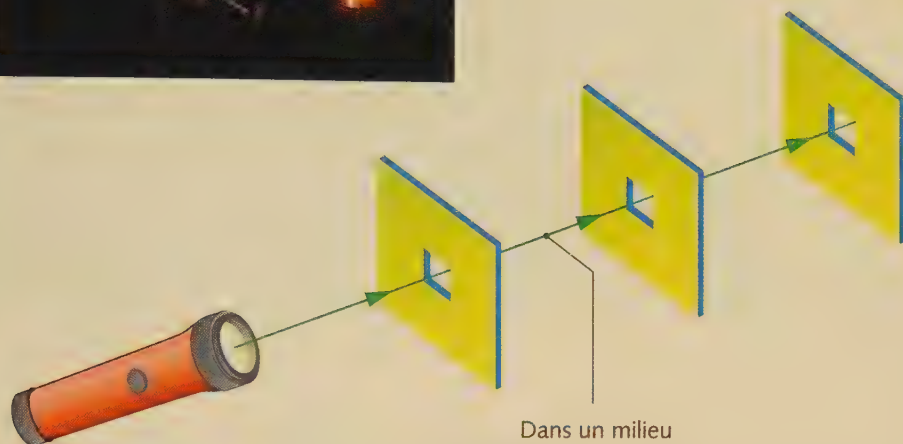


Un laser est une source primaire de lumière qui peut émettre un faisceau très fin : on le visualise grâce à un milieu diffusant.

Propagation rectiligne



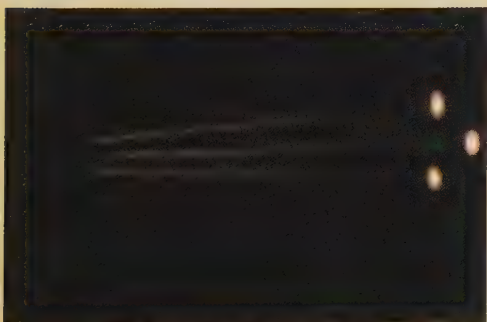
Le modèle du rayon de lumière :
On représente par une droite et une flèche le trajet de la lumière.



Un observateur qui **aligne** son œil avec les trous et la source de lumière voit la source.

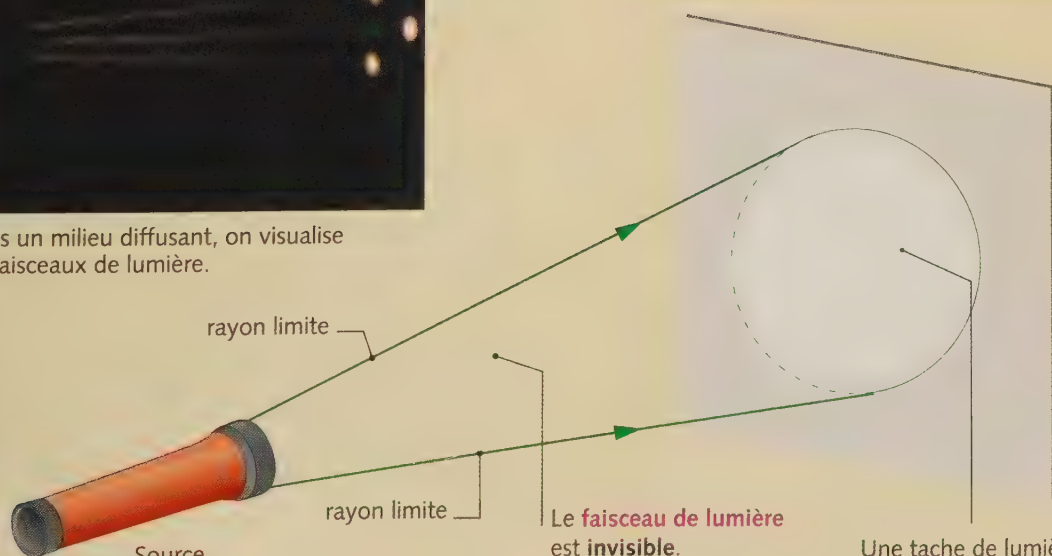
Dans un milieu **transparent et homogène**, la lumière se propage en **ligne droite**.

Faisceau de lumière



Dans un milieu diffusant, on visualise les faisceaux de lumière.

Le modèle du rayon de lumière :
On représente le faisceau de lumière par ses rayons limites.



Source de lumière primaire.

Le **faisceau de lumière** est **invisible**.

Une tache de lumière : elle apparaît lorsqu'un écran diffusant est placé en travers du faisceau de lumière.

Des usages du laser

*Un laser émet un faisceau de lumière très intense et très fin.
C'est aujourd'hui un indispensable de notre vie quotidienne : lire des CD, déchiffrer un code barre, etc. Nous vous proposons dans cette page d'en découvrir deux utilisations insoupçonnées.*

1 Nettoyer et restaurer la pierre

La technique de nettoyage et de restauration de la pierre par le laser n'existe que depuis une quinzaine d'années, mais elle connaît depuis un franc succès. En France, le premier grand chantier de restauration par le laser date de 1992 et concerne la cathédrale d'Amiens.

Le laser émet une lumière si puissante qu'elle fait fondre les salissures (poussières, cendres, etc.). Le travail est très précis : on peut cibler précisément les salissures sans atteindre à la pierre, qui ne subit pas d'échauffement notable.

Par ailleurs, sous l'action du laser, le support vibre et se « dilate » très légèrement, expulsant ainsi les micro-impuretés incrustées dans le matériau. Celui-ci retrouve sa forme originelle quelques instants plus tard.



Cette sculpture du ^{xv}^e siècle, exposée au Louvre, retrouve une seconde jeunesse grâce au nettoyage par laser.

ZOOM SUR...

Le mot **laser** est l'acronyme anglais de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

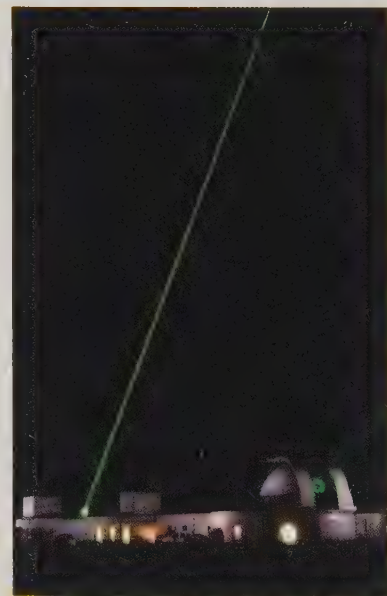
2 Mesurer la distance qui sépare la Terre de la Lune

La mesure de la distance entre la Terre et la Lune ainsi que la mesure du rayon lunaire ont été réalisées dès l'Antiquité, grâce à l'observation des éclipses de Lune et de Soleil.

Aujourd'hui, la distance Terre-Lune se mesure au laser avec une précision de quelques millimètres ! Cette technique se nomme la

télémétrie laser. Son principe est très simple : on envoie, depuis la Terre, un faisceau laser qui sera réfléchi sur la Lune par des miroirs placés là par les astronautes ; puis, on récupère sur la Terre, la lumière réfléchie.

De la durée de ce trajet Terre-Lune-Terre, on peut déduire (connaissant la vitesse de la lumière) la distance parcourue. La distance Terre-Lune varie de 356 400 km quand la Lune est au plus près de la Terre, à 406 700 km quand elle en est au plus loin. En effet, cette distance n'est pas fixe car l'orbite décrite par la Lune autour de la Terre n'est pas tout à fait circulaire.



Laser télémétrique de l'Observatoire de la Côte d'Azur.

1 Entretien et restauration de la pierre

Comment le laser nettoie-t-il la pierre ?

2 Distance Terre-Lune

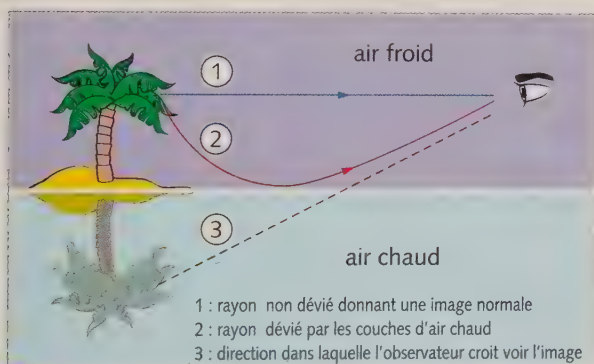
Citer deux méthodes de calcul de la distance Terre-Lune.

J'hallucine !

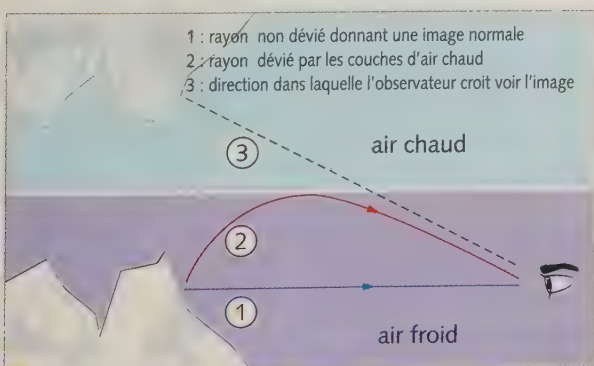
Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les mirages ne sont pas le fruit de notre imagination qui nous ferait miroiter une oasis dans le désert.



Par une chaude journée d'été, il arrive qu'on croie voir une flaque d'eau sur la route : c'est un mirage.



Le mirage inférieur, un mirage en région chaude.



Le mirage supérieur, un mirage en région froide.

Un mirage n'est pas une hallucination, mais le résultat d'un phénomène physique qui s'explique par les lois de l'optique.

En fait, quand la lumière pénètre dans une couche d'air plus chaud, ses rayons se courbent. Par conséquent, l'image qui nous est renvoyée « se déplace » : elle semble provenir de la direction dans laquelle les rayons ont été déviés.

C'est pourquoi on observe des mirages aussi bien dans un lieu très chaud que dans un lieu très froid.

Dans le premier cas, on parle de **mirage inférieur**, dans le second de **mirage supérieur**.

Si le sol est chaud, les rayons de lumière sont courbés vers le haut, et l'objet se double d'une image inversée laissant croire à un reflet sur un plan d'eau ; or, il ne s'agit en fait que de la réflexion du bleu du ciel.

Dans les zones très froides, il se produit l'inverse : la courbure des rayons est dirigée vers le bas, l'image se reflète vers le haut, si bien que l'objet semble flotter dans les airs.

ZOOM SUR...

Exceptionnellement, on peut voir se combiner un mirage inférieur et un mirage supérieur, donnant ainsi l'illusion de falaises ou de colonnes de cristal suspendues entre ciel et mer. Ce phénomène s'observe notamment dans le détroit de Messine, qui sépare la Sicile de la péninsule italienne. D'après la légende, il s'agissait d'une manifestation de la fée Morgane : les Italiens du Moyen Âge nommèrent cette curiosité la **Fata morgana**.

1 Mirage

À quoi est dû un mirage ?

2 Mirage inférieur ou mirage supérieur ?

Dans quel type de région rencontre-t-on respectivement les mirages inférieur et supérieur ?

<http://ophtasurf.free.fr/illusion.htm>
<http://tpemiragesg3.free.fr/fata.htm>

Exercices

Vérifier ses connaissances

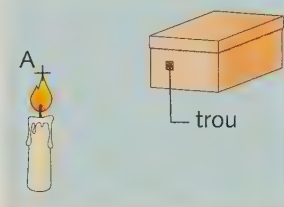
1 Recopier et compléter.

a. Dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en On dit alors que la propagation de la lumière est

b. Chaque droite représentant le chemin suivi par la lumière à partir de sa source s'appelle un Il est invisible et appartient à un ensemble appelé

2 Peut-on voir la lumière ?

3 Reproduire le dessin et représenter le rayon de lumière issu du point A de la flamme qui pénètre dans la boîte en carton.



4 Comment doit être le milieu traversé par la lumière pour que l'on puisse parler de propagation rectiligne ?

5 On place, dans un milieu homogène et transparent, une source de lumière *S*, un carton opaque percé d'un trou et un écran *E* comme sur le schéma ci-dessous.

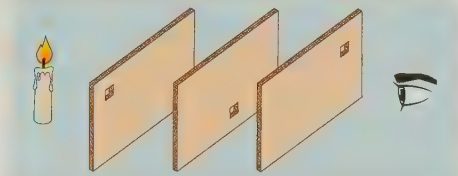


L'écran *E* sera-t-il éclairé ? Si oui, schématiser le rayon ou le faisceau de lumière partant de la source *S* et qui arrivera sur l'écran *E*.

Appliquer ses connaissances

6 Les cartons percés

a. Un élève dispose une source de lumière et des cartons percés comme sur le dessin suivant.



Pourra-t-il voir la flamme de la bougie ? Justifier.

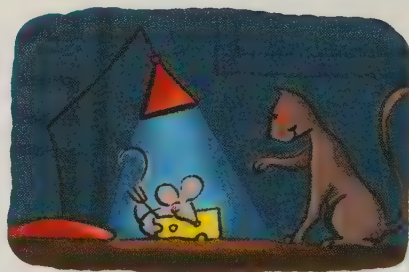
b. Que doit-il modifier dans le placement des cartons pour pouvoir la voir ?

Schématiser avec précision le résultat de cette modification et indiquer le trajet de la lumière.

7 Le jeu du chat et de la souris

Un chat malin a allumé une lampe et a placé par terre un morceau de fromage.

Une souris est tombée dans le piège et se retrouve dans le faisceau de lumière issu de la lampe.



a. Le chat voit-il la souris ? Justifier.

b. La souris voit-elle le chat ? Le chat a-t-il tendu un bon piège ? Justifier.

8 Un peu d'observation

Trouver le plus grand nombre possible de situations illustrant le fait que la lumière se propage en ligne droite :

a. à la maison ;

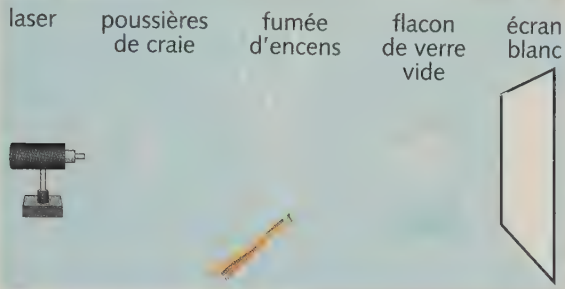
b. dans la salle de classe ;

c. à l'extérieur, lorsque le ciel est un peu nuageux.

9 Utilisation d'un laser

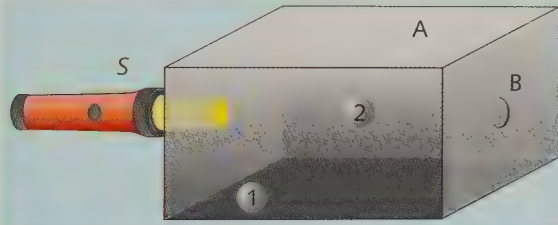
On fait fonctionner un laser dans un milieu transparent et homogène. Sur le trajet du faisceau de lumière issu du laser, on place différents « obstacles ».

Reproduire le schéma et indiquer en rouge le ou les endroits où l'on peut visualiser le faisceau de lumière issu du laser.



10 Une expérience

Une source S de lumière éclaire l'intérieur d'une boîte noire comme sur le schéma ci-dessous.



1. On considère que le faisceau de lumière reste « parallèle » dans la boîte.

Reproduire le schéma et représenter le faisceau de lumière issu de la source S qui pénètre dans la boîte.

Indication : Représenter le faisceau de lumière par ses rayons limites.

2. Si un élève regarde dans la boîte par le trou A, que voit-il ? Justifier la réponse.

3. Si l'élève place son œil au niveau du trou B, que voit-il ?

4. En regardant par le trou A, l'élève pourra-t-il voir un objet diffusant si l'objet est placé :

a. au point 1 ; b. au point 2 ?

Justifier les réponses à l'aide d'un schéma.

11 Les phares d'une voiture

Par une belle nuit, un automobiliste roule lentement sur une route de campagne. Les phares de sa voiture sont allumés. Un petit lapin traverse la route. La voiture s'arrête.

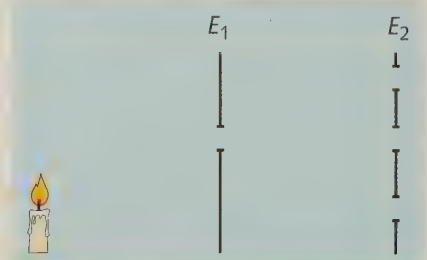
a. Schématiser le faisceau de lumière issu d'un phare de voiture.

b. Le lapin voit-il la source de lumière ou le faisceau de lumière issu du phare ?

c. Si le lapin est sur le bord de la route, peut-il voir le faisceau de lumière qui passe devant ses yeux ? Justifier.

12 La flamme de la bougie

On dispose une bougie et des écrans opaques E_1 et E_2 comme sur le schéma suivant.

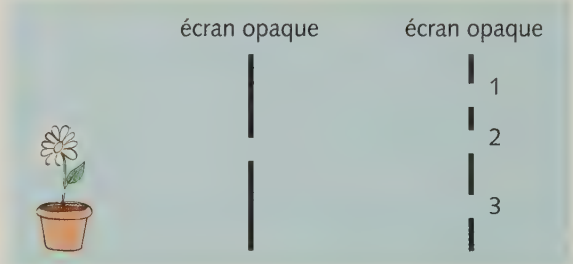


Recopier ce schéma et le compléter en indiquant où un observateur situé derrière l'écran E_2 doit placer son œil pour voir la flamme de la bougie.

13 Le pot de fleur

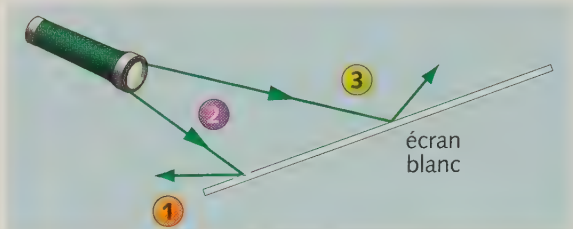
Quelle partie de la plante pourra voir un observateur qui placerait son œil en 1 ? et en 2 ? et en 3 ?

Répondre à l'aide d'un schéma.



14 Éclairage secondaire

Dans une pièce obscure, Mehdi dispose des billes et un écran diffusant de la manière suivante.



On a matérialisé le faisceau de lumière sur le schéma.

Quelles sont les billes éclairées ? Par quoi ?

Exercices

15 Le tableau de classe

Un élève assis au premier rang dans la classe s'amuse avec un carton percé. Il place ce carton devant son œil comme sur le dessin ci-dessous.



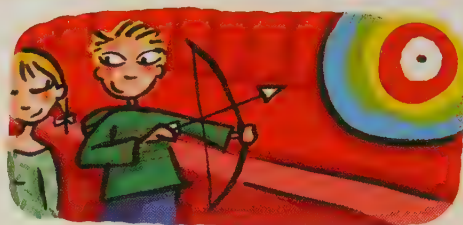
- a. Pourquoi l'élève peut-il voir le tableau ? D'où vient la lumière qui arrive dans l'œil de l'élève ?
- b. Schématiser le trajet de la lumière qui arrive dans l'œil de l'élève.

16 La fête foraine

À la fête foraine, Maxime s'arrête devant le stand de tir à l'arc. Il n'en a jamais fait mais veut essayer.

Comment Maxime doit-il positionner son œil afin de réussir son essai ? Pour répondre, s'aider d'un dessin.

Indication : On admet que la distance entre l'arc et la cible est suffisamment petite pour imaginer que la flèche ira en ligne droite jusqu'à la cible.



Pour aller plus loin

17 Pollution lumineuse

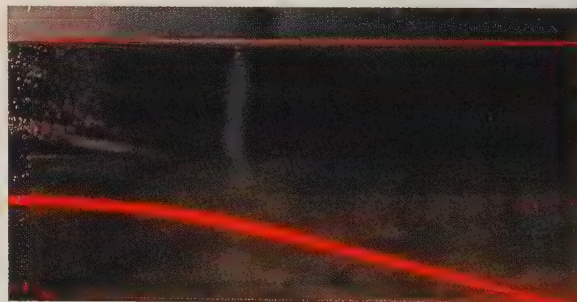
L'éclairage artificiel, la nuit, prive petit à petit l'homme du spectacle des étoiles. Ainsi, alors qu'à la campagne, on peut encore être émerveillé en regardant le ciel étoilé, ce n'est plus possible dans les villes fortement éclairées.



1. Comment expliquer que l'éclairage artificiel empêche de voir les étoiles ?
2. Rechercher d'autres conséquences d'un éclairage abusif la nuit. Pourquoi parle-t-on de « pollution lumineuse » ?

18 Rectiligne ou pas ?

Sur la photographie suivante, on visualise un faisceau de lumière issu d'une source laser. La lumière traverse une cuve qui contient une solution saturée en sucre dans le fond.



1. Le trajet de la lumière dans cette situation est-il rectiligne ?
2. Comment peut-on interpréter ce phénomène ?
3. a. Rechercher des exemples de milieux transparents et homogènes.
b. Dans quelles situations un milieu habituellement homogène ne l'est-il plus ?

Chapitre 14

Ombre et lumière

Objectifs

- Interpréter les ombres propre et portée à l'aide du modèle du rayon de lumière
- Prévoir ce que voit un observateur en fonction de la position des sources de lumière et d'objets opaques



L'ombre de ce cycliste se dessine nettement sur le sol.

Comment expliquer l'existence et la formation des ombres ?

Activités

1 Où est l'ombre ? Où est la lumière ?



■ QUESTIONS sur le document 1

- a. Quelle est la source de lumière primaire qui éclaire la scène ?
- b. Comment appelle-t-on les zones sombres sur le sol ?
À quoi correspondent-elles ?
- c. Comment sont placés les uns par rapport aux autres le Soleil, la jeune fille et la zone sombre qui lui correspond.
- d. Est-ce que l'ombre de la jeune fille évolue si elle ne bouge pas ?
La jeune fille est-elle le seul élément à l'origine de l'ombre ?



■ QUESTIONS sur le document 2

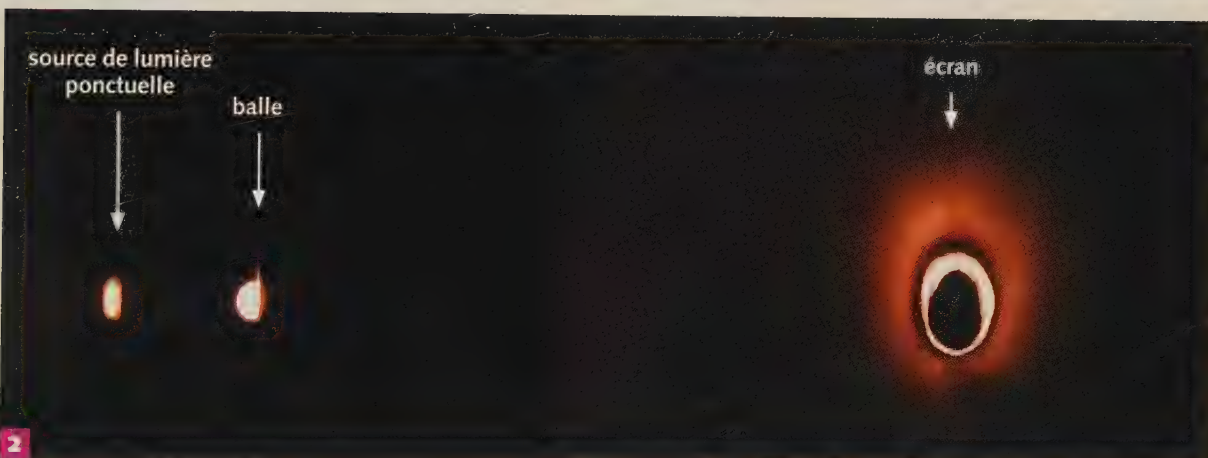
- a. Qu'observe-t-on sur le mur ?
- b. Combien de sources de lumière primaires éclairent la jeune fille ?

2 Quelles sont les propriétés de l'ombre d'un objet éclairé avec une source de lumière ponctuelle ?

■ Des expériences à réaliser

Interposer une balle entre une source de lumière peu étendue et un écran.
Dans un deuxième temps, approcher la balle de la source de lumière.

■ Des résultats à observer



■ Une conclusion à construire

- Observer, sur la photo 1, la balle et l'écran. Quelles sont les zones sombres qui se rapportent à la balle ? Combien y en a-t-il ?
- Comparer la taille des ombres sur l'écran sur les deux photos.
- Faire un schéma permettant d'expliquer la formation de l'ombre.
Penser à utiliser le modèle du faisceau de lumière.

Une **source de lumière ponctuelle** est une source de lumière peu étendue, ou petite par rapport aux autres éléments de la scène : le filament d'une lampe en est un exemple.

■ 1. L'ombre naît de la lumière

Lorsqu'un objet opaque est placé dans un faisceau de lumière, la lumière ne peut pas le traverser : une partie de l'espace ne reçoit pas la lumière de la source. Cette absence de lumière est à l'origine de l'**ombre**.

Lorsqu'un objet opaque est éclairé par plusieurs sources de lumière, chaque ombre correspond à une source de lumière.

L'ombre est une absence de lumière.

Une **ombre** ne peut apparaître que s'il y a une **source de lumière**.

► exercice 8

VOCABULAIRE

Source de lumière ponctuelle : source de lumière de petites dimensions par rapport aux autres éléments de la scène.

Les mots de la vie courante

On dit souvent qu'un objet « a » une ombre, mais on oublie de préciser que l'ombre n'apparaît qu'en présence de lumière.

■ 2. Propagation rectiligne de la lumière et ombre

Lorsque l'on éclaire un objet opaque par une source de lumière ponctuelle, on observe que la partie de l'objet à l'opposé de la source de lumière n'est pas éclairée. Il s'agit de l'**ombre propre** de l'objet.

Si on place un écran derrière l'objet, une tache sombre se dessine sur l'écran. Il s'agit de l'**ombre portée** de l'objet (car elle est portée par l'écran). La taille de l'ombre portée dépend de la distance entre la source de lumière et l'objet.

La partie de l'objet non éclairée est l'**ombre propre** de l'objet.

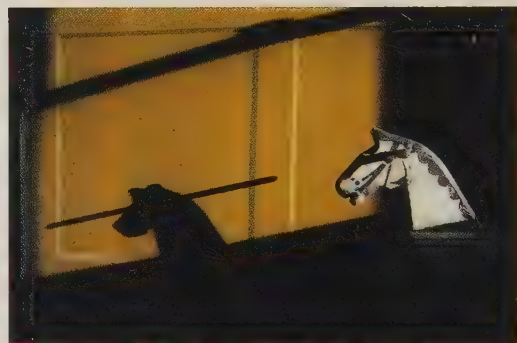
Si un écran est placé derrière l'objet, on visualise l'**ombre portée** de l'objet sur cet écran.

Les rayons de lumière issus de la source ne traversent pas l'objet opaque : une zone de l'espace dans laquelle la lumière de la source ne parvient pas est ainsi délimitée. On parle de **cône d'ombre**.

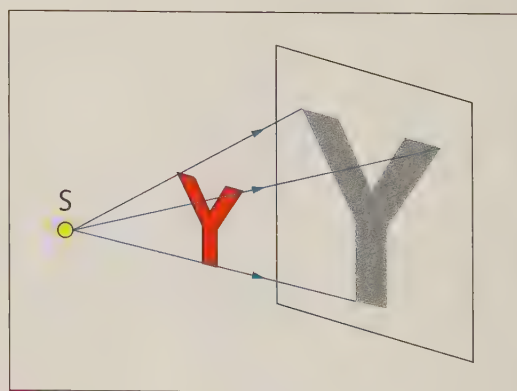
Un **observateur** placé dans le **cône d'ombre** ne peut pas voir la source ponctuelle de lumière : la lumière issue de la source n'atteint pas son œil.

On peut interpréter la formation de l'ombre grâce à la propagation rectiligne de la lumière (voir schéma ci-contre).

► exercices 6, 7

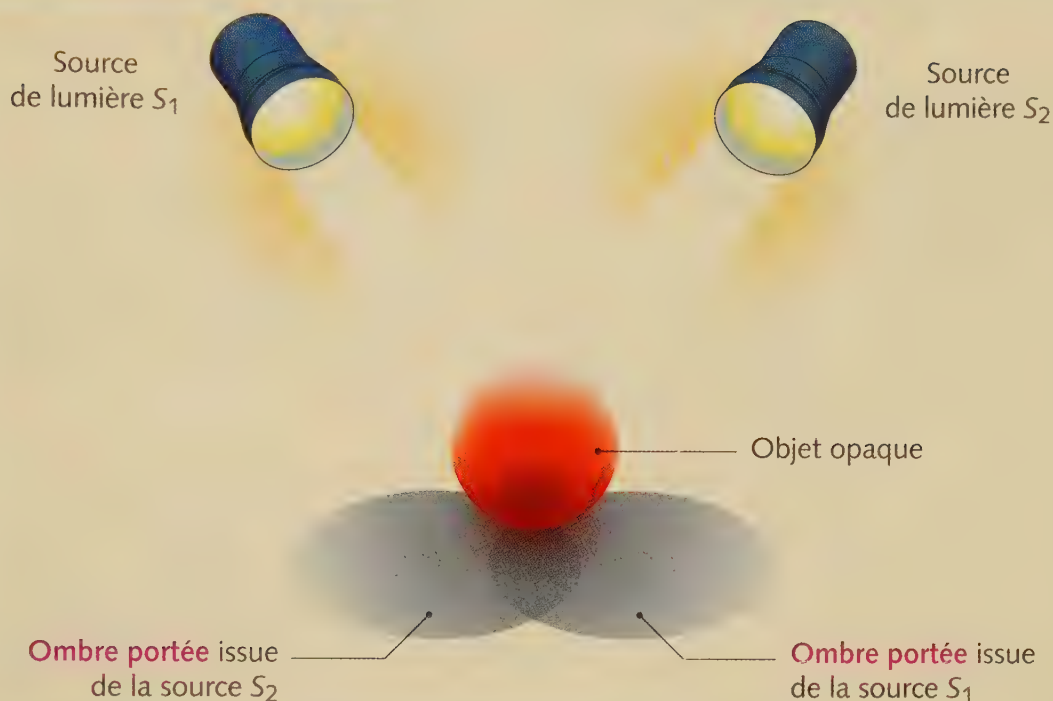


La taille et la forme de l'ombre portée dépendent de la façon dont sont disposés source de lumière, objet et écran (ici le mur).

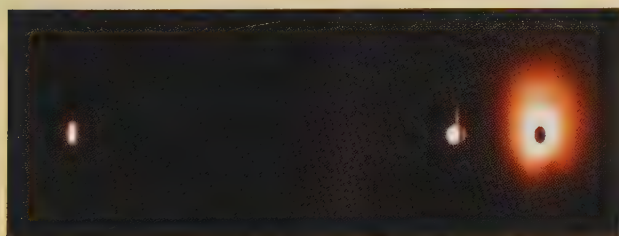


La source ponctuelle, un point de l'objet opaque et le point correspondant de l'ombre portée sont alignés.

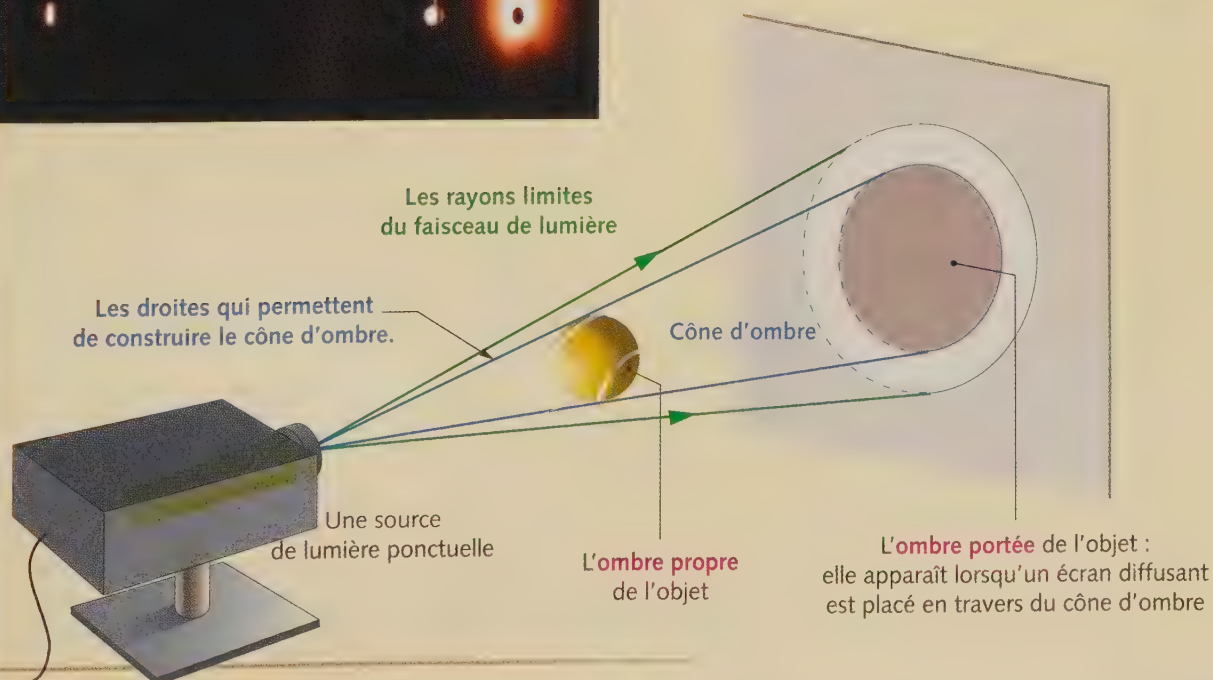
Une source, une ombre



Ombre portée et ombre propre



Le modèle du rayon de lumière permet de représenter et d'expliquer la formation des ombres.



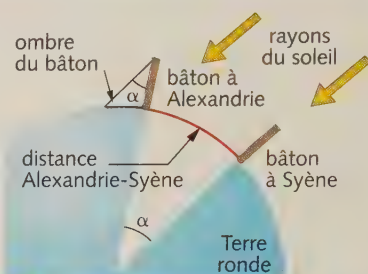
L'ombre, preuve que la Terre est ronde

Trois siècles avant J.-C., un savant grec nommé Ératosthène réussissait non seulement à prouver que la Terre était ronde, mais en plus à en calculer le rayon. Comment ? Simplement grâce à l'ombre d'un bâton !

1 L'ingénieur Ératosthène

Le savant grec Ératosthène (284-192 avant J.-C.) est le premier à apporter la preuve de la rotondité de la Terre, et à en estimer le rayon avec une précision étonnante. Directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie, en Égypte, il y découvre un document qui attire son attention : ce document rapporte qu'à Syène

(une ville située au sud d'Alexandrie), un bâton planté dans le sol le 21 juin à midi, ne projette pas d'ombre sur le sol. Il tente l'expérience, le même jour et à la même heure, mais dans sa ville. Surprise ! Le bâton projette une ombre ! Or, si la Terre était plate, tous les bâtons auraient la même ombre au même moment. Une seule explication : la Terre n'est pas plate, mais ronde ! Le reste n'est que calcul : en mesurant la longueur de l'ombre projetée à Alexandrie, on peut en déduire la valeur de l'angle α . Connaissant la distance qui sépare



les deux villes, on obtient la circonférence de la Terre (et donc son rayon) par proportionnalité.

ZOOM SUR...

Ératosthène parvient à un résultat de 40 000 km pour la circonférence terrestre. On l'estime aujourd'hui à 40 035 km !

2 À la découverte de la Terre

Marco Polo (1254-1324) est le premier occidental à se rendre en Extrême-Orient et à emprunter la route de la soie.

En 1492, Christophe Colomb part à la découverte des Indes, et décide pour cela de passer par l'Atlantique. Le 3 août, il part d'Espagne avec trois navires et accoste le 12 octobre dans une île des Bahamas, persuadé d'être en Inde ! Sans le savoir, il venait de découvrir le Nouveau Monde. C'est finalement Vasco de Gama qui, en 1498, sera le premier Européen à atteindre les Indes par la mer.

Le premier tour du monde revient à Fernand de Magellan. Convaincu de la rotondité de la Terre, il a pour ambition d'atteindre l'Asie en contournant l'Amérique. Il part le 20 septembre 1519 mais ne reviendra jamais. Seul un des 5 navires de son expédition reviendra en septembre 1522.



1 Le bâton d'Ératosthène
Comment Ératosthène a-t-il réussi à prouver que la Terre était ronde ?

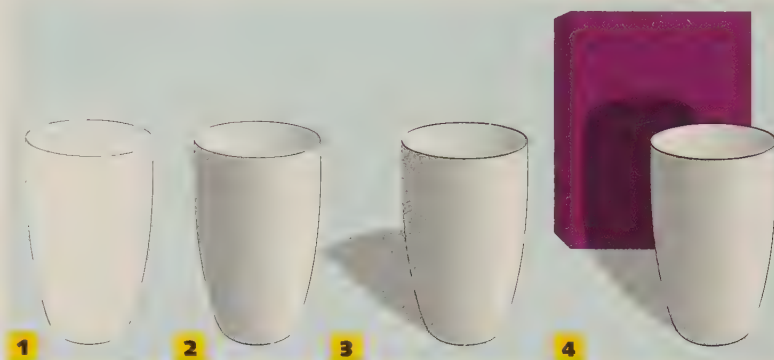
2 Les grands explorateurs
Quel est le premier explorateur à avoir parcouru tout le globe ? En combien de temps ?

L'ombre en peinture

les ombres sont essentielles en peinture. Nécessaires pour représenter reliefs et volumes, elles contribuent également à l'atmosphère que le peintre a voulu créer.

Tant d'un point de vue technique qu'esthétique,

D'un point de vue figuratif, il est essentiel pour un peintre de savoir maîtriser la représentation des ombres. En effet, sans les ombres, l'objet reste plat (1). Pour restituer le **relief** et de suggérer le **volume** des objets (2), pour éviter que l'objet ne semble flotter dans l'espace (3) et enfin pour donner de la **profondeur** au tableau (4), il faut créer de l'ombre.



ZOOM SUR...LA NAISSANCE DU CLAIR-OBSCUR

Le peintre italien Le Caravage (1571-1610) révolutionne la peinture par le réalisme cru et parfois brutal qu'il y introduit et par l'invention de la technique du **clair-obscur**. Dans la plupart de ses tableaux, le fond de la toile est très sombre tandis qu'une lumière puissante provenant d'un point placé au-dessus du

tableau enveloppe les personnages principaux de la scène. Le contraste ainsi créé confère une atmosphère dramatique et mystérieuse à l'œuvre. Il inspirera fortement de nombreux artistes, parmi lesquels Rembrandt et de La Tour.



« Saint Sébastien soigné par Sainte Irène », détail, Georges de la Tour, musée du Louvre.

Comment créer cette ombre ? Et, à l'inverse, comment faire jaillir la lumière ?

Pour créer de l'ombre, il faut **assombrir** la toile : l'artiste ajoute des coups de crayon, des touches de peinture... en somme, il ajoute de la matière. Quant à la lumière, elle sera signifiée par un éclaircissement de la couleur, un contraste marqué avec la partie sombre ou encore tout simplement en laissant blanche une partie de la toile.

L'ombre est importante aussi d'un point de vue esthétique. Les passages de l'ombre à la lumière ainsi que les contrastes participent à la profondeur et au mystère d'une toile, créant une ambiance plus ou moins dramatique nécessaire au message du tableau et de son auteur. Ne parle-t-on pas de « part d'ombre et de mystère » ?

ZOOM SUR...LES IMPRESSIONNISTES

Le mouvement **impressionniste** naît en France à la fin du XIX^e siècle. L'un de ses instigateurs principaux sera le Français Manet. Ce mouvement préconise une nouvelle forme de réalisme, basé sur la vision propre de l'artiste. Mais, au-delà du thème-même du tableau, c'est l'expression de la lumière qui prime.

Ainsi, les impressionnistes vont introduire de nouveaux procédés picturaux : l'utilisation de tons clairs, l'obtention de la forme et du volume par les touches et les couleurs au lieu du dessin-contour, l'utilisation de l'épaisseur... Ils délaissent le clair-obscur pour des couleurs plus claires, et les ombres elles-mêmes ne sont plus sombres mais colorées.

Ces questions concernent toute la page.

1 Ombre et lumière
Comment crée-t-on l'ombre en peinture ?

2 L'importance de l'ombre
D'un point de vue strictement technique, quelle est l'utilité de représenter une ombre propre ?

Exercices

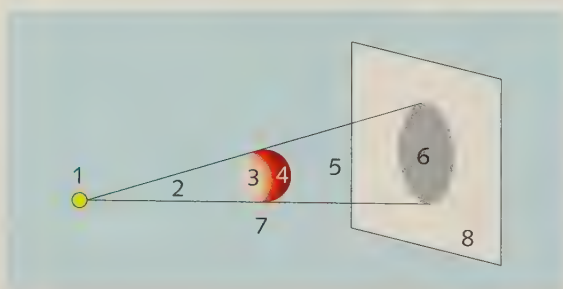
Vérifier ses connaissances

1 Recopier et compléter.

- La partie d'un objet opaque éclairé qui ne reçoit pas de lumière est appelée
- Si un objet opaque est placé entre une source de lumière ponctuelle et un écran, la partie de l'écran qui ne reçoit pas de lumière est son
- Quand un objet opaque est éclairé par une source de lumière, la zone de l'espace sans lumière est appelée

2 On a schématisé les ombres obtenues lorsque l'on éclaire une balle par une source de lumière ponctuelle.

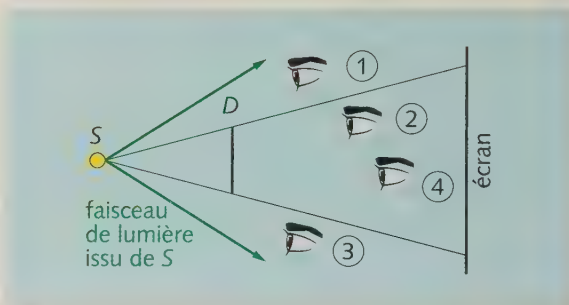
Associer à chaque numéro l'une des légendes suivantes : faisceau de lumière – écran – source de lumière – cône d'ombre – ombre portée – objet opaque – ombre propre – région éclairée de l'objet.



3 Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

- L'ombre projetée d'un objet opaque est son ombre portée.
- Un observateur placé dans le cône d'ombre peut voir la source de lumière.
- Une ombre nécessite une source de lumière.

4 Le schéma ci-dessous représente la construction des zones d'ombres obtenues lorsque l'on éclaire un disque opaque D par une source primaire ponctuelle S de lumière.

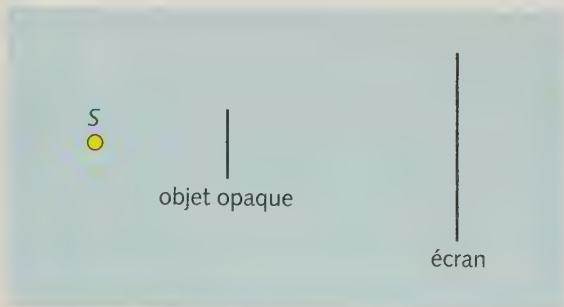


- Où se trouve le cône d'ombre ?
- Indiquer, pour chaque observateur 1, 2, 3 et 4, si la source S peut être vue.

Appliquer ses connaissances

5 Zones d'ombre

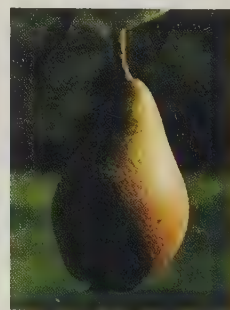
- Reproduire le schéma et tracer les rayons de lumière issus de la source ponctuelle qui permettent de construire les zones d'ombre.



- L'objet opaque est un disque. Quelle est la forme de l'ombre portée sur cet écran ?

6 Fruit éclairé

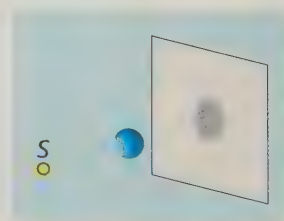
Où est placée la source de lumière par rapport à la poire ? Répondre à l'aide d'un schéma et justifier.



7 Ombre d'une boule

Une source ponctuelle éclaire une boule placée devant un écran.

L'ombre portée de la boule sur l'écran est-elle modifiée si on approche ou si on éloigne l'objet de la source de lumière ? Comment ?



8 Le chanteur

Sur une scène, on observe qu'un chanteur « possède » deux ombres.

Comment expliquer ce phénomène ?

9 Une ombre, des objets...

L'ombre portée de chacun de ces objets peut-elle être un disque ?



Justifier la réponse à l'aide de schémas.

10 Jouons avec les ombres

Salomé propose un jeu à Mathilde : il s'agit de reconnaître un objet à partir de son ombre. Salomé choisit d'utiliser une boîte de conserve cylindrique. Elle dispose la boîte, la source de lumière et l'écran de la manière suivante :



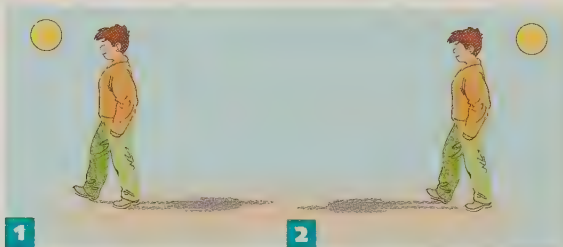
- Décrire l'ombre portée obtenue sur l'écran.
- Si Salomé place la base du cylindre face à la lampe, quelle sera la forme de l'ombre portée ?
- Mathilde pourra-t-elle retrouver l'objet à partir de son ombre portée ? Justifier.
- Quel jeu est basé également sur le principe d'ombre portée ?

11 La nuit

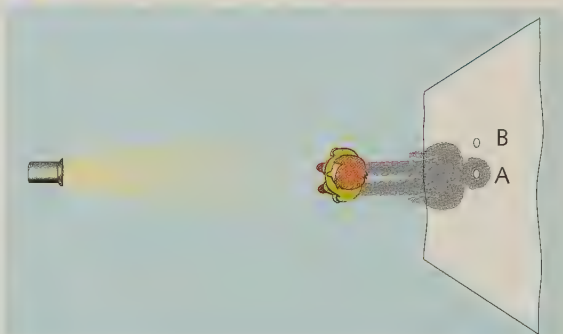
Peut-on observer une ombre de nuit sans qu'il y ait de source artificielle de lumière ? Justifier.

12 Protégez vos yeux !

Dans quel cas Arthur doit-il porter des lunettes de soleil ? Justifier.



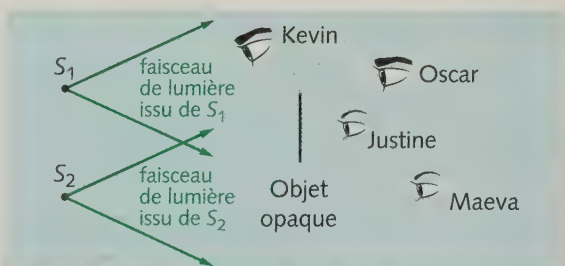
13 Derrière l'ombre



Que voit un observateur placé derrière le drap s'il regarde par le trou percé au point A ? et au point B ? Répondre à l'aide d'un dessin.

14 Avec deux sources ponctuelles

Un corps opaque est éclairé par deux sources ponctuelles. Le schéma ci-dessous représente la disposition des différents éléments de la scène.

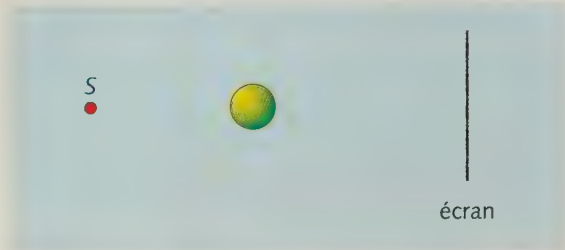


- Que signifie « opaque » ?
- Reproduire le schéma et le compléter en traçant les cônes d'ombres liés à chaque source de lumière.
- À l'aide du schéma ainsi réalisé, répondre aux questions suivantes.
 - Oscar voit-il la source S_1 ?
 - Justine voit-elle la source S_1 ?
 - Quel est l'observateur qui ne voit aucune source de lumière ? Celui qui voit les deux ?

Exercices

15 Un peu de couleur

Une balle opaque est éclairée par une source ponctuelle de lumière rouge. On place un écran blanc derrière la balle selon la disposition suivante :



- Reproduire le schéma et le compléter en traçant les rayons de lumière issus de la source qui permettent de construire l'ombre.
- Décrire ce que l'on observe sur l'écran vu de face.

Indication : Le fait que la lumière soit colorée a-t-il une influence sur l'ombre ? Penser à revoir la définition de l'ombre pour ne pas se tromper.

16 Proverbe danois

Expliquer le sens du proverbe suivant :
« la flatterie est comme l'ombre : elle ne vous rend ni plus grand, ni plus petit ».

17 La santé à l'ombre

À la plage, même à l'ombre d'un parasol, les vacanciers restent visibles.



- Que signifie le préfixe « para » dans le mot parasol ? À quoi sert cet objet ?
- Le Soleil est-il la seule source de lumière à la plage ? Justifier.
- À l'ombre du parasol, y a-t-il une absence totale de lumière ? Justifier.
- Quel est l'intérêt de se placer sous un parasol sur une plage en plein soleil ?

Pour aller plus loin

18 L'ombre à la montagne

À la montagne, l'orientation d'un versant est très importante : suivant que la pente est exposée au Nord ou au Sud, le paysage est très modifié, car l'ensoleillement n'est pas le même sur les deux versants. Essayons d'expliquer cette situation.

- Faire une recherche sur la course du Soleil dans le ciel.
- Sur le schéma ci-dessous, on a représenté les deux versants d'une même vallée en hiver et à midi. L'un est exposé au Nord (c'est l'ubac), l'autre au Sud (c'est l'adret).



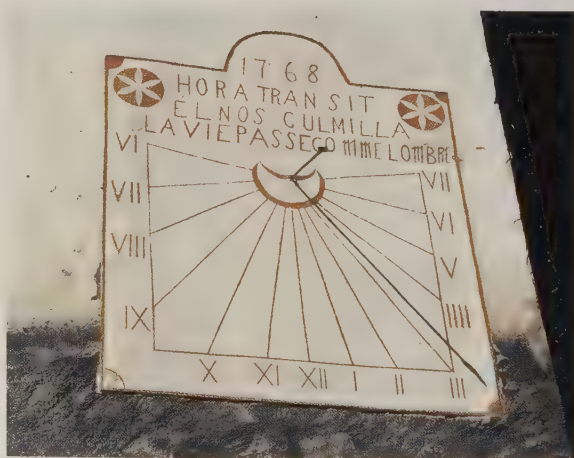
- Reproduire le schéma et le compléter en dessinant les rayons issus du Soleil.
- Sur le schéma précédent, on observe que l'ubac est « à l'ombre ». S'agit-il d'une ombre portée ou d'une ombre propre ? Justifier.

19 Le cadran solaire

- À différents moments d'une journée ensoleillée, repérer la position et la longueur de l'ombre portée d'un bâton planté à la verticale dans le sol.
 - À quel moment l'ombre portée est-elle la plus courte ?
 - L'ombre portée peut-elle avoir une longueur nulle ?

2. Une application de l'ombre portée : le cadran solaire

Faire une recherche sur le fonctionnement d'un cadran solaire.



Chapitre 15

Des ombres à grande échelle

Objectifs

- Décrire simplement les mouvements pour le système Soleil-Terre-Lune
- Interpréter les phases de la Lune et les éclipses
- Prévoir des phénomènes visibles selon la position du Soleil, de la Terre et de la Lune



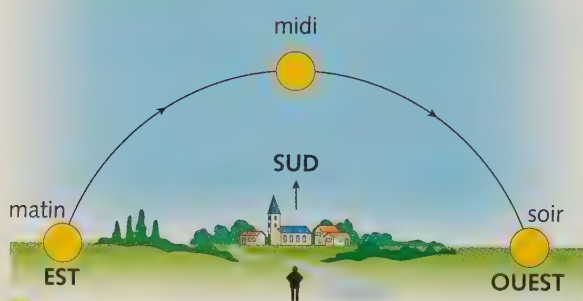
Le Soleil, la Terre et la Lune créent des jeux d'ombre et de lumière gigantesques. **Comment cela se manifeste-t-il sur Terre ?**



Mouvements de la Terre autour du Soleil : les saisons indiquées sont celles de l'hémisphère nord.

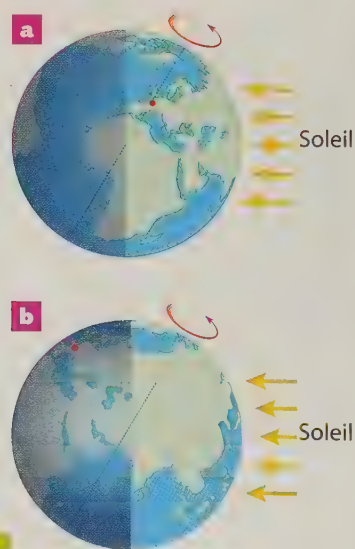
1 Comment expliquer l'alternance du jour et de la nuit ?

Vu de la Terre



1 Déplacement du Soleil dans le ciel au cours d'une journée : le Soleil se lève exactement à l'est et se couche exactement à l'ouest seulement deux jours par an, au moment des deux équinoxes.

Vu de l'espace

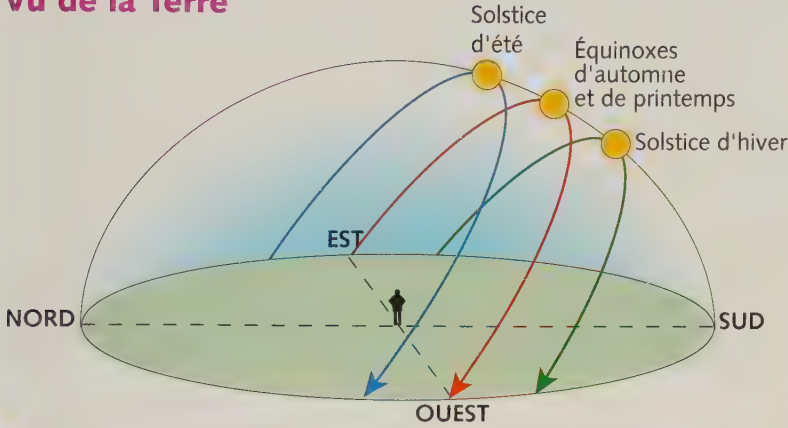


■ QUESTIONS

- Sur le schéma 2a, fait-il jour en France ?
- Sur le schéma 2b, fait-il jour ou nuit en France ? Fait-il jour ou nuit au Japon ?
- Quelle est la conséquence du mouvement de rotation de la Terre sur elle-même ?

2 Comment expliquer la succession des saisons ?

Vu de la Terre



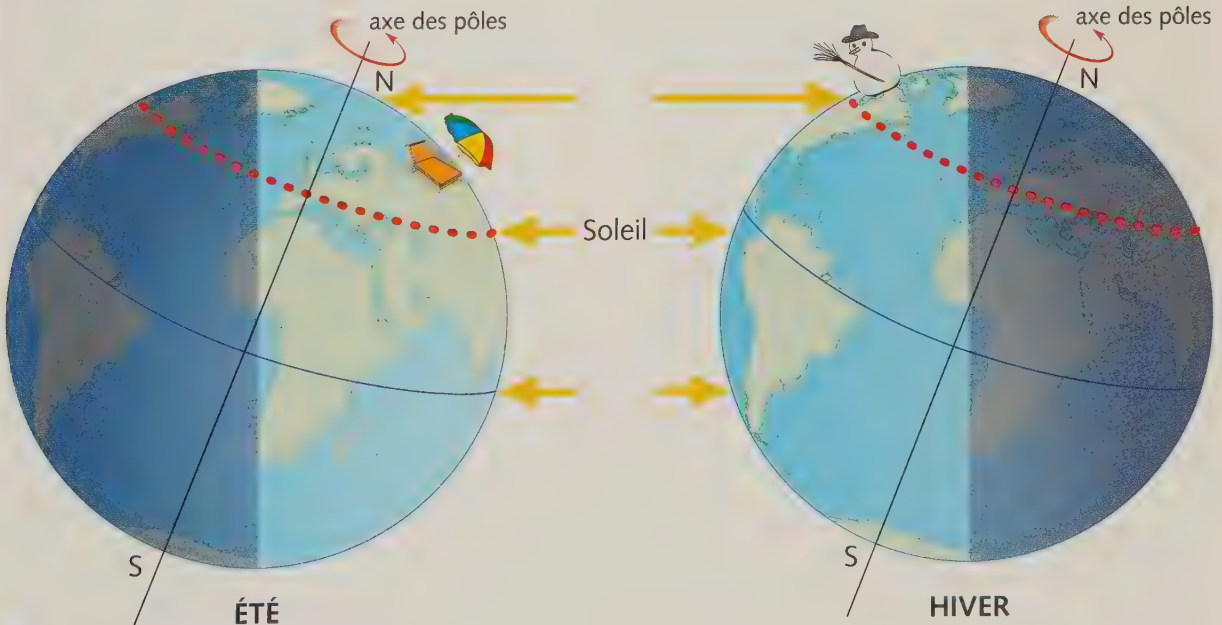
- 1 Déplacement du Soleil dans le ciel au cours d'une année : nous pouvons observer qu'en été, le Soleil est plus haut dans le ciel qu'en hiver. En été, les jours sont aussi plus longs qu'en hiver.

VOCABULAIRE

Solstices : moments de l'année où la durée du jour est maximale ou minimale.

Équinoxes : moments de l'année où le jour a une durée égale à la nuit.

Vu de l'espace



- 2 Les saisons dans l'hémisphère nord.

■ QUESTIONS

- Comparer, pour le parallèle tracé sur le schéma 2, la durée du jour en été et en hiver.
- Que se passe-t-il pour l'hémisphère sud ?

3

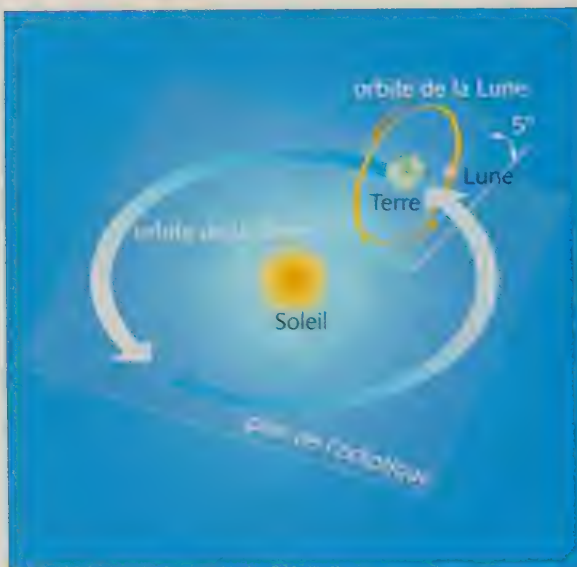
Comment se succèdent les phases de la Lune ?

Vu de la Terre

Les différentes phases de la Lune : nous pouvons observer la Lune sous ces différents aspects.



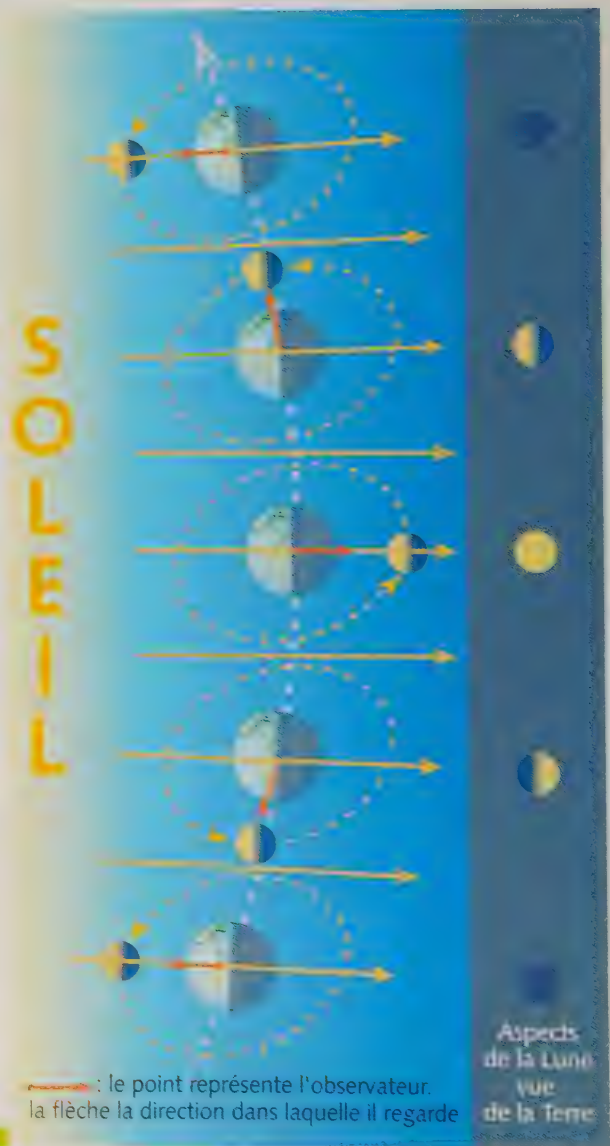
Vu de l'espace



- 2 L'orbite de la Terre et l'orbite de la Lune : l'orbite de la Lune n'est pas dans le même plan que l'orbite de la Terre. Pendant que la Terre tourne autour du Soleil, la Lune tourne autour de la Terre.

■ QUESTIONS

- Associer les situations du document 3 aux noms des phases de la Lune.
- Rédiger un court texte décrivant les mouvements de la Lune.

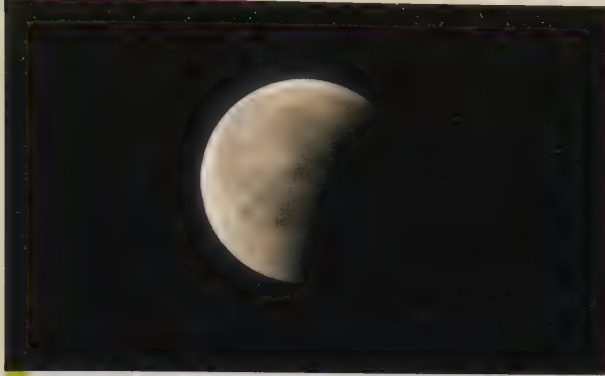


Mouvement de la Terre et de la Lune pendant une durée voisine de 29 jours.

le point représente l'observateur, la flèche la direction dans laquelle il regarde

4 Qu'est-ce qu'une éclipse ?

Vu de la Terre

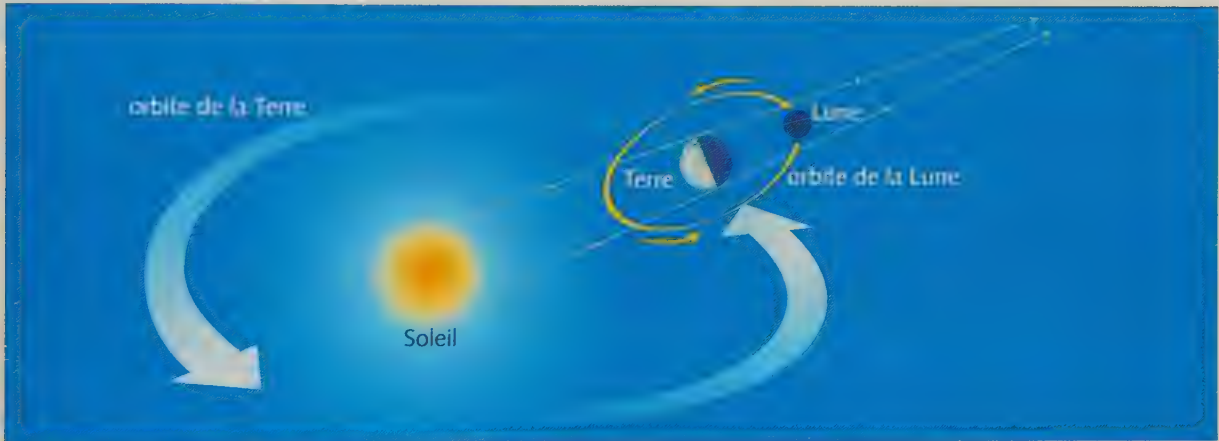


1 Une éclipse de Lune.

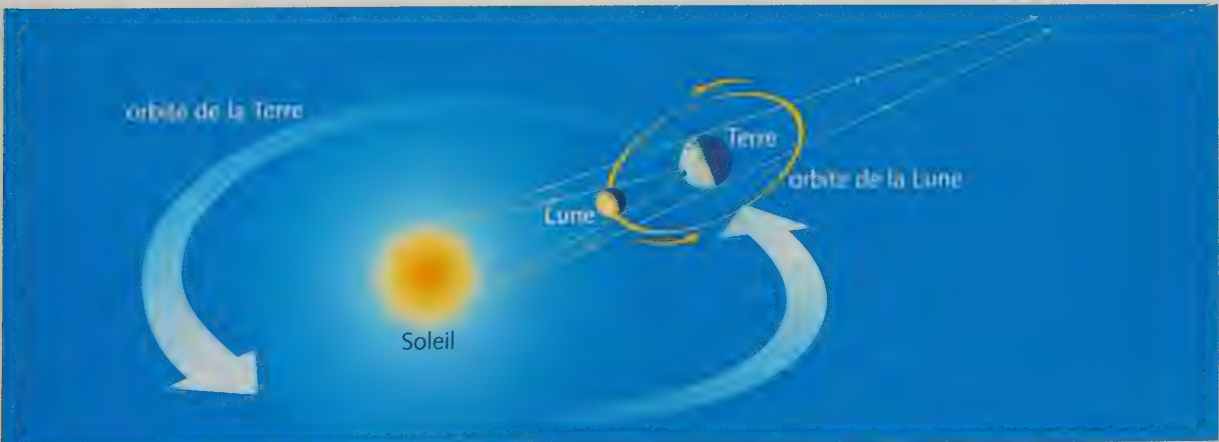


2 Une éclipse de Soleil.

Vu de l'espace



3 Soleil, Terre et Lune au moment d'une éclipse de Lune.



4 Soleil, Lune et Terre au moment d'une éclipse de Soleil.

■ QUESTIONS

- Pour quelle phase de la Lune, une éclipse de Lune peut-elle se produire ? À quelle condition ?
- Où se trouve alors la Lune par rapport à la Terre ?
- Pour quelle phase de la Lune, une éclipse de Soleil peut-elle se produire ? À quelle condition ?
- Une éclipse de Soleil est-elle observable de toute la Terre ?

■ 1. Mouvements de la Terre

Le jour et la nuit

La Terre tourne sur elle-même autour d'un axe joignant les pôles Nord et Sud (comme une toupie) : c'est un mouvement de **rotation**. Un tour complet permet de définir une unité de temps : la **journée**. Au cours d'une journée, une partie de la Terre est éclairée, alors que l'autre partie est dans l'ombre : c'est l'**alternance du jour et de la nuit**.



Sur Terre, on voit le Soleil qui, le matin, se lève vers l'est, se déplace dans le ciel, puis, le soir, se couche vers l'ouest.

Les saisons

La Terre tourne autour du Soleil : c'est un mouvement **révolution**. Une révolution complète de la Terre autour du Soleil dure 365,26 jours : c'est une **année**.

L'axe des pôles garde toute l'année une inclinaison de $23,5^\circ$ par rapport au plan de l'**orbite**. Grâce à cette inclinaison, selon l'époque de l'année, l'un des hémisphères reçoit plus d'ensoleillement que l'autre : c'est la **succession des saisons**.

VOCABULAIRE

Orbite : trajet d'un corps céleste autour d'un autre corps céleste.



■ 2. Mouvements de la Lune

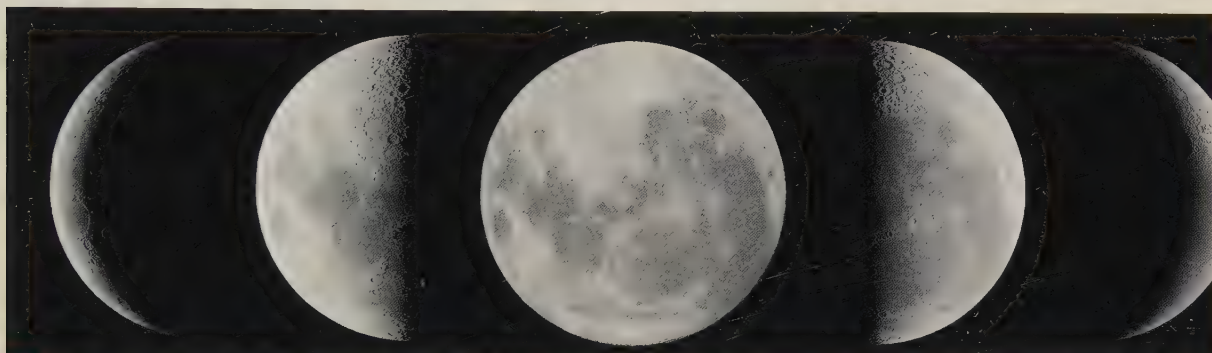
La Terre a un **satellite** naturel : la **Lune**. Elle est en rotation sur elle-même et tourne autour de la Terre pendant une durée voisine de 29 jours.

La Lune est éclairée par le Soleil. Elle renvoie une partie de cette lumière : c'est un objet diffusant. Les aspects visibles de la Lune dans le ciel sont appelés **phases de la Lune**, ils varient suivant les positions relatives Terre-Lune-Soleil.

Lorsque l'on ne voit pas la Lune du tout, la Lune se situe entre le Soleil et la Terre : la face de la Lune qui regarde la Terre est dans l'obscurité. C'est la **nouvelle lune**.

VOCABULAIRE

Satellite : corps céleste qui tourne autour d'une planète.



En fonction de sa position par rapport à la Terre, la Lune présente différents aspects, mais elle tourne sur elle-même en 29 jours et autour de la Terre en 29 jours aussi : elle nous présente donc toujours la même face !

■ 3. Éclipses

Au cours de leurs mouvements, Soleil, Terre et Lune peuvent parfois être alignés et créer ainsi des jeux d'ombres. Sur Terre, cela se traduit par des phénomènes impressionnants : les **éclipses**. Sur Terre, on peut voir des **éclipses de Lune** à la pleine lune quand Soleil-Terre-Lune sont alignés.

Une **éclipse de Soleil** peut être observée, seulement dans une région de la Terre, à la nouvelle lune quand Soleil-Lune-Terre sont alignés.

VOCABULAIRE

Éclipse : disparition momentanée d'un astre de la vue d'un observateur.

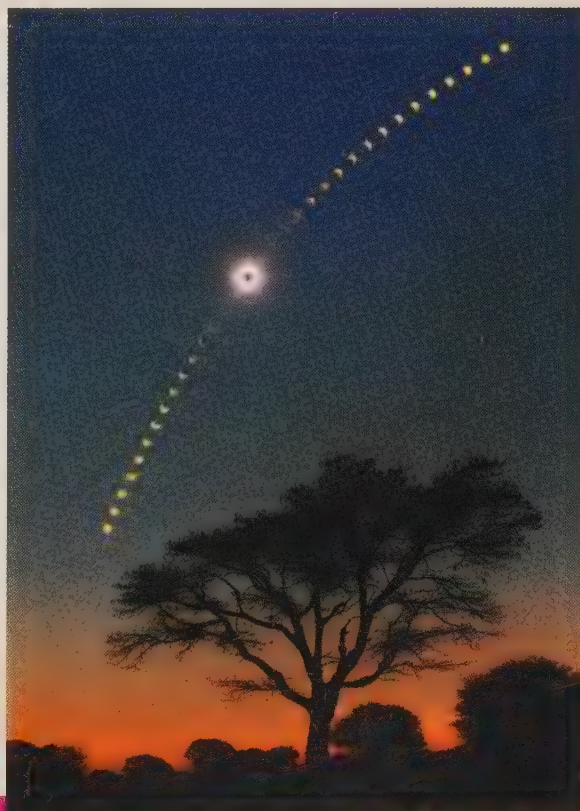


Photo de l'éclipse de Soleil du 21 juin 2001 en Zambie.

Les calendriers

Même si le calendrier légal en France est basé sur le calendrier grégorien, il en existe d'autres qui n'indiquent pas du tout la même date.



Un calendrier aztèque qui, comme les autres calendriers présentés sur cette page, a été construit à partir de phénomènes astronomiques.

Le calendrier musulman

C'est l'un des derniers **calendriers lunaires** encore largement répandu. Les années sont composées de 12 mois lunaires et sont par conséquent plus courtes que les années solaires. Le mois lunaire commence au premier croissant de Lune visible : étant donné que cette observation dépend de l'endroit où l'on se trouve, le mois démarre plus ou moins tôt selon les pays. Une année compte 12 mois de 29 et 30 jours alternativement (le dernier mois dure 29 ou 30 jours selon les années) : une année compte donc soit 354 jours (ce sont les **années communes**) ou 355 jours (ce sont les **années abondantes**). Dans un cycle de 30 ans, il y a 19 années communes et 11 années abondantes.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Calendrier_grégorien
http://fr.wikipedia.org/wiki/Calendrier_musulman

Le calendrier grégorien

Le calendrier grégorien est le calendrier actuellement en vigueur dans tout le monde occidental. C'est un **calendrier solaire** : il se base sur la révolution de la Terre autour du soleil en 365,2422 jours de 24 heures (on arrondit en général à 365 jours un quart). Pour assurer un nombre entier de jours par année, on a défini un cycle de 4 ans comptant 3 années de 365 jours et une année **bissextile** de 366 jours.

ZOOM SUR...

Le calendrier grégorien fut introduit le 15 octobre 1582 par le pape Grégoire XIII. Le calendrier julien en vigueur jusqu'alors avait décalé, au fil des siècles, l'année légale de 10 jours par rapport aux saisons ! Il fallait y remédier... et c'est ainsi que les sujets de Grégoire XIII se couchèrent un 4 octobre 1582, pour se réveiller un... 15 octobre !

Le calendrier hébreu

Le calendrier hébreu combine **années solaires** et **mois lunaires**. Chaque nouveau mois commence avec la nouvelle lune, et il compte alternativement 29 et 30 jours. Pour arriver à obtenir des années solaires de 365,25 jours, il faut combler un déficit de 10,89 jours par an. L'astuce, que l'on doit au Grec Méton (v^e siècle avant J.-C.), consiste à composer des années de 12 et 13 mois, selon un cycle de 19 années. Durant ce cycle, il y a 12 années de 12 mois (années **communes**) et 7 années de 13 mois (années **embolismiques**). Les années communes comptent 353, 354 ou 355 jours tandis que les années embolismiques comptent 383, 384 ou 385 jours.

Pour chaque calendrier, indiquer :

- a. Comment est défini le calendrier ?
- b. Combien de mois (et combien de jours) une année compte-t-elle ?

Quand la Lune joue à cache-cache

Les cultures anciennes regorgent de légendes effrayantes concernant les éclipses. Mais qu'on se rassure : les éclipses de Lune ne sont que le fait de l'alignement du Soleil, de la Terre et de la Lune, celle-ci se retrouvant ainsi dans l'ombre de notre planète.



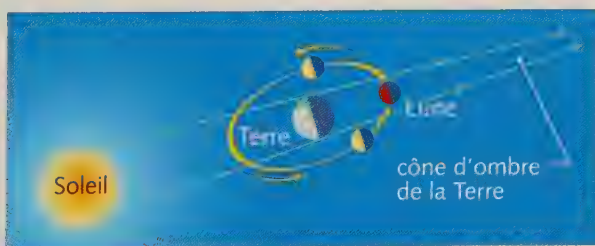
Une éclipse de Lune (clichés pris à intervalles réguliers) : la Lune n'est pas invisible, mais rouge !

ZOOM SUR... LA PHOTOGRAPHIE

D'où vient la couleur légèrement rougeâtre que présente la Lune sur la photographie ? Cette couleur est due à l'atmosphère terrestre. En effet, celle-ci « absorbe » la lumière du Soleil à l'exception du rouge (la lumière du Soleil est composée de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel). C'est ainsi que la lumière qui parvient à la Lune après avoir été diffusée par la Terre est plutôt rouge, d'où la couleur rougeâtre de la Lune, pendant à une éclipse.

Qu'est-ce qu'une éclipse de lune ?

Une éclipse de Lune correspond au moment où Soleil, Terre et Lune sont alignés (dans cet ordre). Alors, la Lune se retrouve dans le cône d'ombre de la Terre : les rayons du Soleil, arrêtés par la Terre, ne l'atteignent plus que partiellement, voire pas du tout. Dans le premier cas il s'agira d'une éclipse partielle, dans le second d'une éclipse totale. L'éclipse de Lune est visible en même temps pour toutes les personnes qui sont dans la nuit quand l'éclipse se produit.



Quand peut-on en observer ?

Les éclipses de Lune ne peuvent s'observer qu'à la Pleine Lune. Mais ce n'est pas pour autant qu'on assiste à une éclipse tous les mois ! Car pour qu'il y ait éclipse, il faut que le Soleil, la Terre et la Lune soient parfaitement alignés. Or, les orbites respectives de la Terre et de la Lune ne le permettent que quelquefois. Il s'écoule en moyenne 6 **lunaisons** entre deux éclipses de Lune (la lunaison est le temps que met la Lune à effectuer un tour complet autour de la Terre ; il est de 29 jours, 12 heures et 44 minutes), c'est-à-dire qu'on compte environ deux éclipses de Lune par an. On peut calculer les dates et heures des éclipses à venir. 2009 sera par exemple un grand cru, puisqu'on assistera à 4 éclipses !

1 Éclipse de lune

À quoi est due une éclipse de Lune ?

2 Conditions d'observation

Quelles conditions faut-il réunir pour en observer une ?

http://www.astronomes.com/c1_solaire/p142_eclipses.html
http://xjubier.free.fr/site_pages/LunarEclipseCalculator.html

Exercices

Vérifier ses connaissances

1 Reconstituer des propositions scientifiquement correctes.

- a. La Terre effectue un tour sur elle-même en 12 h / 24 h / 1 mois / 1 an.
- b. La Terre effectue un tour autour du Soleil en 12 h / 24 h / 1 mois / 1 an.
- c. Le mouvement de la Terre sur elle-même est une *rotation* / *révolution*.
- d. Le mouvement de la Terre autour du Soleil est une *rotation* / *révolution*.

2 Recopier et compléter.

Les quatre saisons se distinguent par la durée du plus ou moins longue et par une température plus ou moins

3 Recopier et compléter le tableau suivant.

Cause	Effet
	Saisons
Rotation de la Terre sur elle-même	

4 Donner le nom des phases de la Lune dans l'ordre où on peut les observer depuis la Terre au cours d'une lunaison.

5 Recopier et compléter les phrases suivantes.

- a. La Lune est le de la Terre.
- b. La Terre tourne sur elle-même en, c'est une
- c. La Terre tourne autour du Soleil en, c'est une

6 Quelles sont les éclipses que l'on peut observer de la Terre ?

7 Reconstituer des propositions scientifiquement correctes.

- a. Une éclipse de Lune a lieu quand *Soleil, Terre, Lune* / *Soleil, Lune, Terre* sont alignés dans cet ordre.
- b. Une éclipse de Soleil peut avoir lieu pendant la *pleine lune* / la *nouvelle lune*.

8 a. Qu'est-ce qu'une éclipse de Soleil ?

b. Décrire la situation de la Terre, de la Lune et du Soleil lors d'une éclipse de Soleil.

c. Une éclipse de Soleil donnée est-elle visible de n'importe quel point de la Terre ?

Appliquer ses connaissances

9 Vu de la Terre

- a. Dans quelle direction le Soleil se lève-t-il ?
- b. Dans quelle direction le Soleil se couche-t-il ?
- c. Où se trouve le Soleil à midi (heure solaire) ?

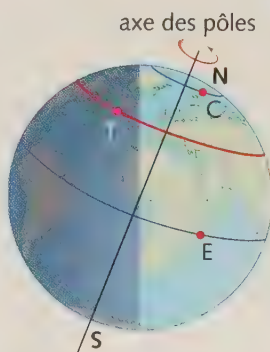
10 Le jour et la nuit

Observer le schéma ci-contre :

1. Recopier et compléter les phrases suivantes.

- a. Pour le point T, le jour est plus que la nuit.
- b. Pour le point E, situé sur, il y a de jour et de nuit.

2. Schématiser la situation 6 mois plus tard.



11 Mouvements de la Terre

Expliquer comment les mouvements de la Terre nous donne :

- a. l'année ;
- b. le jour et la nuit.

12 Voyage au Pôle

Fait-il jour au pôle Sud :

- a. le 21 décembre ?
- b. le 21 mars ?
- c. le 21 juin ?

Dans les trois cas, justifier la réponse.

13 Des dates bien particulières

- 1. a. Qu'est-ce qu'une équinoxe ?
- b. Combien y a-t-il d'équinoxes en une année ? Préciser les dates.
- 2. Mêmes questions pour le solstice.



14 Cap sur la Lune

1. La Lune est-elle une source primaire de lumière ? Pourquoi peut-on la voir depuis la Terre ?

2. Quelle est la phase de la Lune qui correspond au moment où la Lune est la plus visible depuis la Terre ? Comment sont alors disposés Terre, Lune et Soleil ?

Indication : s'aider d'un schéma pour répondre.

3. Quelle est la phase de la Lune qui correspond au moment où la Lune n'est pas visible depuis la Terre ? Pourquoi ?

Indication : s'aider d'un schéma pour répondre.

15 Le Soleil a rendez-vous avec la Lune

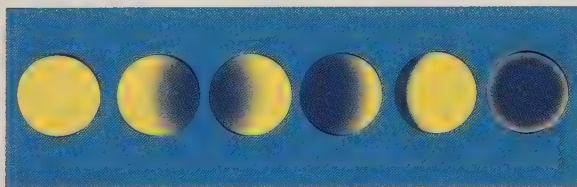
Recopier le schéma et le compléter en ajoutant la Lune pour qu'il y ait :

- une éclipse de Lune ;
- une éclipse de Soleil.



16 Des phases dans tous les sens

1. Patrick a mélangé les photos des phases de la Lune de son grand frère.



Aider Patrick à tout remettre dans le bon ordre en commençant par la nouvelle lune. Répondre à l'aide d'un dessin.

2. Patrick aurait aimé pouvoir vérifier l'ordre des phases en observant la Lune.

- Combien de temps aurait duré une observation complète ?
- À votre tour, observer et noter les aspects de la Lune au cours d'une semaine.

17 Choisir sa chambre

Laure ne veut pas que sa chambre soit chauffée et éclairée par le Soleil durant la soirée.

Quelle orientation ne doit-elle surtout pas choisir ?

Indication : voir schéma 1 p. 168.

18 Pourquoi fait-il plus chaud en été qu'en hiver ?

Observer les schémas suivants :



- Dans le sud de la France, durant l'été, le faisceau de lumière atteint le sol sous un angle voisin de 70° .
- Six mois plus tard, au même endroit, l'angle est d'environ 23° avec le sol.

a. Reproduire la tache de la figure 1 et celle de la figure 2 en respectant les différences de taille.

b. Comparer la quantité de lumière reçue par un carreau dans chacun des cas. Justifier.

c. Rédiger une conclusion faisant le lien entre la façon dont une surface est éclairée et la différence de chaleur entre l'été et l'hiver.

Indication : plus un élément de surface reçoit de lumière du Soleil, plus il y fait chaud.

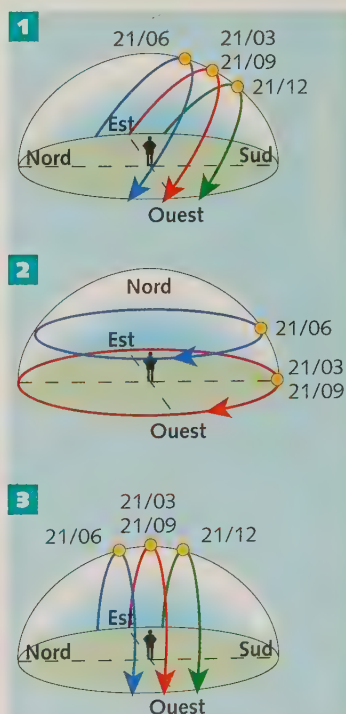
19 Un peu de géographie

1. Les schémas suivants représentent la course du Soleil dans le ciel à différentes latitudes.

Quel schéma représente la situation au pôle Nord ? et à l'équateur ? et aux latitudes moyennes ?

2. a. À votre avis, les saisons sont-elles aussi marquées à l'équateur qu'en France ?

b. Que dire de la situation au pôle Nord ?



Exercices

20 Lire un calendrier

Observer l'extrait de calendrier ci-dessous.

Date	Soleil		Lune	
	lever	coucher	lever	coucher
30 décembre 🌑	7h41	15h51	7h37	14h35
31 décembre	7h41	15h52	8h38	15h49
1 ^{er} janvier	7h41	15h53	9h22	17h17
2 janvier	7h41	15h54	9h52	18h49
3 janvier	7h41	15h55	10h15	20h18
4 janvier	7h41	15h56	10h32	21h44
5 janvier	7h41	15h57	10h47	23h06
6 janvier	7h40	15h58	11h02	
7 janvier	7h40	16h	11h17	0h26
8 janvier	7h40	16h01	11h34	1h46
9 janvier	7h39	16h02	11h55	3h05
10 janvier	7h39	16h03	12h23	4h23
11 janvier	7h38	16h05	13h	5h37
12 janvier	7h38	16h06	13h49	6h41
13 janvier	7h37	16h07	14h49	7h32
14 janvier 🌤️	7h36	16h09	15h57	8h11
15 janvier	7h36	16h10	17h08	8h39
16 janvier	7h35	16h12	18h19	9h

- Quelle est la date de la pleine lune ?
- La Lune a-t-elle été visible toute la nuit ?

Indication : comparer les heures de coucher et de lever de la Lune et du Soleil.

- Quelle est la date de la nouvelle lune ?
- Le mois suivant, quelle sera la date de la pleine lune ?

21 Il fait chaud !

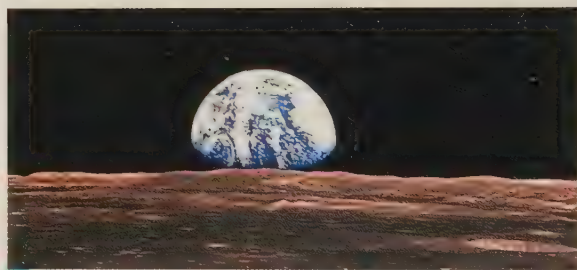
Pour beaucoup de gens, il fait plus chaud en été car on est plus près du Soleil qu'en hiver. Cette affirmation est-elle vraie ou fausse ? Justifier.

22 Le sens de l'observation

- Sur Terre, à quelle heure l'ombre des objets est-elle la plus courte ?
- Comment un aventurier perdu en pleine nature peut-il retrouver la direction du Sud sans boussole ?

23 Un visiteur de la Lune

Comment doivent être disposés Soleil, Terre et Lune pour qu'un visiteur de la Lune voit une « pleine Terre » ?



Un lever de Terre vu de la Lune.

Pour aller plus loin

24 Des horloges naturelles

- Le calendrier légal en France compte 365 jours et 12 mois. Quels sont les phénomènes qui sont à la base de ce découpage ?
- Rechercher des exemples de calendriers utilisés par d'autres pays. Sur quels phénomènes se basent-ils ?

25 Un peu de fantaisie

Si l'axe de rotation de la Terre était droit, que se passerait-il ?

26 Un peu de vocabulaire

D'où vient le nom d'équinoxe ? Expliquer.

27 Luna incognita

- Quelle est la durée de la rotation de la Lune sur elle-même ?
- Quelle est la durée de sa période de révolution autour de la Terre ?
- Pourquoi peut-on parler de face cachée de la Lune ?

28 L'aventure spatiale, une grande histoire

Rechercher les dates de ces événements et les placer sur une frise chronologique.

- Lancement de la première fusée européenne, Ariane.
- Le premier Homme sur la Lune, Neil Armstrong.
- Le premier vol d'un spationaute français, Jean-Loup Chrétien.
- Le premier satellite, Spoutnik.
- Le premier vol habité par un être humain autour de la Terre.

MÉTHODE

• Les différentes étapes de la démarche expérimentale.....	180
• Réaliser un compte-rendu d'activités expérimentales.....	181
• Lire les graduations	182
• Utiliser une éprouvette pour mesurer le volume d'un liquide	183
• Tracer un graphique.....	184
• Exploiter un graphique	185
• Schématiser un circuit électrique.....	186
• Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma.....	187

Les différentes étapes de la démarche expérimentale

1 Problème Question posée.

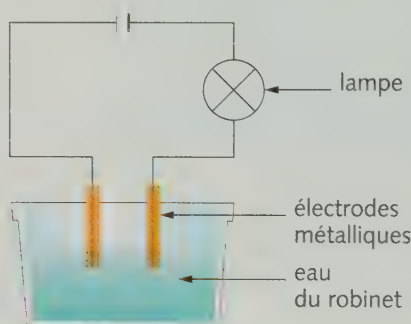
Exemple : L'eau du robinet conduit-elle le courant électrique ?

2 Hypothèse L'hypothèse peut être juste ou fausse.
C'est une solution proposée au problème posé.

Exemple : L'eau du robinet ne conduit pas le courant électrique.

3 Expérience Montage qui permet de vérifier l'hypothèse
(il faut schématiser cette expérience).

Exemple :



4 Résultats Qu'observe-t-on à partir de l'expérience réalisée ?

Exemple : La lampe brille (ou ne brille pas).

5 Conclusion On revient à l'hypothèse qui peut être vérifiée ou non.
Si elle n'est pas vérifiée, il faut émettre une nouvelle hypothèse.

Exemple : La lampe ne brille pas donc l'eau du robinet ne conduit pas le courant électrique ;
ou la lampe brille donc nouvelle hypothèse :
l'eau du robinet conduit le courant électrique.

Réaliser un compte-rendu d'activités expérimentales

- 1 Titre** Donner un titre au compte-rendu.
- 2 Problème** Rappeler le but que l'on cherche à atteindre : c'est un problème que l'on se pose et la manipulation réalisée permet d'y répondre.
- 3 Matériel** Lister le matériel nécessaire à la manipulation.
- 4 Schéma du montage** Schématiser le montage, au crayon, et le légender.
- 5 Protocole expérimental**

Le protocole expérimental est la méthode à suivre pour réaliser la manipulation (la recette pour la réaliser correctement).
En général, on commence les phrases par un verbe à l'infinitif, mais ce peut tout aussi bien être : « on met ... », « on verse ... », « on mélange... » etc.
- 6 Observations**

Décrire ce que l'on observe pendant l'expérience. À ce stade, on ne donne ni explication, ni déduction. Si nécessaire, regrouper les valeurs relevées dans un tableau de mesure ou tracer un graphique.
- 7 Interprétation et conclusion**

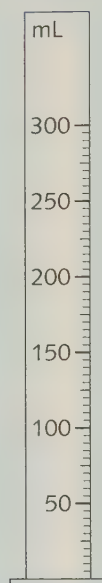
Interpréter les résultats de l'expérience et répondre aux différentes questions posées, s'il y en a. À ce stade, on répond à la question posée au début de la séance.

Lire les graduations

1 Unité

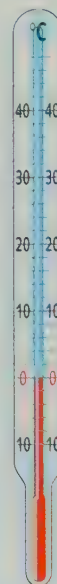
Repérer l'unité inscrite sur l'appareil de mesure.

Exemple 1



Unité : le mL.

Exemple 2



Unité : le °C.

2 Valeur d'une division

- Repérer 2 graduations indiquées sur l'appareil de mesure.
- Calculer la différence entre ces deux graduations.
- Compter le nombre d'intervalles entre ces deux graduations.
- Déterminer la valeur d'un intervalle (ou d'une division) en divisant la différence entre deux graduations par le nombre d'intervalles entre ces deux graduations.
- En déduire la valeur d'une division.

Remarque : plus la valeur d'une division est faible, plus on aura de précision sur la mesure de la grandeur.

50 mL et 100 mL

$$100 - 50 = 50 \text{ mL}$$

10 intervalles

$$50 \div 10 = 5 \text{ mL}$$

5 mL

10 °C et 20 °C

$$20 - 10 = 10 \text{ °C}$$

5 intervalles

$$10 \div 5 = 2 \text{ °C}$$

2 °C

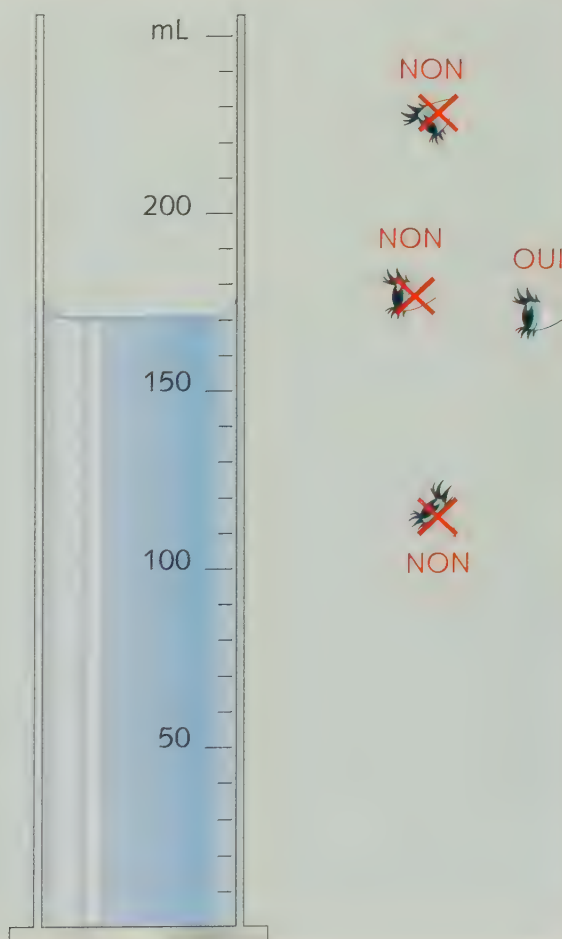
Utiliser une éprouvette pour mesurer le volume d'un liquide

1 Préparation Poser l'éprouvette sur la table : l'éprouvette doit être stable et posée sur un plan horizontal.
Ne pas hésiter à la maintenir en place !

2 Graduation Déterminer la valeur d'une graduation.
Voir la fiche méthode ci-contre.

3 Lecture du volume
Positionner correctement les yeux en face du niveau du liquide.
Ne pas hésiter à se baisser !

Dans les éprouvettes, le liquide remonte le long de la paroi.
On observe une partie incurvée à la surface du liquide : c'est le **ménisque**. Placer l'œil au bas du ménisque pour lire le volume de liquide.



4 Mesure Effectuer la mesure et noter le résultat avec l'unité correspondante.
Exemple : Sur l'exemple ci-dessus, on a un volume de liquide $V = 170 \text{ mL}$.

Tracer un graphique

1 Situation Lire le texte d'accompagnement et le tableau de mesures.

Exemple : Nous avons plongé un tube à essais, contenant de l'eau distillée, dans un mélange réfrigérant. Nous avons relevé la température de l'eau en fonction du temps. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous.

2 Étude du tableau de mesures

- Repérer les grandeurs et leurs unités.
- Repérer les valeurs minimales et maximales.

Exemple :

t (min)	0	1	2	3	4	5	6
T (°C)	17	2	0	0	0	-1	-5

3 Les axes

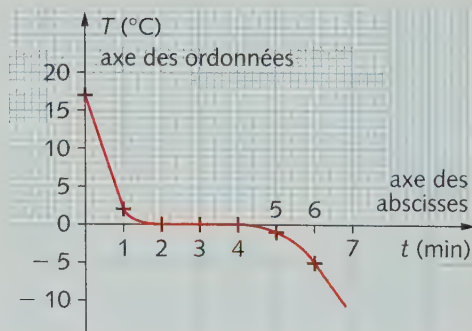
- Utiliser du papier millimétré.
- Tracer un axe vertical (axe des ordonnées) qui portera la grandeur étudiée.
- Tracer un axe horizontal (axe des abscisses).
- Placer l'origine des axes (en général le zéro est à l'intersection des deux axes).
- Légender les axes avec les grandeurs et leurs unités.
- Graduer les axes :
 - choisir une échelle en tenant compte des valeurs extrêmes ;
 - placer les graduations (valeurs entière et simples) sur les axes en les espaçant de façon régulière.

Remarque : Un axe est une droite qui a un sens donc qui se termine par une flèche.

4 La courbe

- Placer les points du tableau sous forme de +.
- Relier les points : tracer à main levée une courbe qui passe par le maximum de points.

Exemple : on obtient le graphique ci-contre :



5 Titre

Donner un titre au graphique : le titre doit mentionner les valeurs utilisées.

Exemple : Variation de la température de l'eau placée dans un mélange réfrigérant en fonction du temps.

Exploiter un graphique

1 Lecture du graphique

- Lire le texte d'accompagnement et le titre du graphique.

Exemple : Nous avons plongé un tube à essais, contenant de l'eau liquide, dans un mélange réfrigérant. Nous avons relevé la température de l'eau en fonction du temps. Les résultats sont reportés sur le graphique ci-dessous.

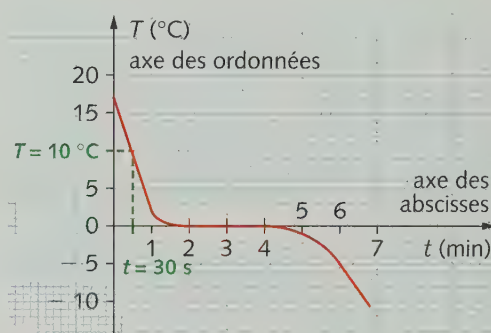
- Distinguer les grandeurs utilisées et leurs unités.

Les unités et grandeurs permettent de donner des valeurs aux graduations.

- Lire les valeurs sur le graphique (repérer certaines valeurs clefs).

Exemple : On repère que :

- l'axe vertical porte la température en $^{\circ}\text{C}$ et l'axe horizontal, le temps en min ;
 - à $t = 0$ min, la température T est de 17°C ;
 - à $t = 6$ min, $T = -5^{\circ}\text{C}$;
- Ces deux valeurs sont les valeurs extrêmes.
- entre $t = 2$ min et $t = 4$ min, la température reste à 0°C .



- Trouver la température de l'eau à un temps t :
 - repérer le point de la courbe d'abscisse t
 - lire l'ordonnée de ce point : c'est la température recherchée.

Remarque : attention aux graduations !

2 Exploitation

Repérer si la variation de la grandeur étudiée est une diminution, une augmentation ou une constance. Résumer en une phrase la variation de la grandeur étudiée.

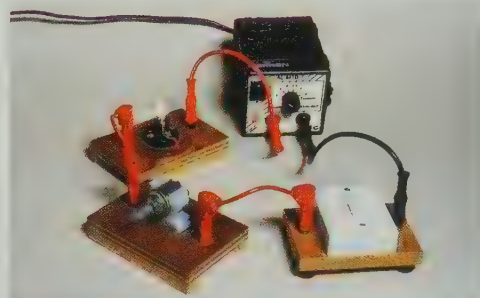
Si le graphique comporte plusieurs courbes, décrire chacune de ces courbes par une phrase.

Exemple : La température de l'eau plongée dans un mélange réfrigérant diminue au cours du temps : elle baisse rapidement, puis se stabilise à 0°C puis continue à baisser.

Schématiser un circuit électrique

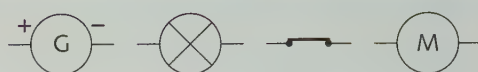
- 1** Observer le circuit et repérer les dipôles qui le constituent.

Exemple :



- 2** Schématiser les différents éléments du circuit.

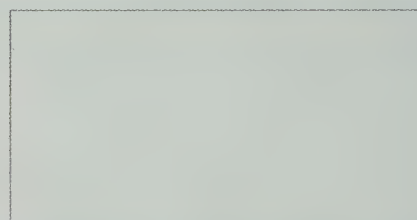
Exemple :



Remarque : il faut bien connaître les schémas normalisés !

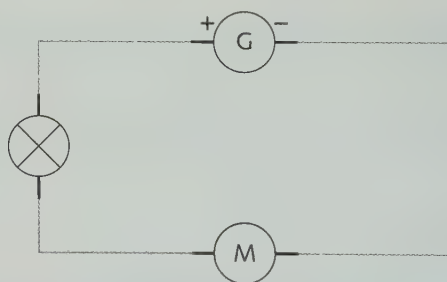
- 3** Tracer au crayon un rectangle qui représente la boucle du circuit.

Exemple :



- 4** Placer les symboles des dipôles sur le rectangle, en respectant bien les branchements.

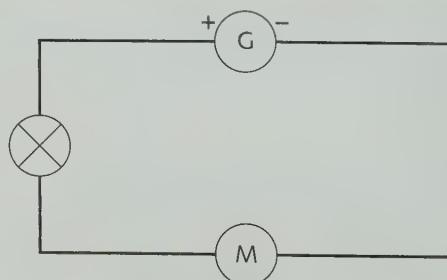
Exemple :



Attention : on ne met jamais de dipôle dans les angles du rectangle.

- 5** Repasser en trait fort les lignes qui représentent les fils de connexion.

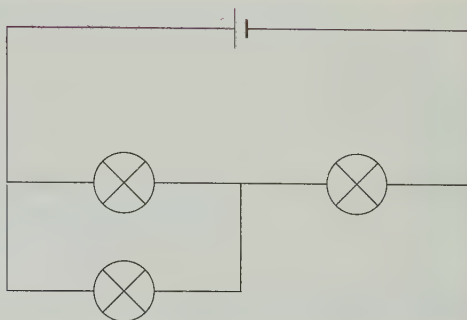
Exemple :



Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma

- 1** Rassembler les dipôles nécessaires à la réalisation du schéma. Prévoir le nombre de fils de connexion.

Exemple :
Ici, il faut une pile, trois lampes et cinq fils.



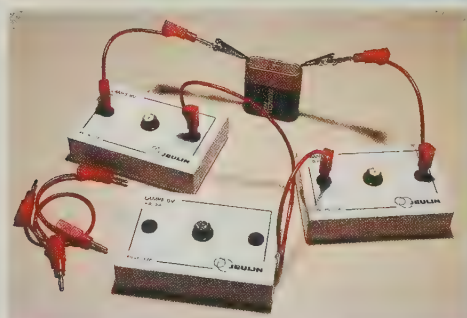
- 2** Disposer les dipôles sur la table dans le même ordre que sur le schéma.

Exemple :



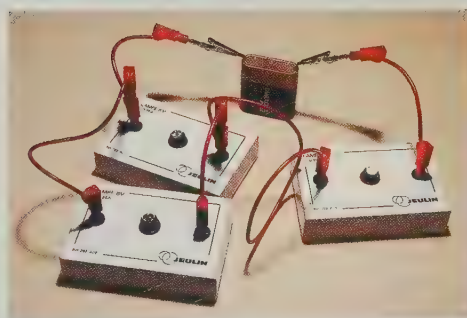
- 3** Réaliser la boucle principale du circuit : faire les branchements en commençant par le circuit série comprenant le générateur.

Exemple :



- 4** Ajouter, s'il y a lieu, la branche en dérivation.

Exemple :
Brancher avec deux fils la lampe L_3 aux bornes de la lampe L_2 .



- 5** Vérifier que le montage obtenu correspond bien au schéma.

Les chiffres qui suivent chaque mot indiquent les pages du manuel où ils sont utilisés.

A-B

- Anhydre** : Qui ne contient pas d'eau.
11, 12
- Année** : Révolution complète de la Terre autour du Soleil : 365,26 jours.
172
- Atmosphère** : Couche gazeuse qui entoure une planète.
75, 96
- Brouillard** : Gouttelettes d'eau liquide en suspension dans l'air.
70

C

- Changement d'état** : Passage d'un état de la matière à un autre état.
82
- Chromatogramme** : Dans une chromatographie, papier sur lequel les colorants migrent.
61
- Chromatographie** : Technique de séparation et d'identification des constituants colorés d'un mélange homogène.
62, 63, 67
- Circuit électrique** : Chaîne de dipôles dont l'un au moins est un générateur.
106, 107, 122
- Cloche à vide** : Appareil qui permet de diminuer la pression sous la cloche.
71
- Commutateur** : Appareil qui permet de modifier un circuit électrique ou les connexions entre circuits.
99
- Conducteur** : Substance qui permet à l'électricité de circuler.
106, 107
- Cône d'ombre** : Zone de l'espace dans laquelle la lumière de la source de lumière ne parvient pas.
160, 164

- Corps pur** : Substance ne contenant qu'un seul constituant.
30, 32, 33, 60, 82, 86
- Court-circuit** : Un dipôle est mis en court-circuit lorsque ses deux bornes sont reliées l'une à l'autre par un fil de connexion.
127, 128
- Cristaux** : Solides organisés de façon très régulière.
91

D

- Décantation** : Action de laisser reposer un mélange hétérogène.
50, 52, 53, 57
- DEL** : Diode électroluminescente. Elle émet de la lumière lorsque le courant la traverse.
115, 117, 131
- Dérivation** : Façon de brancher deux dipôles, les bornes des dipôles étant reliées ensemble. Dans un montage en dérivation, le courant part du générateur et suit plusieurs chemins pour y revenir.
128, 129
- Dioxyde de carbone** : Constituant des boissons pétillantes et de l'air. Se trouve à l'état gazeux dans les conditions habituelles de température et de pression.
32, 33, 38, 44
- Dioxygène** : Constituant de l'air consommé par les êtres vivants au cours de la respiration. Se trouve à l'état gazeux dans les conditions habituelles de température et de pression.
77
- Dipôle** : Élément électrique qui possède deux bornes.
106, 107, 118, 122
- Dissolution** : Action de disperser une substance dans un liquide pour former un mélange homogène.
43, 44

Distillat : Liquide recueilli lors d'une distillation.
60, 66

Distillation : Opération qui consiste à vaporiser puis à liquéfier certains constituants d'un mélange homogène.
62, 63, 66, 67, 68

E

Eau de chaux : Liquide utilisé pour mettre en évidence la présence de dioxyde de carbone.
32, 33, 37

Ébullition : Vaporisation avec formation de bulles de vapeur.
La température d'ébullition augmente lorsque la pression augmente.
72, 96

Éclipse : Disparition momentanée d'un astre de la vue d'un observateur.
173, 175

Effervescent : Qui est en effervescence ou susceptible d'entrer en effervescence.
Un liquide en effervescence bouillonne à cause d'un dégagement de bulles gazeuses.
37

Éluant : Dans une chromatographie, liquide qui entraîne les colorants.
61

Équinoxes : Moments de l'année où le jour a une durée égale à la nuit.
169

Évaporation : Vaporisation en surface d'un liquide.
70

F

Faisceau de lumière : Ensemble de rayons de lumière.
Un faisceau de lumière n'est pas visible : ce sont des poussières, éclairées par la lumière du faisceau, que nous voyons.
150, 151

Filament : Fil conducteur extrêmement fin porté à incandescence dans les ampoules électriques.
108

Filtrat : Liquide obtenu par filtration.
51, 52

Filtration : Action de faire passer un mélange hétérogène dans un filtre.
51, 52, 53, 57

Forme propre : Forme qui ne dépend pas du récipient dans lequel est placée la substance.
12

Fusion : Passage de l'état solide à l'état liquide.
70, 80, 82, 83

G-H

Générateur : Élément électrique qui fournit l'électricité.
107, 118, 122

Homogène : Signifie que le milieu a les mêmes propriétés en tout point. En général, l'air est un milieu optiquement homogène.
148

Hydraté : Qui contient de l'eau.
11, 12

I-J-K

Incandescent : Caractérise un matériau très chaud qui émet de la lumière.
108

Isolant : Substance qui s'oppose au passage de l'électricité.
106, 107

Journée : Tour complet de la Terre sur elle-même, dure 24 heures.
172

Kilogramme : Unité internationale de masse.
1 L d'eau a une masse voisine de 1 kg.
22

L-M

Liquéfaction : Passage de l'état gazeux à l'état liquide.

70, 72, 73

Manomètre : Appareil de mesure de la pression.

71

Masse : Se mesure avec une balance et s'exprime en kilogramme (kg).

22, 23, 25, 27, 82

Matérialiser : Représenter une idée sous forme concrète.

148

Mélange : Substance contenant plusieurs constituants.

30, 32

Mélange hétérogène : Mélange dans lequel on distingue certains constituants à l'œil nu.

40, 42, 46, 50, 52

Mélange homogène : Mélange dans lequel on ne distingue pas les constituants, à l'œil nu.

40, 42, 43, 46, 62

Mélange réfrigérant : Mélange qui abaisse la température.

80

Ménisque : Partie incurvée à la surface d'un liquide.

183

Miscibles : Se dit de deux liquides qui se mélangent en formant un mélange homogène.

41, 42, 93

Modèle : Représentation concrète d'un phénomène.

150

O-P

Objet diffusant : Objet qui renvoie une partie de la lumière qui lui parvient (d'une source primaire ou non).

140

Ombre portée : Zone non éclairée d'un écran placé derrière un objet opaque éclairé.

160, 161

Ombre propre : Partie d'un objet éclairé qui ne reçoit pas de lumière.

160, 161

Opaque : Qui ne peut pas être traversé par la lumière.

140, 150

Orbite : Trajet d'un corps céleste autour d'un autre corps céleste.

172

Palier : Partie d'un graphique parallèle à l'axe des abscisses.

71, 72, 80

Pression : Se mesure avec un baromètre ou un manomètre et s'exprime en pascal (Pa) ou en bar. Au niveau de la mer, la pression atmosphérique normale est de 1013 hPa.

72, 73, 75

R

Rayon de lumière : Droite fléchée représentant la propagation de la lumière.

150, 151

Récepteur : Élément électrique qui utilise l'électricité pour fonctionner.

107

Rectiligne : Qui est ou se fait en ligne droite.

150

Révolution : Retour périodique d'un astre à un point de son orbite. La révolution de la Terre autour du Soleil est le temps mis par la Terre pour parcourir son orbite, soit 1 année.

172

S

Satellite : Corps céleste qui tourne autour d'une planète.

173

Saturée : Qualifie une solution dans laquelle on ne peut plus dissoudre de quantité supplémentaire de soluté.

43

Se propager : Se déplacer en s'éloignant de sa source.

148

Série : Façon de brancher deux dipôles, les dipôles étant branchés l'un à la suite de l'autre. Dans un montage série, le courant part du générateur et y revient en suivant un seul et même chemin.

128, 129

Solidification : Passage de l'état liquide à l'état solide.

70, 80, 81, 82, 83

Solstices : Moments de l'année où la durée du jour est maximale ou minimale.

169

Soluté : Substance dissoute dans un solvant.

42, 43

Solution : Résultat de la dissolution d'une ou plusieurs substances dans une autre ; c'est un mélange homogène.

42, 43

Solvant : Liquide qui a la propriété de dissoudre des substances.

42, 43

Source de lumière ponctuelle : Source de lumière peu étendue, ou petite par rapport aux autres éléments de la scène : le filament d'une lampe en est un exemple.

159, 160, 161

Source primaire de lumière : Objet émettant de la lumière qu'il produit.

140

Sulfate de cuivre : Substance utilisée pour mettre en évidence la présence d'eau.

11, 12

Surface libre : Surface d'un liquide en contact avec l'air.

10, 12

T-V

Température : Se mesure avec un thermomètre et s'exprime en degré Celsius (°C).

72

Thermomètre : Appareil de mesure de la température.

72, 74

Transparent : Qui laisse passer la lumière.

140, 150

Vaporisation : Passage de l'état liquide à l'état gazeux.

60, 72, 73

Verrerie jaugée : Récipients en verre permettant des mesures de volume précises.

22

Voir : Voir un objet, c'est recevoir dans l'œil de la lumière issue de cet objet.

140

Crédits photographiques

Couverture : (h) © Pat Powers & Cherryl Schafer/Getty Images ; (b) © MediоImages/Getty Images – **P. 9** : © The Image Bank/Getty Images – **P. 10** : © (h) Stone/Getty Images – **P. 14** : (hd) © Jack Dyking/The Image Bank/Getty Images ; (bg) © Marsu by Franquin 2006 – www.gastonlagaffe.com – **P. 15** : (h) © Antonio M. Rosario/Getty Images ; (b) © Detlev Van Ravenswaay/SPL/Cosmos – **P. 19** : © Charlie Newham/Alamy – **P. 24** : (h) © Bianchetti/ Leemage ; (b) © BIPM : bureau international des poids et mesures, www.bipm.org – **P. 25** : © Pascal Sittler/Rea – **P. 29** : © Neo Vision/Getty Images – **P. 35** : © Joël Douillet/Bios – **P. 38** : © Garry Gay/Getty Images – **P. 42** : (b) © Martin Harvey/NHPA – **P. 44** : (h) © P. J. Wagner/Photo Access/Getty Images ; (b) © Jean-Pierre Pieuchot/Getty Images – **P. 45** : © Najlah Feanny/Rea – **P. 49** : © Profimedia.CZ s.r.o. /Alamy – **P. 55** : © M. Depardieu/Inserm – **P. 58** : (d) © Jaubert/Sipa – **P. 59** : © Bruno Pambour/Bios – **P. 62** : (b) © Nicolas Tavernier/Rea – **P. 64** : (h) © Garry Gay/Getty Images ; (b) © Stone/Getty Images – **P. 65** : (h) © The Art Archive/Biblioteca Bertoliana Vicenza/Dagli Orti ; (b) © Chris Howes/Wild Places Photography/Alamy – **P. 67** : (d) © Kharbine-Tapabor – **P. 68** : © Pal Hermansen/Stone/Getty Images – **P. 74** : © MP/Leemage – **P. 75** : (g) © Météo-France ; (d) © Météo-France/Philippe Frayssinet – **P. 78** : © Alain Guerrier/Jacana/Hoaqui – **P. 84** : (h) © Floyd Dean/Taxi/Getty Images ; (b) © Johner Images/Getty Images – **P. 85** : © Bartomie Zborowski/Epa/Sipa – **P. 87** : © Sidamon-Pesson/Bios – **P. 91** : (g) © W.H. Müller/Zefa/Corbis ; (d) © Georges Lopez/Bios – **P. 98** : © Kharbine-Tapabor – **P. 103** : © Walter Bibikow/Photononstop – **P. 108** : (h) © Bettmann/Corbis ; (m) © Kharbine-Tapabor ; (b) Science Museum, London UK © Bridgeman – **P. 109** : © Ralph H. Wetmore II/Stone/Getty Images – **P. 113** : © Charlie Bibby/Financial Times/Rea – **P. 120** : (h) © Jaako Malmivuo <http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/01/01.htm> ; (b) © Archivio Iconografico, S.A. /Corbis – **P. 124** : © Thierry Orban/Corbis – **P. 131** : (h) © Michel Dallaire Design Industriel Inc. – **P. 137** : © Elmtree Images/Alamy – **P. 140** : (h) © Gail Shumway/Getty Images ; (m) © NASA/JPL-Caltech/Corbis ; (b) © Jim Ballard/Stone/Getty Images – **P. 142** : (h) © Heritage Images/Leemage – **P. 145** : © Silvestre Machado/Photonica/Getty Images – **P. 146** : © Ian McKinnell/Taxi/Getty Images – **P. 147** : © Christophe Migeon/Bios – **P. 150** : © CNRS Phototèque/LCF IO/Georges Patrick – **P. 152** : (h) © Philippe Gontier/Eurelios ; (b) © Antoine Devouard/Rea – **P. 153** : © Michel Gunther/Bios – **P. 156** : (bg) © Klein & Hubert/Bios – **P. 157** : © Michel Gaillard/Rea – **P. 160** : © Jason Edwards/National Geographic/Getty Images – **P. 162** : © Heritage Images/Leemage – **P. 163** : © The Art Archive/Musée du Louvre Paris/Dagli Orti – **P. 166** : © Daniele Schneider/Photononstop – **P. 166** : © Osf/Bios Nasa – **P. 171** : (g) ; (d) © Olivier Suzereau/Bios – **P. 172** : (h) © Arnulf Husmo/Stone/Getty Images ; (bg) © Jan Stromme/Alamy ; (bd) © Helene Rogers/Alamy – **P. 173** : (h) © Thierry Legault/Eurelios ; (b) © F. Espenak/Ciel et Espace – **P. 174** : © Selva/Leemage – **P. 175** : © J. Lodriguss/Ciel et Espace – **P. 176** : © Bill Curtsinger/National Geographic Image Collection – **P. 178** : © Peter Arnold/Bios Nasa

Toutes les photographies non référencées ont été réalisées par Patrice Amiot.

Nous avons recherché en vain les auteurs ou les ayants droit de certains documents reproduits dans ce livre. Leurs droits sont réservés aux Éditions Didier.

Illustrations

- Emmanuelle ROBIN : pages de garde, pp. 7, 18, 45, 50, 51, 60, 61, 74, 94, 101, 121, 135, 138, 139, 145 (g), 148, 154, 156
- Jean-Michel FORRAT : pp. 34, 54, 55, 70
- Christophe DE ANGELI : pp. 100, 145 (d)

Bilans illustrés : Jean-Louis Goussé / SG Création

Schémas : Lionel Buchet / SG Production

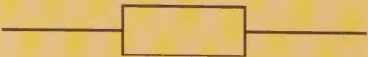
Couverture : Contours

Maquette intérieure : SG Création

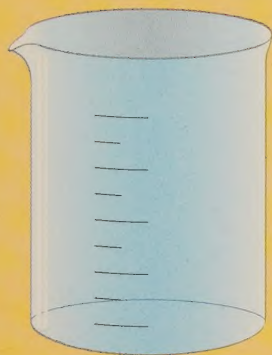
Photogravure : Labogravure

Mise en pages : SG Production

Symboles des éléments électriques

Pile	
Autre générateur	
Interrupteur ouvert	
Interrupteur fermé	
Lampe	
Fil de connexion	
Diode	
Diode électroluminescente DEL	
Moteur	
Résistance	

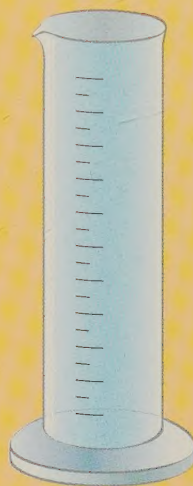
Le matériel de chimie



bécher



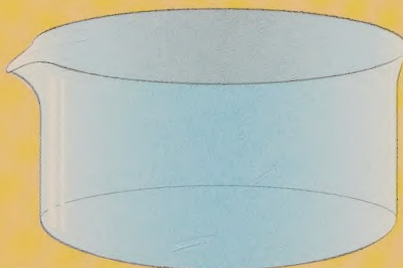
tube à essais



éprouvette graduée



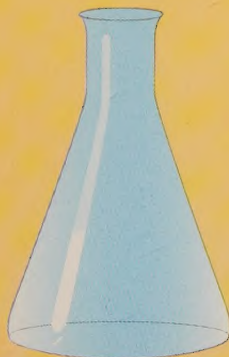
fiole jaugée



cristallisoir



verre à pied



Erlenmeyer



ballon à fond rond



pince en bois

Un livre du professeur qui propose :

- Les objectifs visés, les connaissances construites pour chaque chapitre.
- Une aide à la mise en œuvre des activités expérimentales
- Les réponses :
 - aux questions posées en activités ;
 - aux exercices.

Un site contenant :

- Les protocoles et les énoncés d'exercices au format word ou équivalent.
- Des documents iconographiques à vidéo-projeter ou pour réaliser des transparents.

<http://www.delapommealalune.com>

