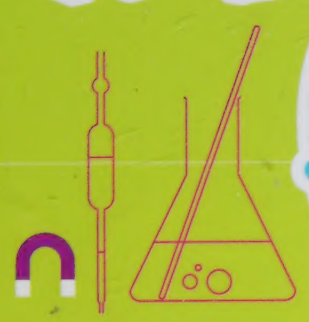


# Physique Chimie

3<sup>e</sup>

Collection Incandescences



**M**  
MAGNARD

4 rendez-vous  
avec **JUNIOR** 

Ces deux oscilloscopes sont d'aspects différents, mais ils ont la même fonction : permettre de mesurer et de visualiser des tensions.

En les utilisant, vous pourrez savoir si la tension est continue ou si elle est variable au cours du temps.

Voici les éléments principaux, communs à ces deux oscilloscopes, et nécessaires pour réaliser des mesures.



## ■ Un écran quadrillé sur lequel s'affichera la courbe

Cette courbe est tracée par un spot qui se déplace sur l'écran. L'axe vertical est l'axe des tensions, l'axe horizontal est l'axe des temps.

## ■ Des boutons de mise en marche

Ils permettent de mettre en route l'appareil et de régler le spot.

## ■ Une borne d'entrée Y et une borne de masse (noire)

Un oscilloscope se branche comme un voltmètre, en dérivation. La tension qu'on veut visualiser doit être appliquée entre la borne Y et la borne de masse.

## ■ Des boutons de réglage verticaux (jaune ou bleu)

Ils modifient l'échelle de l'axe vertical (axe des tensions).

## ■ Des boutons de réglage horizontaux (rouge)

Ils modifient l'échelle de l'axe horizontal (axe des temps).

# OSCILLOSCOPE

## Obtenir et régler la trace



Appuyer sur le bouton marche/arrêt ①. Placer le levier ④ sur la position 0. Régler la luminosité et la netteté du spot en agissant sur les boutons ② et ③.

## Choisir le calibre adapté pour mesurer une tension



- Placer le sélecteur ④ en position  $\approx$ .
- Appliquer la tension à mesurer entre la borne de voie Y ⑤ et la masse ⑥. Si l'oscilloscope possède deux voies, choisir la voie Y1.
- Le bouton jaune permet de choisir l'échelle de graduation de l'axe vertical. On règle la sensibilité verticale ⑦ pour obtenir la plus grande déviation du spot sans sortir de l'écran.

**Exemple :** si la sensibilité verticale est réglée sur 2 V cela signifie que, sur l'axe vertical, chaque grand carreau représente 2 volts.

## Ajuster la base de temps



Le bouton de base de temps ⑧, permet de régler l'échelle de l'axe horizontal. Il définit la durée que met le spot pour parcourir une division.

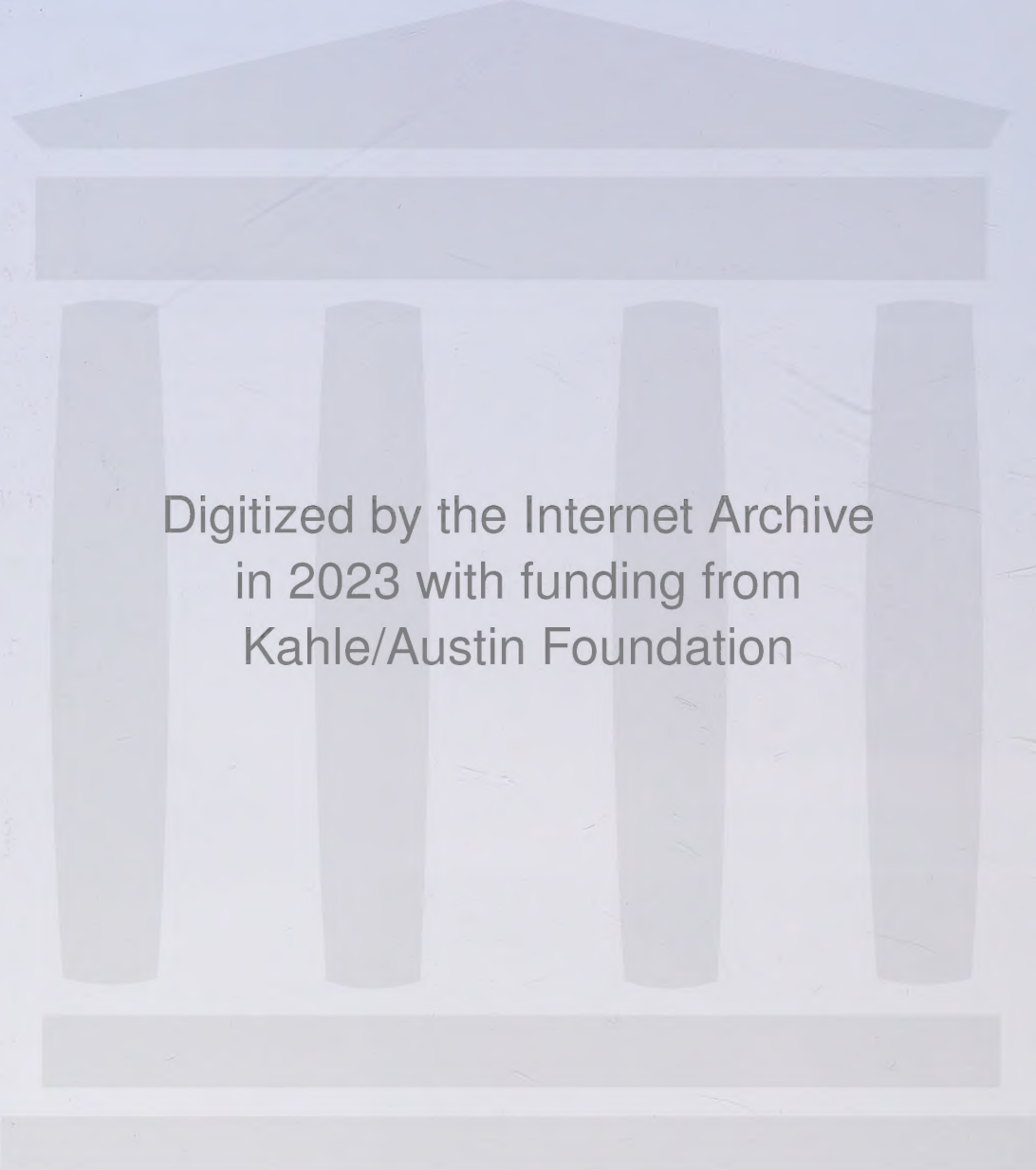
**Exemple :** sur le réglage choisi, chaque grand carreau de l'axe horizontal représente 1 ms. La base de temps doit être réglée pour une bonne observation de la tension (on doit voir quelques périodes).

## Utiliser l'oscilloscope sans balayage

On peut dans certain cas utiliser l'oscilloscope sans balayage (mode XY).

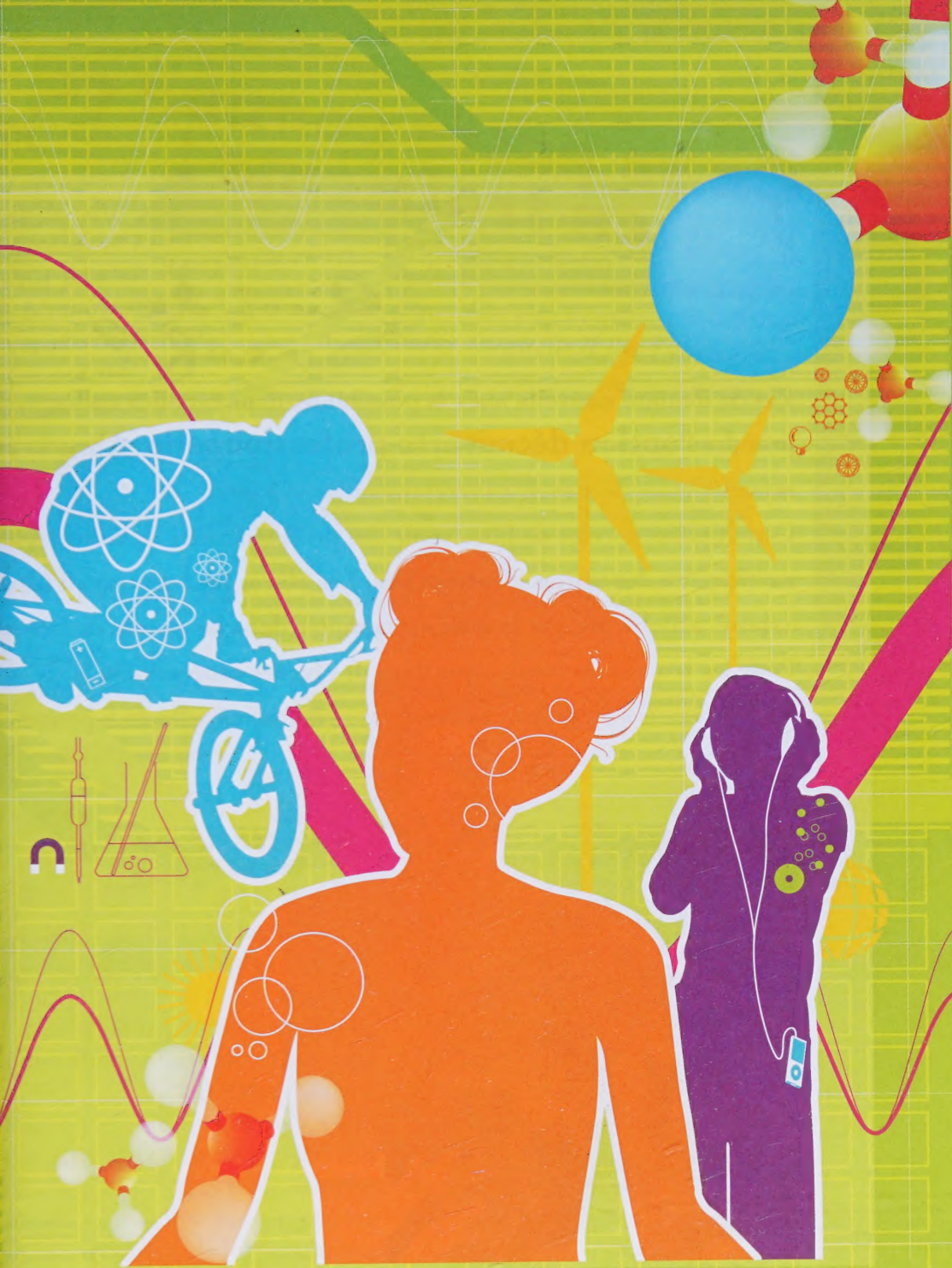
Le spot est alors un point.

- Placer le sélecteur sur le mode XY.



Digitized by the Internet Archive  
in 2023 with funding from  
Kahle/Austin Foundation

<https://archive.org/details/physiquechimie3m0000vill>



Réussir en 3<sup>e</sup>

3<sup>e</sup>

Physique Chimie



MAGNARD  
www.magnard.fr

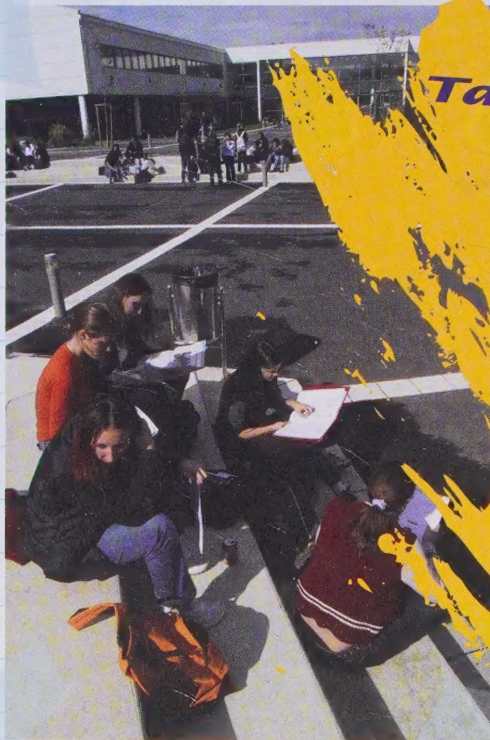
# Ça se passe comme ça en troisième !

Quoi de neuf ?

Pas de matière nouvelle mais la possibilité, dans certains collèges, de prendre l'**option découverte professionnelle** : 3 heures par semaine pour découvrir concrètement les métiers.

Cette option permet de faire venir des professionnels au collège ou participer à des visites d'entreprises. Les élèves font un travail (dos exposé, affiche, etc.) et la note est comptée dans les points du brevet.

Pour les troisièmes implantées dans des lycées professionnels, on propose des modules de découverte professionnelle de 6 heures.



## Ta dernière année

Si tout se passe bien, la 3<sup>e</sup> est ta dernière année de collège...

Tu connais tout le monde et tu n'es pas impressionné par la rentrée.

Les choses ont bien changé depuis ton arrivée en 6<sup>e</sup> !

Être « le grand », cela donne aussi des devoirs vis-à-vis des plus jeunes.

n'hésite pas à aider ceux qui sont un peu perdus. Après tout, l'année prochaine, toi aussi tu seras le plus jeune au lycée...

2 Mon stage de découverte professionnelle

Je n'avais pas de piston : j'ai trouvé un stage dans une agence de voyage en allant voir toutes celles de mon quartier et en expliquant que j'avais vraiment envie de venir !

J'ai appris comment consulter une base de données sur un ordinateur et pas mal de choses en géographie. Je me suis rendue compte que finalement c'est un métier sédentaire. On vend du voyage mais on en fait peu !!!!

Alex,  
16 ans



## Paroles de profs

Je vois bien que mes élèves ont des difficultés à se concentrer : l'adolescence, ce n'est pas un âge facile et on a bien du mal à s'intéresser à autre chose qu'à soi-même.

Pour les collégiens, et leurs parents, la classe de troisième représente un premier palier d'orientation. Pour la première fois depuis qu'ils sont entrés au collège, ils sont confrontés à une pluralité de chemins possibles, entre lesquels il faut choisir.

## Les sciences en troisième

### Vive la démarche scientifique !

À partir d'une question, on met en place une démarche pour apporter des réponses :

- ✓ faire des hypothèses...
- ✓ imaginer une expérience pour vérifier si les hypothèses sont bonnes...
- ✓ concevoir des protocoles d'expérience et faire l'expérience...
- ✓ observer et tirer les conclusions...
- ✓ mettre en forme les conclusions pour les communiquer.



En troisième, on demande aux élèves plus d'**autonomie**. Ils doivent participer eux-mêmes davantage à la recherche.

### À quoi ça sert ?

La physique-chimie aide à comprendre les problèmes de société, par exemple les enjeux de l'environnement et les grandes questions d'énergie.

# Passons le brevet

## DNB

Quand tes parents étaient enfants, on disait BEPC, brevet d'études du premier cycle du second degré, puis on a dit Brevet des collèges et maintenant son vrai nom est Diplôme National du Brevet (DNB).

### Je révise, je fiche...

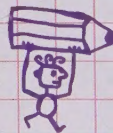
La clé du succès, c'est de faire des **fiches de révision** avant l'examen, mais attention c'est long !

**Règle n°1 :** Ta fiche doit être pratique pour toi. Choisis un support et un format qui te plaisent pour les transporter facilement. Utilise les couleurs que tu préfères pour bien structurer et mettre en valeur les infos. Respecte un code précis pour les parties et les sous-parties et mets au point des abréviations faciles à comprendre.

**Règle n°2 :** La fiche n'est pas TOUT le cours mais ce que tu dois apprendre. Tu dois retrouver sur ta fiche : le titre de la leçon, le plan complet, les mots et idées clés.

**Règle n°3 :** Note toutes les définitions, les démonstrations, les formules, les dates et les noms propres qui sont importants pour la bonne compréhension de ta leçon. Comme ce sont des termes difficiles à retenir, fais-les ressortir.

**Règle n°4 :** Fais-toi des schémas ou des tableaux, surtout si ta mémoire est visuelle. Note aussi quelques exemples.



### Gère ton planning

« Un an c'est long, j'ai le temps ! »  
OUI et NON, le secret est la régularité et l'attention en cours.

« Qu'est-ce qu'un planning de révision ? »

Quatre semaines avant le début des épreuves, tu listes les chapitres que tu dois réviser dans chacune des épreuves. Ensuite, tu établis un programme : chapitres, dates... Et chaque soir, tu boucles ton programme de la journée.

« Je commence les révisions quand ? »

La première révision se fait au moment du brevet BLANC. C'est donc dès les vacances de Noël que tu prends une partie des fiches.

Bon courage !



Compte tes points\* :

**170 points minimum !**

notes

\* Ce calcul vaut pour les élèves en série collège option LV2.

### Les points du contrôle continu

Compte tes moyennes pour les 10 disciplines suivantes : français, maths, LV1, SVT, physique-chimie, EPS, arts plastiques, éducation musicale, technologie, LV2.

Cela fait 10 notes sur 20, soit un total sur 200.

### + Les points de vie scolaire

La note de vie scolaire correspond à l'assiduité en cours et au respect du règlement : elle est sur 20.

### + Les notes de l'examen final

Chaque épreuve (français, maths et histoire-géo) est notée sur 40 points.

Cela fait 3 notes sur 40 soit un total sur 120 points.

### + Les bonus des options

Tu peux obtenir des points supplémentaires (ceux supérieurs à la moyenne de 10 sur 20) grâce aux options : latin, grec, langue étrangère ou régionale, ou découverte professionnelle 3 heures.

### = La note du Brevet

Il faut avoir 170 points (sur 340) pour avoir son Brevet.



### Conseil de pro(f)

Le jour de l'examen, bien lire les énoncés et les consignes des sujets (chaque mot a son importance).

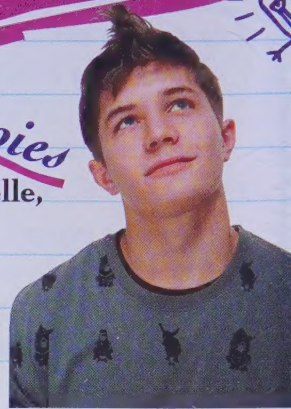
### B2i indispensable

(On dit beh-deux-zi !!!)

C'est le brevet informatique et internet, ton permis de conduire un ordinateur en quelque sorte ! Pour avoir le brevet, il faut avoir validé le B2i, c'est-à-dire avoir prouvé que tu sais bien te servir d'une messagerie, faire une recherche sur internet, utiliser un tableur et un traitement de texte. C'est le principal du collège qui délivre l'attestation de B2i sur proposition du prof principal. Dans ton manuel, il y a des activités qui servent à valider certaines compétences informatiques !

# Et après la troisième ?

## 3 grandes voies



Trois voies s'offrent à toi : la voie professionnelle, la voie technologique ou la voie générale.

- Si tu choisis **la voie professionnelle**, tu vas faire ensuite deux ans d'études pour atteindre le CAP (certificat d'études

professionnelles) ou trois-quatre ans d'études pour atteindre le BAC professionnel (avec la possibilité de passer un BEP en cours de formation). Tu as 15-16 ans ? Si tout se passe bien, tu chercheras un travail vers 20 ans après avoir appris les rudiments d'un métier et fait des stages. La difficulté est de bien t'orienter dans les choix de l'enseignement professionnel car, comme les métiers, il y a plusieurs branches. Tu peux aussi choisir de suivre une formation « en alternance », c'est-à-dire en travaillant à temps partiel dans une entreprise.

- Si tu choisis **la voie technologique**, tu rentreras d'abord en classe de seconde générale et technologique, et c'est un an après, en première que tu opteras soit pour les STG (sciences et technologies de la gestion), les STI (sciences et technologies industrielles), les STL (sciences et technologies des laboratoires) ou les ST2S (sciences et technologies de la santé et du social). Avec ton bac en poche, tu continueras peut-être des études supérieures pendant encore deux ans pour obtenir un BTS (brevet de technicien supérieur) ou un DUT (diplôme universitaire de technologie).

- Si tu choisis **la voie générale**, tu passeras d'abord en classe de seconde générale et technologique, mais en première, tu choisiras en

6 *Pour chacune des secondes, il faudra choisir des options (on les appelle « enseignements de détermination »). Le choix est assez ouvert : renseigne-toi au CIO et sur Internet parce que cela peut être déterminant pour ton orientation future.*

ES (économique et social), L (littéraire) ou S (scientifique). Tu es parti pour poursuivre des études longues : classe prépa ou université !

**« Je n'ai aucune idée de ce que je vais faire plus tard... »**

**Comment dans ce cas choisir quoi que ce soit ? »**

(Jeremy, 15 ans)

Né pas avoir de projet professionnel à 14 ou à 15 ans est normal, la plupart des élèves sont comme ça ! C'est le contraire qui est rare ! Cela ne t'empêche pas de commencer à avoir un projet scolaire qui dépend de ta capacité de travail, de ce pour quoi tu es doué et de tes envies.

## Les vœux d'orientation



**« Vœux d'orientation, à quoi ça sert ? »**

Avant le conseil de classe du deuxième trimestre, tu devras faire des vœux provisoires qui deviendront définitifs avant le conseil du troisième trimestre. Ces vœux expriment tes souhaits d'orientation...

Où veux-tu te diriger ? dans la voie professionnelle, la voie générale ou technologique ?

Attention, les professeurs ne sont pas obligés d'exaucer tes vœux...

Le conseil de classe va prendre en compte tes notes, ta capacité de travail et ton attitude avant de rendre un avis.

**« Comment remplir la fiche de vœux ? »**

Surtout pas au hasard... Tu peux demander rendez-vous au professeur principal et à un conseiller d'orientation-psychologue, pour en parler avant de remplir ta fiche.

**« Le conseil de classe n'a pas choisi comme moi, que faire ? »**

Pars du principe que les profs ont réfléchi avant de se prononcer.

Ils ont sans doute de bonnes raisons pour te proposer une autre orientation que celle que tu souhaitais et c'est au principal de t'expliquer (à toi et à tes parents) leur choix. Mais tu peux faire appel.

Tu as alors « trois jours francs » (72 heures) pour le faire. Ton cas sera examiné par une commission d'appel qui réunit, en juin, des inspecteurs, des chefs d'établissements, un CPE et un spécialiste d'orientation.... Tes parents (et toi) pourront (ré)expliquer ta position et la commission décidera.

## JOKER



Si le conseil de classe du collège refuse l'orientation que tu as demandée en fin d'année de troisième, tu peux préférer le redoublement à une orientation vers une seconde non désirée.



Le socle commun est une sorte de culture commune que chaque élève doit posséder lorsque, à 16 ans, il termine la phase de la scolarité obligatoire. Depuis avril 2005, le principe est inscrit dans la loi d'orientation pour l'avenir de l'École. Les experts, après avoir défini 7 grands piliers sur lesquels repose le socle, ont commencé à identifier, niveau par niveau, depuis l'école primaire, et matière par matière ce qu'il fallait que les élèves sachent obligatoirement.

En physique-chimie, des inspecteurs et des professeurs ont identifié à l'intérieur du programme de troisième des éléments qui font référence au socle. Certains de ces éléments sont des choses à savoir, d'autres sont des choses à savoir faire (des capacités), d'autres enfin sont des attitudes à adopter.

Pour faire le point sur ses acquisitions, chaque élève disposera peut-être à l'avenir d'un livret individuel de compétences, mais dès maintenant ce manuel identifie des exercices en rapport avec les exigences du socle commun.

### Les sept piliers du socle commun

1 La maîtrise de la langue française

2 La pratique d'une langue vivante étrangère

3 Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique

4 La maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication

5 La culture humaniste

6 Les compétences sociales et civiques

7 L'autonomie et initiative

Conception maquette et mise en page : Jean-Louis Liennard  
Illustration de Stéphane Kiehl en couverture





# Physique Chimie

Collection **Incandesciences**  
Programme 2008

Collection dirigée par **Nicolas Cheymol** et **Michaël Hoff**

**Cécile Bochar-Oczkowski**

*Académie de Lyon*

**Sophie Édouard**

*Académie de Paris*

**Valérie Lambert**

*Académie de Paris*

**Sophie Robert**

*Académie de Nantes*

**Bérengère Villard**

Coordinatrice  
*Académie de Paris*

**Vincent Mas**

Conseiller pédagogique  
*Académie de Montpellier*

3<sup>e</sup>  
Physique Chimie

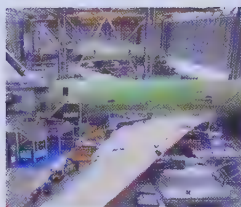


MAGNARD  
[www.magnard.fr](http://www.magnard.fr)

# Sommaire

## CHIMIE

### LA MATIÈRE ET SES TRANSFORMATIONS



Avant de commencer ..... 16-17

#### Chapitre 1 : La matière et les métaux ..... 18-19

##### Activités

1. Quelles sortes de solides peut-on observer autour de nous ? ..... 20-21
2. Comment distinguer des métaux entre eux ? ..... 22-23
3. Qu'observe-t-on lorsqu'on fait un zoom sur un morceau de matière ? ... 24-25
4. La matière : un jeu de construction à partir d'une centaine de briques... 26-27

Cours ..... 28-29

Exercices ..... 30-35

Dossiers : Atomes et modèles atomiques ..... 36-37

Métiers : Bijoutier-joaillier

#### Chapitre 2 : Particules et charges électriques ... 38-39

##### Activités

1. Pourquoi certains solides sont-ils conducteurs de l'électricité ? ..... 40-41
2. Qu'est-ce qu'un ion et comment détecter sa présence ? ..... 42-43
3. Quelles solutions conduisent le courant électrique ? ..... 44-45
4. Seriez-vous capable de relever ces défis ? ..... 46-47

Cours ..... 48-49

Exercices ..... 50-55

Dossier : Des ions qui permettent la vie ..... 56-57

Métiers : Technicien de laboratoire d'analyse des eaux

#### Chapitre 3 : La matière se transforme ..... 58-59

##### Activités

1. Comment représenter les transformations chimiques de la matière ? ..... 60-61
2. Comment le fer se comporte-t-il dans différentes solutions ? ..... 62-63
3. Comment fabriquer des substances chimiques en laboratoire ? ..... 64-65
4. Les biocarburants, une solution alternative aux énergies fossiles ? ..... 66-67

Cours ..... 68-69

Exercices ..... 70-75

Dossier : Hommage à Pierre Potier... ..... 76-77

Métiers : Aromaticien / Formulateur

L'indispensable en... chimie ..... 78-79

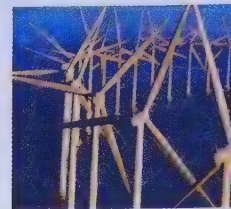
#### Énergie et chimie

Où se cache l'énergie chimique ? ..... 198-199

Piles et technologie ..... 200-201

## ÉLECTRICITÉ

### LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN « ALTERNATIF »



Avant de commencer ..... 88-89

#### Chapitre 4 : Les tensions électriques variables ... 90-91

##### Activités

1. Comment mettre en évidence les propriétés de la tension du secteur ? ... 92-93
2. Comment étudier une tension alternative ? ..... 94-95
3. Comment visualiser une tension alternative périodique ? ..... 96-97
4. Qu'indique un voltmètre utilisé en position alternative ? ..... 98-99

Cours ..... 100-101

Exercices ..... 102-107

Dossier : La tension du secteur dans le monde ... 108-109

Métiers : Domoticien

#### Chapitre 5 : Production d'une tension variable ..... 110-111

##### Activités

1. Peut-on produire une tension sans pile ? ..... 112-113
2. Comment produire une tension avec une manivelle ? ..... 114-115
3. Alternatif ou continu ? ..... 116-117

Cours ..... 118-119

Exercices ..... 120-125

Dossier : Bien circuler, une question de sécurité ..... 126-127

Métiers : Ingénieur en énergie solaire

L'indispensable en... électricité ..... 128-129

#### Énergie et puissance électrique

Énergie et puissance en électricité, une même notion ? ..... 202-203

Puissance fournie et puissance consommée ..... 204-205

## LE RENDEZ-VOUS de Science & Vie Junior



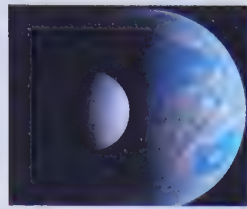
- À propos de... chimie ..... 80-81  
Bienvenue dans les fumeurs noirs ..... 82-83  
6 métiers de la chimie ..... 84-85



- À propos de... l'électricité ..... 130-131  
Tous branchés ..... 132-133  
6 métiers de l'électricité ..... 134-135

# MÉCANIQUE

## MOUVEMENTS ET INTERACTION GRAVITATIONNELLE



Avant de commencer..... 138-139

**Chapitre 6 : Les mouvements dans notre univers** ..... 140-141

- Activités**
- 1. Sécurité routière : qu'apporte l'étude des mouvements ? ..... 142-143
  - 2. Comment chute un corps à la surface de la Terre ? ..... 144-145
  - 3. Une première approche de la cause des mouvements..... 146-147

**Cours**..... 148-149

**Exercices** ..... 150-155

**Dossier : Comprendre les lois de la nature**..... 156-157

**Métiers** : Planétologue

**Chapitre 7 : L'interaction qui gouverne notre Univers**..... 158-159

- Activités**
- 1. Qu'est-ce que l'interaction gravitationnelle et le poids ?..... 160-161
  - 2. Quelle est la différence entre le poids et la masse d'un objet ? ..... 162-163
  - 3. Quelle relation existe-t-il entre la masse et le poids ?..... 164-165

**Cours**..... 166-167

**Exercices** ..... 168-173

**Dossier : Les interactions fondamentales**..... 174-175

**Métiers** : technicien en métrologie

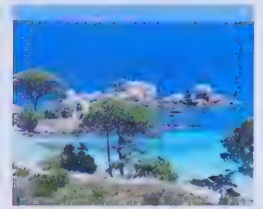
**L'indispensable en... physique**..... 176-177

### Énergie et mécanique

- L'énergie en mécanique ..... 206-207
- La production d'électricité..... 208-209
- Énergie et sécurité routière ..... 210-211

# ÉNERGIE

## L'ÉNERGIE ET SES TRANSFORMATIONS



### Dossier : L'énergie, une vue d'ensemble

- Pourquoi parler d'énergie ?..... 186-187
- Qu'est-ce que l'énergie ? ..... 188-189
- Les ressources énergétiques ..... 190-191
- Rien ne se perd, rien ne se crée ..... 192-193
- Les différentes formes d'énergie ..... 194-195
- Travail, chaleur et transformations de l'énergie..... 196-197

### Énergie et chimie

- Où se cache l'énergie chimique ?..... 198-199
- Piles et technologie..... 200-201

### Énergie et puissance électrique

- Énergie et puissance en électricité, une même notion ? ..... 202-203
- Puissance fournie et puissance consommée ..... 204-205

### Énergie et mécanique

- L'énergie en mécanique ..... 206-207
- La production d'électricité..... 208-209
- Énergie et sécurité routière ..... 210-211

**Bilan** ..... 212-213

Comprendre une chaîne énergétique et la schématiser ..... 214-215

**Exercices**..... 216-221

**L'indispensable sur... l'énergie** ..... 226-227

## ANNEXES

Correction des exercices « s'évaluer »..... 228-229

### Fiches méthodes

- La sécurité dans le laboratoire de physique-chimie ..... 230
- Realiser un test chimique..... 231
- Mesurer un pH..... 232
- S'entraîner au B2i..... 233
- Utiliser un tableur-grapheur ..... 234
- La proportionnalité ..... 235

**Lexique** ..... 236-238

**Index**..... 239



- À propos de... mécanique ..... 178-179
- Objectif Mars ..... 180-181
- 6 métiers de la mécanique ..... 182-183



- L'énergie dans la nature et ses dangers... 222-223
- 6 métiers de l'énergie..... 224-225

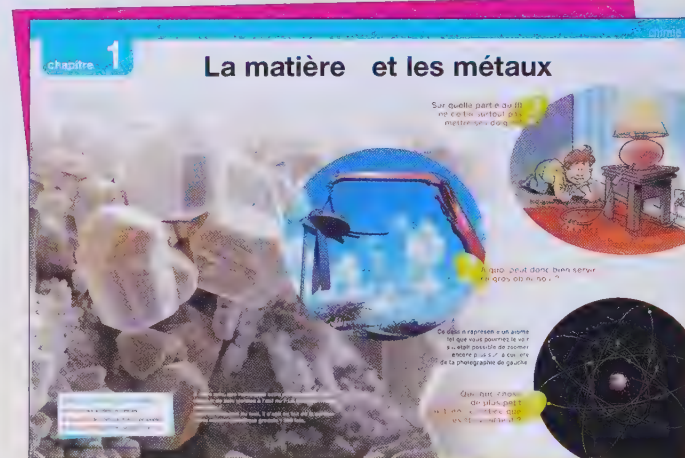
# → POUR BIEN UTILISER VOTRE MANUEL

Faire de la physique-chimie, c'est comprendre le monde dans lequel nous vivons et devenir un citoyen responsable. C'est aussi développer son sens critique et parvenir à se faire une opinion réfléchie sur les grandes problématiques et les enjeux actuels, comme la santé, l'environnement et le développement durable.

Ce manuel est riche en documents de tous types et de différentes provenances. Certains sont originaux, d'autres ont été sélectionnés par les auteurs dans la presse, la publicité ou d'autres médias, parce que la physique-chimie est présente dans de nombreux sujets de sociétés...

## Pour réviser une leçon

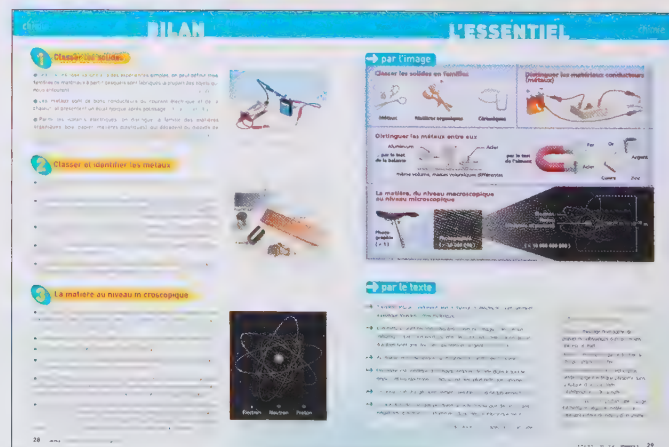
- Reprenez les choses à leur début et observez les documents présentés en **ouverture de chapitre** : ils vous mettent sur la piste de ce qui est important.
- Bien sûr, lisez la page **Bilan** : vous y trouverez tous les éléments importants du chapitre.




- Mais rien ne vaut l'expérience ! Si vous désirez comprendre comment on est arrivé à ce bilan, reportez-vous à l'**activité** concernée pour mener l'enquête.

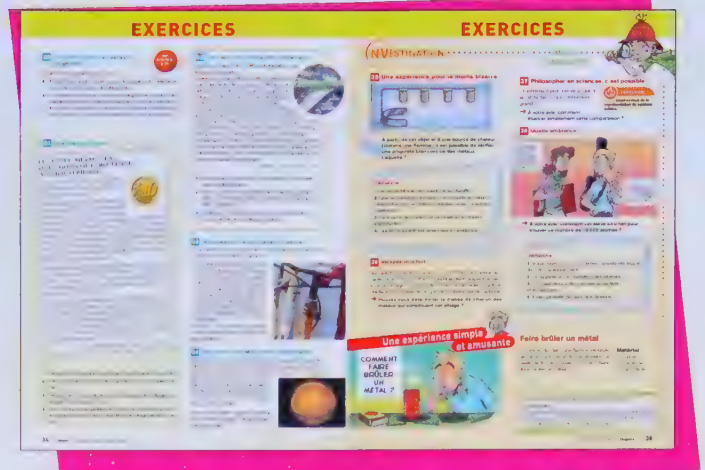
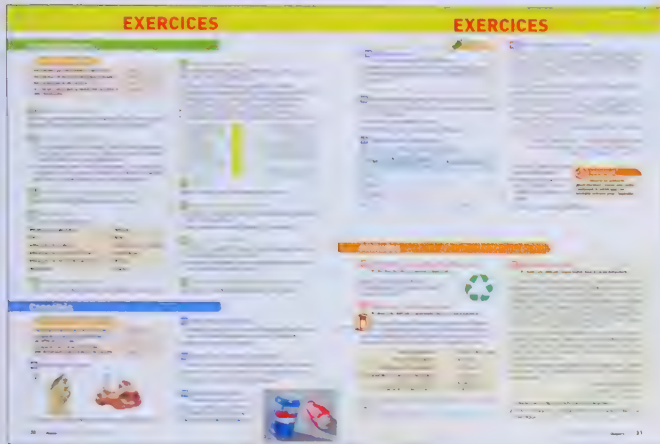
## Pour préparer un contrôle

- Relisez bien la page **L'essentiel** du manuel, elle résume sous forme de **texte** et **d'image**, tous les points du chapitre.
- Apprenez la définition des **mots importants**.



## Pour vous aider à résoudre un exercice


- N'hésitez pas à consulter le **lexique** ou l'**index** si vous ne comprenez pas tous les mots de l'énoncé !
- Lisez bien les **coups de pouce**, s'il y en a. 

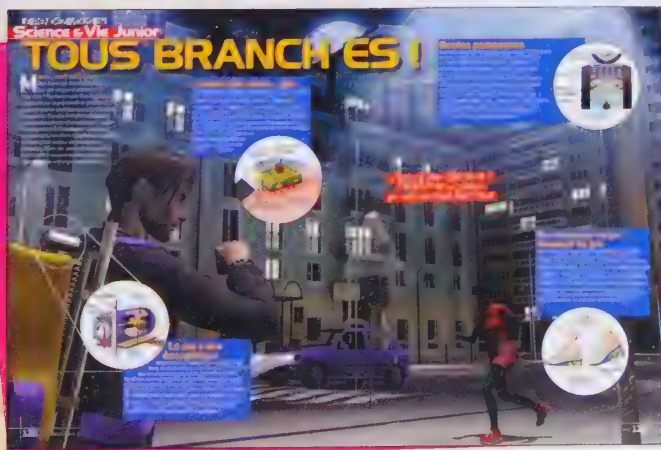


- N'oubliez pas les autres outils que vous offre ce manuel : des fiches **méthodes** répertoriées dans le sommaire et des fiches techniques en début et en fin de manuel.

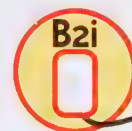
## Pour vous distraire en vous instruisant !

Ce manuel est riche en documents de tous types : photographies, schémas, articles... étranges, étonnants, amusants.  
N'oubliez pas que vous pouvez le parcourir seul !

- Dans les pages **Dossiers**, vous trouverez de multiples pistes pour des recherches documentaires, sur Internet ou ailleurs. 



- Avec les **Rendez-vous de Science et Vie Junior**, découvrez à quel point la science est vivante et variée.
- Informez-vous sur les filières et les métiers associés.



Ce logo indique l'utilisation d'Internet ou d'un logiciel.

## 1. Identifier, trier, traduire, traiter les informations que je reçois

Il faut savoir rechercher, extraire et organiser les informations utiles (écrite, orale, observable)...  
c'est-à-dire :

- travailler sur le média proposé, ses objectifs, le public auquel il s'adresse ;
- observer, recenser les informations ;
  - organiser les informations (schéma, dessin, tableau...).



## 2. S'appropriier le problème, utiliser les données utiles et les débats avec les autres pour identifier les étapes de résolution

Pour identifier un problème et formuler une ou plusieurs hypothèses susceptibles d'y répondre, il faut :

- reformuler un énoncé avec ses propres mots ;
  - relier les données entre elles ;
- formuler à l'oral ou à l'écrit un propos simple, mais rigoureux et construit, en utilisant un vocabulaire adapté ;
- participer au débat lors de la confrontation des hypothèses de la classe.



### 3. Réaliser, manipuler, mesurer, calculer... pour tester la validité des hypothèses

Il faut ensuite s'engager dans une **démarche de résolution**... C'est-à-dire :

- appliquer des consignes ;
- faire des essais ;
- participer à la conception d'un protocole ;
- mettre en œuvre un raisonnement permettant de hiérarchiser et d'articuler les opérations à effectuer pour résoudre le problème ;
- se confronter au réel en réalisant les expériences et en testant les différentes hypothèses.

### 4. Exploiter les résultats, les critiquer, savoir les communiquer sous différentes formes et les adapter au public

Pour **communiquer** et **présenter la démarche** suivie ainsi que les résultats obtenus, il faut :

- confronter le résultat au résultat attendu et faire preuve d'esprit critique ;
- rendre compte avec soin et lisibilité ;
- formuler à l'oral ou à l'écrit un propos simple, mais construit et rigoureux, utilisant des connecteurs logiques ;
- utiliser différents supports médiatiques pour présenter les conclusions (schémas, graphiques, documents multimédias...).

# PROGRAMME DE PHYSIQUE-CHIMIE POUR LA CLASSE DE 3<sup>e</sup>

D'après le *Bulletin officiel* de l'Éducation nationale, Hors-Série, n°6, 19 avril 2007

## A. La chimie, science de la transformation de la matière

Connaissances	Capacités
<b>UTILISATION DES MÉTAUX DANS LA VIE QUOTIDIENNE</b> <i>Quels sont les métaux les plus couramment utilisés ? Quelles sont leurs principales utilisations ?</i>	
Les métaux les plus couramment utilisés sont le fer, le zinc, l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'or.	Reconnaître par quelques tests qualitatifs simples quelques métaux usuels : le fer, le zinc, l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'or.
<b>L'ÉLECTRON : COMPRENDRE LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES MÉTAUX</b> <i>Tous les solides conduisent-ils le courant électrique ?</i>	
Tous les métaux conduisent le courant électrique. <i>Tous les solides ne conduisent pas le courant électrique.</i> La conduction du courant électrique dans les métaux s'interprète par un déplacement d'électrons.	Comparer le caractère conducteur de différents solides à l'aide d'un circuit électrique.
<b>L'ION : COMPRENDRE LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES SOLUTIONS AQUEUSES</b> <i>Toutes les solutions aqueuses conduisent-elles le courant électrique ? D'où proviennent les électrons et les ions mobiles ?</i>	
Toutes les solutions aqueuses ne conduisent pas le courant électrique. La conduction du courant électrique dans les solutions aqueuses s'interprète par un déplacement d'ions. Constituants de l'atome : noyau et électrons. Les atomes et les molécules sont électriquement neutres : l'électron et les ions sont chargés électriquement. <i>Le courant électrique est dû à :</i> – un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant dans un métal ; – des déplacements d'ions dans une solution aqueuse.	Comparer (qualitativement) le caractère conducteur de l'eau et de diverses solutions aqueuses à l'aide d'un circuit électrique. Comparer les ordres de grandeur des dimensions du noyau et de l'atome.
<b>TESTS DE RECONNAISSANCE DE QUELQUES IONS</b> <i>Comment reconnaître la présence de certains ions en solution ? Que nous apprend la valeur du pH ?</i>	
Les formules des ions $\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , et $\text{Fe}^{3+}$ . Domaine d'acidité et de basicité en solution aqueuse.  <i>Une solution aqueuse neutre contient autant d'ions hydrogène <math>\text{H}^+</math> que d'ions hydrogène <math>\text{HO}^-</math>. Dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène <math>\text{H}^+</math> que d'ions hydrogène <math>\text{HO}^-</math>.</i>  Les dangers que présentent des produits acides ou basiques concentrés.	Réaliser les tests de reconnaissance des ions $\text{Cl}^-$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ . Identifier, à l'aide d'une sonde ou par une estimation avec un papier pH, les solutions neutres, acides, et basiques.  Observer expérimentalement l'augmentation du pH quand on dilue une solution acide.
<b>REACTION ENTRE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET LE FER</b> <i>Le fer réagit-il avec l'acide chlorhydrique ?</i>	
Les ions hydrogène et chlorure sont présents dans une solution d'acide chlorhydrique.  Critères de reconnaissance d'une transformation chimique : disparition des réactifs et apparition de produits.	Réaliser : – les tests de reconnaissance des ions chlorure et des ions hydrogène ; – la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique avec mise en évidence des produits. Écrire, avec le nom des espèces en toutes lettres, le bilan de la réaction chimique entre le fer et l'acide chlorhydrique.
<b>APPROCHE DE L'ÉNERGIE CHIMIQUE : UNE PILE ÉLECTROCHIMIQUE</b> <i>Comment une pile peut-elle être une source d'énergie ?</i>	
Les espèces chimiques présentes dans une pile contiennent de l'énergie chimique dont une partie est transformée sous d'autres formes d'énergie lorsqu'elle fonctionne.  L'énergie mise en jeu dans une pile provient d'une réaction chimique : la consommation de réactifs entraîne « l'usure » de la pile.	Réaliser, décrire et schématiser la réaction entre une solution aqueuse de sulfate de cuivre et de la poudre de zinc : <i>Interpréter l'échauffement du milieu réactionnel comme le résultat de la conversion d'une partie de l'énergie chimique des réactifs en énergie thermique.</i>
<b>SYNTHÈSE D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE EXISTANT DANS LA NATURE</b> <i>Peut-on synthétiser l'arôme de banane ?</i>	
La synthèse des espèces chimiques déjà existantes dans la nature permet d'en abaisser le coût et/ou la disponibilité.	Respecter le protocole de la synthèse, effectuée de matière élémentaire de l'acétate d'isoamyle.
<b>CRÉATION D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE N'EXISTANT PAS DANS LA NATURE</b> <i>Peut-on créer de nouvelles espèces chimiques ?</i>	
La synthèse d'espèce chimique n'existant pas dans la nature permet d'améliorer les conditions de vie. <i>Le nylon® comme les matières plastiques sont constitués de macromolécules.</i>	Respecter le protocole permettant de réaliser la synthèse du nylon® ou d'un savon.

## B. Énergie électrique et circuits électriques en alternatifs

Connaissances	Capacités
<b>DES POSSIBILITÉS DE PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ</b> <i>Quel est le point commun des différentes centrales électriques ?</i>	
L'alternateur est la partie commune à toutes les centrales électriques.  L'énergie reçue par l'alternateur est convertie en énergie électrique.  Distinction entre les sources d'énergie renouvelables ou non.	Expliquer la production d'énergie électrique par l'alternateur de bicyclette par la transformation de l'énergie mécanique. Expliquer la production d'énergie électrique dans une centrale hydraulique ou éolienne par la transformation de l'énergie mécanique. Réaliser un montage permettant d'allumer une lampe ou de faire tourner un moteur à l'aide d'un alternateur. <i>Traduire les conversions énergétiques dans un diagramme incluant les énergies « perdues ».</i>

<b>L'ALTERNATEUR</b>		<b>Comment produit-il une tension variable dans le temps ?</b>
Une tension, variable dans le temps, peut être obtenue par déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine.		Illustrer expérimentalement l'influence du mouvement relatif d'un aimant et d'une bobine pour produire une tension.
<b>TENSION CONTINUE ET TENSION ALTERNATIVE PÉRIODIQUE</b>		<b>Qu'est-ce qui distingue la tension fournie par le « secteur » de celle fournie par une pile ?</b>
Tension continue et tension variable au cours du temps : tension alternative périodique. Période. Valeurs maximale et minimale d'une tension.		Identifier une tension continue et une tension alternative.  Construire une représentation graphique de l'évolution d'une tension alternative périodique ; en décrire l'évolution. Reconnaître une tension alternative périodique. Déterminer graphiquement sa valeur maximale et sa période.
<b>L'OSCILLOSCOPE ET/OU L'INTERFACE D'ACQUISITION, INSTRUMENT DE MESURES DE TENSION ET DE DURÉE</b>		<b>Que signifient les courbes affichées par un oscilloscope ou sur l'écran de l'ordinateur ?</b>
La fréquence d'une tension périodique et son unité, le hertz (Hz), dans le Système International (SI). Relation entre la période et la fréquence. La tension du secteur est alternative. Elle est sinusoïdale. La fréquence de la tension du secteur en France est 50 Hz.		Reconnaître à l'oscilloscope, ou grâce à une interface d'acquisition, une tension alternative périodique. Mesurer sur un oscilloscope la valeur maximale et la période.
<b>LE VOLTMÈTRE EN TENSION SINUSOÏDALE</b>		<b>Qu'indique un voltmètre utilisé en position « alternatif » ?</b>
Pour une tension sinusoïdale, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension. Cette valeur efficace est proportionnelle à la valeur maximale.		Identifier à des valeurs efficaces les valeurs des tensions alternatives indiquées sur les alimentations ou sur les appareils usuels. Mesurer la valeur d'une tension efficace (très basse tension de sécurité).
<b>LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE</b>		<b>Que signifie la valeur exprimée en watts (W) qui est indiquée sur chaque appareil électrique ?</b>
Puissance nominale indiquée sur un appareil. Le watt (W) est l'unité de puissance du Système International (SI). Énoncé traduisant, pour un dipôle ohmique, la relation. $P = U.I$ où $U$ et $I$ sont des grandeurs efficaces.  L'intensité du courant électrique qui parcourt un fil conducteur ne doit pas dépasser une valeur déterminée par un critère de sécurité. Le coupe-circuit protège les appareils et les installations contre les surintensités.		Citer quelques ordres de grandeurs de puissances électriques domestiques.  Calculer, à partir de sa puissance et de sa tension nominale, la valeur de l'intensité efficace du courant qui traverse un appareil qui se comporte comme un dipôle ohmique. Exposer le rôle d'un coupe-circuit.  Repérer et identifier les indications de puissance, de tension et d'intensité sur les câbles et sur les prises électriques.
<b>LA MESURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE</b>		<b>À quoi sert un compteur électrique ? Que nous apprend une facture d'électricité ?</b>
L'énergie électrique $E$ transférée pendant une durée $t$ à un appareil de puissance nominale $P$ est donnée par la relation $E = P.t$ Le joule est l'unité d'énergie du système international (SI).		Calculer l'énergie électrique transférée à un appareil pendant une durée donnée et l'exprimer en joule (J), ainsi qu'en kilowatt-heure (kWh).

### C. De la gravitation ... à l'énergie mécanique

Connaissances	Capacités
<b>NOTION DE GRAVITATION</b> Pourquoi les planètes gravitent-elles autour du Soleil ? Pourquoi les satellites gravitent-ils autour de la Terre ?	
Présentation succincte du système solaire. Action attractive à distance exercée par : – le Soleil sur chaque planète ; – une planète sur un objet proche d'elle ; – un objet sur un autre objet du fait de leur masse. La gravitation est une interaction attractive entre deux objets qui ont une masse ; elle dépend de leur distance. La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxies).	Comparer, en analysant les analogies et les différences, le mouvement d'une fronde à celui d'une planète autour du Soleil.
<b>POIDS ET MASSE D'UN CORPS</b> Pourquoi un corps a-t-il un poids ? Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ?	
Action à distance exercée par la Terre sur un objet situé dans son voisinage : poids d'un corps. Le poids $P$ et la masse $m$ d'un objet sont deux grandeurs de nature différente ; elles sont proportionnelles. L'unité de poids est le newton (N). La relation de proportionnalité se traduit par $P = m.g$	Vérifier expérimentalement la relation entre le poids et la masse.
<b>Pourquoi un objet tombe-t-il sur Terre ? Pourquoi l'eau d'un barrage acquiert-elle de la vitesse au cours de sa chute ?</b>	
Un objet possède : – une énergie de position au voisinage de la Terre ; – une énergie de mouvement appelée énergie cinétique. La somme de ses énergies de position et cinétique constitue son énergie mécanique. Conservation d'énergie au cours d'une chute.	Interpréter l'énergie de mouvement acquise par l'eau dans sa chute par une diminution de son énergie de position.
<b>APPROCHE DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE</b> Qu'est-ce que l'énergie cinétique ?	
La relation donnant l'énergie cinétique d'un solide en translation est $E_c = 1/2 m.v^2$ . L'énergie cinétique se mesure en joules (J).	Exploiter la relation $E_c = 1/2 m.v^2$ .
<b>Pourquoi la vitesse est-elle dangereuse ?</b>	
La distance de freinage croît plus rapidement que la vitesse.	Exploiter les documents relatifs à la sécurité routière.

# Le développement

**Répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité, pour les générations futures, de pouvoir répondre à leurs propres besoins : telle est l'ambition du « développement durable ».**



## Le développement durable, pourquoi ?

Par **Guénaëlle Gault**, Directrice adjointe du Pôle Société de TNS Sofres

“ Le développement durable ? Il y a encore quelques années, la plupart des Français connaissaient mal cette notion ou n’y associaient rien de très précis. Il était d’ailleurs assez courant de simplement l’entendre définir comme un développement... qui dure.

Environnement et économie semblaient en effet engagés dans un conflit insoluble où l’écologie et la préservation de notre planète ne pouvaient que s’opposer de manière irréductible à l’accroissement immédiat du capital économique et à la croissance. Aussi, bien que jugé souhaitable en théorie, était-il bien difficile pour les Français de concrètement concevoir ce lien entre économie et environnement que quelques intellectuels avaient décidé de baptiser « développement durable »...

Aujourd’hui, nous sommes entrés dans une nouvelle phase, où les différents progrès – écologique et économique en particulier, mais aussi social ou médical - sont désormais pensés comme pouvant et devant coexister de manière équilibrée.

À présent, les Français exigent que développement économique et protection de l’environnement soient appréhendés de façon indissociable l’un de l’autre. À mesure que leur préoccupation pour l’environnement s’intensifie, on constate d’ailleurs que leur niveau d’intérêt et d’appropriation pour les sujets scientifiques et techniques qui y ont trait augmente également, au point que des problématiques comme le changement climatique ou la réduction des gaz à effets de serre deviennent des sujets d’opinion à part entière.

Dans le même temps, les Français apprennent également, à leur niveau, à concilier et faire converger économie et écologie et trouver des compromis entre leurs désirs de consommateurs et leurs préoccupations de citoyens. En cela, souvent imparfaitement et sans toujours en être conscients, ils modifient leurs propres comportements faisant en quelque sorte du développement durable une pratique personnelle et quotidienne.

Ce rapprochement de l’économie et de l’écologie au niveau individuel ne peut qu’apporter une impulsion neuve au développement durable, renouvelle la compréhension et les attentes à son égard et, surtout, encourage et exige que des solutions plus collectives soient mises en œuvre.

Les décideurs politiques et économiques l’ont récemment bien compris : une très large majorité d’entre eux estiment que les problématiques liées au développement durable occuperont une place importante dans les politiques qu’ils auront à mettre en place dans les années à venir. Et ils le reconnaissent : ce sera avant tout pour répondre aux attentes de plus en plus prégnantes de leurs administrés ou de leurs clients.

En 2008, le développement durable ne peut plus se contenter d’être un argument de marketing ou de communication, pas plus qu’il ne peut se cantonner au rang de valeur éthique. Le développement durable est devenu un schéma de développement crédible pour les Français. ”



## L'affaire de tous

Par **Nathalie Kosciusko-Morizet**, Secrétaire d'État chargée de l'Écologie

“ Le développement durable est l'affaire de tous. Aussi, je me réjouis que le développement durable trouve sa place dans les manuels d'enseignement scolaire. Que de chemin parcouru, depuis le célèbre rapport de Mme Brundtland, ancien Premier ministre norvégien, paru en 1987 ! Le développement durable, c'est un développement plus efficace, plus solidaire, moins gaspilleur qui nous appelle tous à un changement de comportement face aux menaces qui pèsent actuellement sur les hommes et la planète : inégalités sociales, risques industriels et sanitaires, changements climatiques, érosion sans précédent de la biodiversité, bouleversement global de l'équilibre des écosystèmes sous l'effet du changement climatique, pollutions à grande échelle, etc.

Nous inscrire dans une démarche globale de développement durable n'est donc pas un simple choix : c'est une obligation. Il ne peut y avoir de croissance infinie sur une planète finie et limitée dans ses ressources. Car elle n'est pas un puits sans fond. Cela est particulièrement vrai pour le pétrole et les combustibles fossiles. Mais tous les autres « biens » que nous apporte la Nature sont concernés : matières premières, eau, air, sol, populations de poissons...

La promotion du développement durable doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques solides pour répondre de façon appropriée à ces nouveaux enjeux du développement durable. Cela est tout particulièrement vrai pour développer les innovations nécessaires qui feront notre quotidien de demain. Ainsi, la « chimie verte » ne pourra se développer sans de solides connaissances en chimie ; l'étude des changements climatiques nécessite de bonnes connaissances en mécanique des fluides pour comprendre l'évolution de l'atmosphère ; et la miniaturisation des composants électroniques – par exemple pour suivre des populations animales dans le milieu naturel – nécessite une meilleure compréhension des phénomènes à l'échelle atomique. Mais cela est également vrai pour comprendre ces enjeux et agir en citoyen responsable. Le Prix Nobel de la paix, décerné en 2007 aux scientifiques du GIEC, a ainsi envoyé un signal fort au public et aux scientifiques quant aux bénéfices réciproques d'une plus étroite collaboration entre eux. Dans un monde plus complexe et traversé par de nombreuses incertitudes - quels sont les risques sanitaires et environnementaux liés aux OGM, aux nanotechnologies, aux ondes électromagnétiques, etc. ? - c'est de toujours plus de science que nous avons besoin pour constituer un socle commun de dialogue et de débat. ”



## Lettre ouverte aux jeunes

Par **Nicolas Hulot**, Président de la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme

“ La Terre, cette planète magnifique, est bien plus fragile qu'on ne l'imagine et la pression de l'Homme, bien plus forte qu'elle ne peut le supporter.

Plus personne ne peut le nier, les scientifiques sont unanimes, et nous le constatons chaque jour : jamais dans l'histoire de l'humanité, les menaces n'ont été aussi grandes. Cette fois, c'est le fragile équilibre de la vie même qui est en jeu. Tu le sais comme moi : aux terribles injustices qui ravagent l'humanité et qui font que l'espoir des deux tiers de la population mondiale ne consiste plus qu'à tenter de survivre au jour le jour, vient s'ajouter le fardeau d'une empreinte écologique excessive. C'est l'air, l'eau, le sol, le climat, les océans, les fleuves, les forêts, les animaux, les plantes, les glaciers que nous sommes en train de massacrer méticuleusement. Ce sont donc tous les équilibres et les ressources qui garantissent notre milieu de vie qui se trouvent compromis. La civilisation ne tient plus qu'à un fil. De même que l'homme a une part de responsabilité dans cet état des lieux, il a tout autant la possibilité et la capacité d'inverser ce processus. Je te le dis sans fausse repentance et j'essaie tous les jours de participer à cette prise de conscience. Nous avons perdu la tête, nous nous sommes lancé dans une course infernale au toujours plus - toujours plus de biens, de production, de consommation, de déplacements - alors que la simple raison nous dit que la croissance infinie dans un monde fini est une absurdité. Nous avons failli par aveuglement.

Alors c'est à toi d'ouvrir les yeux. C'est à la jeunesse du monde de faire preuve de lucidité, de montrer sa force et sa détermination pour faire mieux, beaucoup mieux que nous. C'est-à-dire autrement. Tous ensemble, vous avez un formidable défi à relever ! Seuls des citoyens responsables et solidaires favoriseront le passage de cette société de l'avoir que nous incarnons à cette société de l'être qui est la seule société écologiquement viable. Voilà le grand chantier à mettre en œuvre par ta génération. Toi et tes ami(e)s, vous avez rendez-vous avec l'histoire. Devenez des “consomm'acteurs” avertis, partagez vos bonnes idées et vos bonnes pratiques, ouvrez le chemin et soyez avocats de la vie et citoyens de la Terre pour tendre vers plus de liens et moins de biens.

«La nature nous parle et nous ne l'écoutons pas» écrivait Victor Hugo. Il est temps aujourd'hui de démontrer le contraire ! Je suis pour ma part optimiste et cela grâce à toi, à tous les jeunes qui se mobilisent et s'engagent dans l'action dans leur vie personnelle comme professionnelle pour notre avenir à tous. ”

À votre avis... ?

Quels sont les enjeux du développement durable ? Quel peut être l'apport de la science ?

# La contribution de la

**Vous voici arrivés en dernière année de collège. Depuis la 5<sup>e</sup>, vous avez pu découvrir les sciences physiques. Tout au long de ces années, vos enseignants vous ont montré quel rôle joue la science, tant au niveau citoyen qu'au niveau de l'exploration du monde.**

Quels que soient vos goûts, votre orientation, vous avez compris qu'il était indispensable, dans le monde où nous vivons, d'avoir un socle de connaissance scientifique.

Dans ce manuel, nous avons voulu vous faire partager notre goût pour ces sciences. Pour cela, nous avons toujours à faire de vous des «acteurs» en privilégiant une **démarche «investigative»** plutôt qu'un empilement de connaissances. Cette démarche est celle que suivent tous les chercheurs.

Nous avons tenté de vous donner envie de poser des questions, de proposer des hypothèses pour y répondre, de tester la validité de ces hypothèses... plutôt que de simplement reproduire une expérience sans la comprendre.

Tout au long de l'année, nous vous invitons à renforcer votre **esprit critique** en émettant des avis, en participant à des débats. Pour cela, nous avons accordé une place importante à l'**éducation aux médias** en sélectionnant des documents de provenances variées: histoire, presse, publicité... Nous avons souhaité aussi vous initier aux **ordres de grandeurs** et vous conduire vers une analyse pertinente des découvertes scientifiques et des problèmes auxquels vous serez confrontés en tant que **futurs citoyens**.

Vous l'aurez compris, ce livre a été conçu tout d'abord pour vous faire aimer les sciences, et développer votre **culture scientifique**. Nous espérons ainsi qu'à la sortie du collège, vous aurez compris comment les chercheurs travaillent... et que vous aurez pris plaisir à faire des sciences.

Bonne année scolaire à toutes et tous.

Les auteurs.



“**Raconte-moi  
et j’oublierai,  
Montre-moi  
et je me souviendrai,  
Laisse-moi faire  
et je comprendrai.**”

Confucius, V<sup>e</sup> siècle avant J.-C. 1

# Physique-Chimie

Voici quelques-unes des grandes questions que nous allons nous poser dans ce manuel et auxquelles nous apporterons des éléments de réponse.

## CHIMIE

- Comment trier des matériaux ?
- Quels ions dans quelles solutions ?
- Quels sont les dangers des acides et des bases ?
- Comment fabriquer de nouvelles substances comme un biocarburant ?

## ÉLECTRICITÉ

- Comment produire de l'électricité ?
- Quels sont les propriétés et les dangers de la tension du secteur ?
- Quel est l'intérêt d'utiliser une tension alternative périodique ?

## MÉCANIQUE

- Comment étudier des mouvements et calculer une vitesse ?
- Quel est le lien entre vitesse et sécurité routière ?
- Où sommes nous dans notre système solaire ?
- Quelles sont les forces qui régissent l'univers ?

## ÉNERGIE

- Qu'est-ce que l'énergie ?
- Quelles sont les énergies renouvelables ?
- Comment fonctionne une pile ou un accumulateur ?
- Comment est produite l'énergie électrique que nous consommons ?
- Comment mesurer l'énergie électrique et mieux maîtriser sa consommation ?
- Pourquoi faut-il respecter le code de la route et limiter sa vitesse ?

# Chimie : la matière

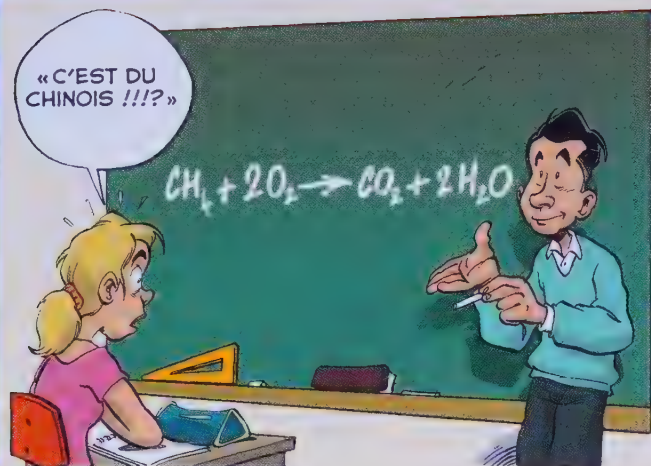
Lorsque vous admirez les couleurs de la nature, vous admirez des molécules. Lorsque vous savourez une boisson, un plat cuisiné, vous vous régalez de molécules et d'ions. Lorsque vous vous habillez, vous portez des molécules. Lorsque vous respirez, vous respirez des molécules. En tenant ce manuel, vous tenez des molécules... La chimie serait-elle notre quotidien ?

# et ses transformations



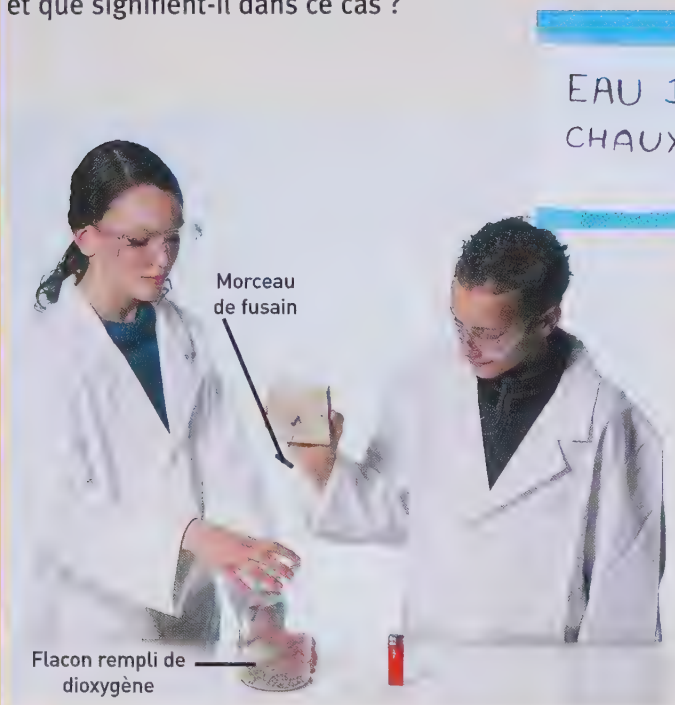
# Avant de commencer...

En 5<sup>e</sup> et en 4<sup>e</sup>...



## 1. Un nouveau langage...

À quoi correspondent ces symboles et que signifient-ils dans ce cas ?



## 3. Un peu d'aide.

Ces élèves voudraient prouver qu'une combustion est une transformation chimique, mais ils ne se rappellent plus comment faire.

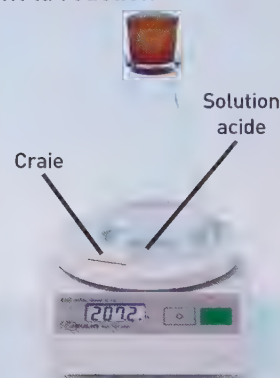
Pouvez-vous les aider en proposant un protocole expérimental ?



## 2. Une vieille question...

D'après vous, qui a raison ? Et pourquoi ?

Avant la réaction



Après la réaction



## 4. Un afficheur défectueux... 🔥

D'après vous, quelle serait la valeur indiquée par la balance si l'afficheur fonctionnait correctement. Argumentez.



### 5. Connaître les symboles et formules.

Quel est le symbole des atomes de carbone ?  
D'oxygène ?  
D'hydrogène ?  
Donnez le nom et la formule chimique des molécules représentées par les modèles moléculaires ci-contre.

## Test

Choisissez la ou les bonne(s) réponse(s).

- a.** Dans une transformation chimique, des substances nouvelles non présentes au départ :  
 apparaissent.     n'apparaissent pas.
- b.** Au cours d'une transformation chimique la masse totale :  
 ne varie pas.     diminue.
- c.** Lors de la combustion du carbone dans le dioxygène, le carbone est :  
 un réactif.     un produit.
- d.** Dans cette même réaction, le dioxygène est :  
 un réactif.     un produit.
- e.** Dans cette même réaction, le dioxyde de carbone est :  
 un réactif.     un produit.
- f.** Une molécule est un assemblage d'atomes  
 différents.     identiques.  
 différents ou identiques.
- g.** La molécule de dioxyde de carbone a pour formule chimique  
 C<sub>2</sub>O.     CO<sub>2</sub>.     CO<sup>2</sup>.     CO.     CO<sub>2</sub>.

### 1. Selon vous, y a-t-il plus petit que l'atome ?

	mg/L	mg/L	
Calcium	160	Bicarbonates	206
Magnésium	22	Chlorures	50
Sodium	16	Sulfates	142
Potassium	2	Nitrates	2,8
Résidu sec à 180°C = 644 mg/l		pH = 7,5	

### 2. Comprenez-vous ce qui est indiqué sur cette étiquette ?



### 3. Il est possible de remplacer le morceau de métal par une solution aqueuse, mais laquelle ?



### 4. Y a-t-il eu vraiment arnaque ? Pourquoi y a-t-il une telle différence de prix ?

Réponses : a. apparaissent ; b. ne varie pas ; c. un réactif ; d. un réactif ; e. un produit ; f. différents ou identiques ; g. CO<sub>2</sub>

# La matière



## Dans ce chapitre, vous allez...

- classer les solides en familles ;
- connaître des métaux et leurs propriétés ;
- découvrir de quoi est constitué l'atome.

À votre avis, que représente cette photographie ? Des cristaux de sels visibles à l'œil nu ? Le lit d'une rivière asséchée ?

Vous n'y êtes pas du tout, il s'agit en fait de la surface d'une cuillère métallique grossie 1 380 fois.

# et les métaux

Sur quelle partie du fil ne doit-il surtout pas mettre ses doigts ?



À quoi peut donc bien servir ce gros objet noir ?

Ce dessin représente un atome tel que vous pourriez le voir s'il était possible de zoomer encore plus sur la cuillère de la photographie de gauche.

Quelque chose de plus petit que l'atome, est-ce que ça existe vraiment ?





# Observer autour de nous ?

## OBJECTIF

## B Identifier les matières organiques

- **CAPACITÉ** : Se familiariser avec certains gestes techniques

Les matières organiques\* contiennent du carbone. Cette propriété peut être mise en évidence par le dégagement de gaz dioxyde de carbone lorsqu'on les brûle. Quel est le test de reconnaissance de ce gaz ?



?

À votre avis, allez-vous obtenir le même résultat avec les autres matériaux ?

### Guide de travail

- **Élaborer un protocole et expérimenter** :

1. Aidez-vous de la photographie pour proposer un protocole d'expérience. Précisez les règles de sécurité à respecter.
2. Testez les échantillons à votre disposition.

- **Exprimer vos résultats** :

3. Indiquez dans un tableau les résultats obtenus pour chaque famille.

## OBJECTIF

## C Identifier les solides conducteurs

- **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique

Vous savez depuis la 5<sup>e</sup> que certains solides sont conducteurs de l'électricité. À votre avis, de quelle famille s'agit-il ?

?

Quelle expérience réaliseriez-vous pour identifier les solides conducteurs de l'électricité ?

### Guide de travail

- **Formuler une hypothèse** :

1. À quelle expérience pensez-vous ?

- **Élaborer un protocole et expérimenter** :

2. Donnez la liste du matériel nécessaire.
3. Testez quelques solides dont vous disposez.

- **Exprimer vos résultats** :

4. Indiquez dans un tableau les résultats obtenus pour chaque famille.

### Mini-dico

**Matières organiques** : elles proviennent de la matière vivante (animale ou végétale) ou du pétrole.

Ex. : les matières plastiques, le papier...

**Céramiques** : matériaux solides dont la fabrication comprend une phase de cuisson à haute température.

Ex. : le verre, la terre cuite...

**Vers le bilan...** En réunissant l'ensemble de vos résultats, proposez un schéma logique (organigramme) permettant d'identifier les différentes familles de matériaux.



## Attention à l'arnaque !



Les métaux sont de bons conducteurs de l'électricité et de la chaleur et présentent un certain éclat lorsqu'on les polit. Comment les distinguer les uns des autres ? Comment les trier efficacement pour les recycler\* ?

### OBJECTIF **A** Classer les métaux « gris »

#### ► CAPACITÉ : Pratiquer une démarche scientifique

Si vous disposez de six échantillons de métaux : aluminium, argent, or, cuivre, fer, zinc.

Lesquels pourriez-vous identifier assez facilement ?

Les métaux de couleur grise sont difficiles à distinguer les uns des autres. Il faut donc recourir à des tests physiques.

#### ► a. Campagne de récupération de l'acier\*.



Pourriez-vous déduire des documents les deux expériences à effectuer pour distinguer et identifier des métaux « gris » ?

Métaux (ou alliages*)	Masse volumique* (en kg/m <sup>3</sup> )
Aluminium	2 700
Fer	7 860
Argent	10 500
Zinc	7 150
Acier*	7 850

#### ▲ b. Masse volumique de quelques métaux et alliages usuels.

### Guide de travail

#### ► Formuler une hypothèse :

- Déduisez des documents les deux tests physiques à réaliser.

#### ► Élaborer un protocole et expérimenter :

- Listez le matériel nécessaire et indiquez les étapes de vos expériences.
- Testez les échantillons de métaux cités dans le doc. b.

#### ► Conclure :

- Utilisez vos résultats pour essayer d'identifier chaque métal.
- Une seule des deux expériences est-elle suffisante pour tout identifier ?

# aux entre eux ?

OBJECTIF

**B**

Se familiariser avec le tri des déchets

Préparer le B2i

► CAPACITÉ : Étudier un document



▲ D'après l'infographie, « Nos déchets sont précieux », *Le journal de Carrefour* - mars 2001.  
[www.carrefour.fr/emag/infographies](http://www.carrefour.fr/emag/infographies)

## Guide de travail

### ► Resituer les documents :

1. Donnez la nature du document, sa date de parution.  
À votre avis, pourquoi Carrefour publie ce genre de document ?

### ► Résumer les informations :

2. En visualisant le document original (voir ci-dessus) et en faisant appel à vos connaissances, entourez puis légendez les cinq étapes du tri sélectif des déchets.

### ► Analyser et critiquer :

3. Est-il correct de parler de « vies successives » pour certains matériaux ? Cherchez quelques exemples sur le document original.

### ► Exprimer vos résultats :

4. Proposez, sous forme d'affiche, une synthèse sur le tri sélectif : de la maison à la seconde vie d'un matériau.

## Mini-dico

**Alliage** : mélange homogène de plusieurs substances dont au moins une est un métal.

**Acier** : alliage contenant principalement du fer et du carbone.

**Masse volumique** : rapport entre la masse  $m$  et le volume  $V$  d'un matériau, soit  $m/V$ , unité :  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

**Recyclage** : récupération et transformation de matériaux usagés pour fabriquer de nouveaux produits.

**Vers le bilan...** En quoi la connaissance des propriétés physiques des métaux permet-elle de mettre en œuvre leur tri sélectif ?

► CAPACITÉ : Étudier un document

Imaginez que vous disposez d'une caméra magique capable d'effectuer un zoom vertigineux sur le métal de cette selle. Où s'achèverait votre voyage ?

Photo (× 1)

Selle de vélo dont la tige est constituée d'un alliage essentiellement composé d'aluminium.

Photo (× 10 000 000)

La structure très ordonnée laisse apparaître des tâches isolées : les atomes.

Photo (× 3 000)

Apparition de petits grains constituant l'alliage.

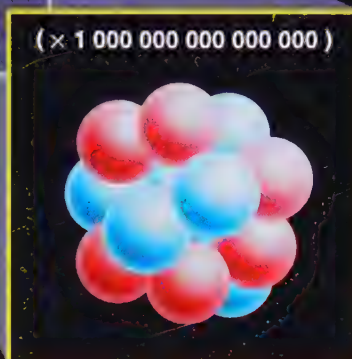
Photo (× 1 000 000)

On distingue un nuage de petites tâches.

# Un zoom sur un morceau de matière ?



Les atomes sont constitués d'un noyau autour duquel tournent des **électrons\***. Entre le noyau et les électrons il y a du vide. Chaque électron porte une **charge électrique élémentaire\*** négative. L'atome est neutre électriquement.



Le noyau, beaucoup plus petit que l'atome, est constitué de deux types de particules : les **protons\***, qui portent chacun une charge élémentaire positive et les **neutrons\***, qui ne portent pas de charge. La quasi totalité de la masse de l'atome est concentrée dans son noyau.

▲ D'après *Science & Vie Junior*, n° 188 – mai 2005.

## Guide de travail

### ► Resituer les documents :

1. Donnez la nature du document, sa date de parution, le public visé.

### ► Résumer les informations :

2. À quelle question ces documents permettent-ils de répondre ?

### ► Analyser et critiquer :

3. En vous aidant des grossissements, comparez la dimension d'un atome et celle son noyau.
4. L'atome est neutre électriquement et pourtant il contient des particules chargées. Comment est-ce possible ?

### ► Exprimer vos résultats :

5. Dessinez un modèle d'un atome de carbone, sachant qu'il possède six charges positives et que son rayon fait 77 picomètres\*. Légendez votre dessin (taille du noyau de l'atome, nombre de protons et d'électrons).

## Mini-dico

**Charge électrique** : quantité d'électricité portée par un corps.

**Charge électrique élémentaire** : plus petite charge électrique présente dans la nature. On la note  $e$ .

**Proton** : particule du noyau de l'atome portant une charge électrique élémentaire positive  $+e$ .

**Neutron** : particule neutre présente dans le noyau de l'atome.

**Électron** : particule tournant autour du noyau de l'atome et qui porte une charge électrique élémentaire négative  $-e$ .

**Picomètre** : unité de mesure qui correspond à 0,000000000001 mètre. En notation scientifique,  $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$ .

**Vers le bilan...** Comment expliquez-vous que l'on passe de photographies à des dessins ?



# Action à partir d'une centaine de briques...

▲ Exemple de tableau périodique (web-elements Ltd).

## Guide de travail

### ► Resituer les documents :

1. Quel organisme a financé la fabrication du tableau interactif ?  
Quel public est visé ?

### ► Résumer les informations :

2. Précisez quel est l'intérêt scientifique de ce tableau.

### ► Analyser et critiquer :

3. Choisissez un métal que vous connaissez, puis recherchez les informations qu'il vous semble pertinent de faire apparaître pour en dresser une carte d'identité (les informations sur la carte doivent être simples, succinctes et compréhensibles par tous).

### ► Exprimer vos résultats :

4. Utilisez le traitement de texte de l'ordinateur pour réaliser la carte d'identité du métal que vous avez choisi.

## Mini-dico

**Éléments** : corps chimiques qui composent toute la matière existante.

**Mendeleïev** : chimiste russe qui a proposé le tableau périodique et répertorié les éléments en 1869.

**Éléments artificiels** : ils sont fabriqués dans des accélérateurs de particules et ont une très courte durée de vie.

**Vers le bilan...** Quelles sont les propriétés physiques communes à tous les métaux ?

## 1 Classer les solides

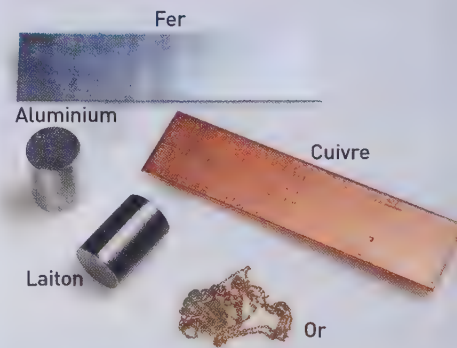
- Grâce à des observations et à des expériences simples, on peut définir trois **familles** de matériaux à partir desquels sont fabriqués la plupart des objets qui nous entourent. **1 p. 20-21**
- Les **métaux** sont de bons conducteurs du courant électrique et de la chaleur, et présentent un éclat typique après polissage. **1C p. 21 et 2A p. 22**
- Parmi les isolants électriques, on distingue la famille des **matières organiques** (bois, papier, matières plastiques), qui dégagent du dioxyde de carbone quand on les brûle, et la famille des **céramiques** (verre, porcelaine, terres cuites). **1A p. 20 et 1C p. 21**



Les métaux (ici le cuivre) conduisent le courant électrique.

## 2 Classer et identifier les métaux

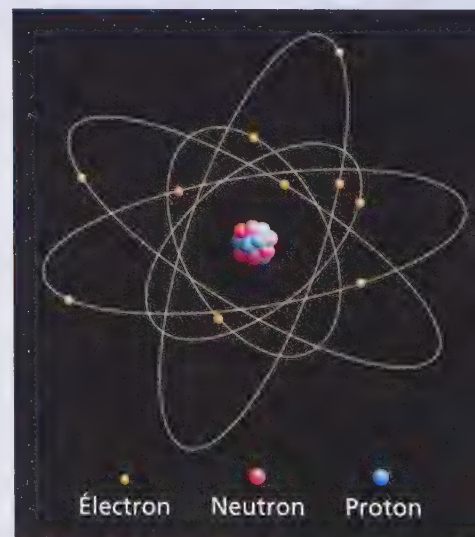
- Les métaux les plus courants sont le fer, l'aluminium, le cuivre, le zinc, l'or et l'argent.
- On rencontre également des « mélanges » fabriqués à partir de ces métaux et qu'on appelle **alliages** dont les plus courants sont l'acier (principalement composé de fer et de carbone), le bronze (cuivre et étain) et le laiton (cuivre et zinc).
- Dans le cas de métaux purs, la couleur permet d'identifier l'or (jaune) et le cuivre (rose orangé) et de les distinguer des métaux gris (fer, zinc, aluminium, argent).
- On identifie les différents métaux gris en mesurant la masse d'un volume identique de chacun d'entre eux.
- Un **aimant** permet de séparer les alliages contenant du fer, comme l'acier, des autres métaux. Cette propriété permet leur recyclage. **2 p. 22-23**



Quelques métaux courants.

## 3 La matière au niveau microscopique

- Au niveau microscopique, la matière est constituée d'un nombre limité d'atomes qui sont répertoriés dans un tableau des éléments avec leur symbole : il y en a 92 dans la nature. **3 p. 24-25 et 4 p. 26-27**
- L'**atome** est constitué d'un **noyau** autour duquel tournent des **électrons**.
- Le noyau contient des **protons** et des **neutrons**.
- Le proton porte une **charge élémentaire** positive, l'électron une charge élémentaire négative, le neutron aucune charge.
- Dans un atome, il y a autant de particules positives (protons) dans le noyau que de particules négatives (électron) : l'atome est donc neutre électriquement. C'est également le cas de la matière, car celle-ci est constituée d'atomes.
- La taille d'un atome est de l'ordre de 0,1 nanomètre ( $10^{-10}$  m), celle du noyau est 100 000 fois plus petite. Le noyau est donc entouré de vide dans lequel se déplacent les électrons. La quasi-totalité de la masse est contenue dans le noyau. C'est ce qu'on appelle la structure lacunaire de la matière. **3 p. 24-25**



Étant donnés les ordres de grandeurs, il n'est pas possible de représenter un atome à l'échelle.

## → par l'image

### Classer les solides en familles



Métaux

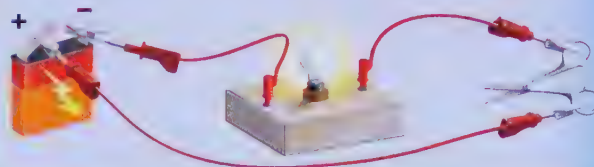


Matières organiques



Céramiques

### Distinguer les matériaux conducteurs (métaux)



### Distinguer les métaux entre eux



### La matière, du niveau macroscopique au niveau microscopique



## → par le texte

- Tous les métaux conduisent bien la chaleur et l'électricité, contrairement à presque tous les autres matériaux. (Co)
- Les métaux sont reconnaissables, après polissage, à leur éclat métallique. Certains sont colorés : le cuivre est rose, l'or est jaune, d'autres sont gris (fer, zinc, aluminium, argent). (Ca) (Co)
- Au niveau microscopique, la matière est constituée d'atomes. (Co)
- Un atome est constitué d'un noyau entouré de vide dans lequel se déplacent les électrons. Le noyau est bien plus petit que l'atome. (Co)
- Le noyau est chargé positivement, les électrons négativement. (Co)
- Il y a autant de charges positives dans le noyau que de particules négatives (électrons) : l'atome est donc neutre électriquement. (Co)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

### Mots nouveaux

**Alliage** : mélange homogène de plusieurs substances dont au moins une est un métal.

**Aimant** : matériau capable d'attirer les objets contenant du fer.

**Charge élémentaire** : c'est la plus petite charge électrique présente dans la nature, d'où son nom « élémentaire ». On la note  $e$ .

**Électron** : particule portant une charge élémentaire négative, notée  $-e$ , et tournant autour du noyau d'un atome.



# EXERCICES



Français

## 15 Comprendre la neutralité de la matière

Expliquez pourquoi un atome est neutre électriquement en utilisant des conjonctions de coordination comme *et*, *or*, *car*, *donc*.

## 16 Se familiariser avec les puissances de 10

Le diamètre d'un atome de fer qu'on assimile à une sphère vaut 0,25 nanomètre.

1. Exprimez ce diamètre en mètre.
2. Exprimez ensuite ce diamètre en millimètre.

## 17 Combien de particules ?

Saurez-vous compléter le tableau ci-dessous ?

ATOME	Nombre de charges positives dans le noyau	Nombre d'électrons
Oxygène		8
Carbone	6	
Aluminium	13	
Fer		26

## 18 Le recyclage de l'acier

« Fabriquer du fer et de l'acier dans des hauts fourneaux (voir exercice 24) entraîne des dépenses d'énergie et de la pollution. Pour limiter ces deux phénomènes, il est important de récupérer et de retraiter les déchets qui contiennent du fer, les ferrailles : c'est le recyclage.

40 % de la production d'acier en France proviennent du recyclage de ferrailles récupérées.

L'opération a lieu dans des aciéries où les ferrailles sont fondues dans un four électrique. L'acier liquide est récupéré à la sortie du four, et transformé ensuite dans les mêmes conditions que l'acier produit à partir de minerai.

L'acier est le matériau de recyclage par excellence, pratiquement tout l'acier est recyclé. »

D'après le rapport du sénat : Les nouvelles techniques de recyclage et de valorisation des déchets ménagers et des déchets industriels banals.

G. Miquel et S. Poignant, n°415 – juin 1999.

1. Quel est l'intérêt de récupérer les ferrailles ?
2. Expliquer les opérations que subissent les ferrailles pour redonner de l'acier.
3. L'acier se recycle-t-il indéfiniment ?



À SAVOIR

Le minerai se présente généralement comme une roche contenant le métal que l'on souhaite extraire pour l'exploiter.

## Attitudes

### 19 Connaître la signification d'un logo

► Rechercher des occasions d'apprendre

Dans le cadre des matériaux, connaissez-vous ce logo universel ? En quoi est-il utile ?



### 20 Durée de vie de matériaux

► Avoir une attitude responsable face à l'environnement

Chaque matériau possède sa durée de vie. Quand on l'abandonne dans la nature, il se décompose en un temps donné souvent bien plus long que ce que l'on imagine. Avec du bon sens, reliez les couples corrects.

- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Peau de banane •                 | • 200 à 400 ans |
| Papier de bonbon •               | • 450 ans       |
| Morceau de bois naturel •        | • 1 à 4 ans     |
| Emballage en matière plastique • | • 2 à 5 ans     |
| Couvercle en acier •             | • Moins d'1 an  |
| Emballage en aluminium •         | • 100 ans       |

Pour vous aider, vous pouvez consulter le document Internet :

[www.carrefour.fr/animations/2001\\_03\\_traitementdechets.pdf](http://www.carrefour.fr/animations/2001_03_traitementdechets.pdf)

### 21 Au supermarché

► Avoir une attitude responsable face à l'environnement

« La sensibilisation des citoyens joue un rôle fondamental dans la prévention. L'action menée depuis 2004 sur les sacs de caisse par les entreprises de la grande distribution le prouve. Cette démarche de réduction des sacs jetables (remplacés par des sacs cabas réutilisables et payants) a dépassé toutes les attentes. Le bilan à l'échelon national en décembre 2005 montrait une baisse de 35 %, soit 6 milliards de sacs non distribués, représentant 28 000 tonnes de déchets en moins !

Les résultats d'une étude semblent montrer que cette mesure s'inscrit bien dans une démarche de développement durable. Le sac cabas est en effet réutilisé en moyenne 13 fois et la plupart des interviewés pensent le réutiliser au moins encore le même nombre de fois.

Les Français modifient sensiblement leur comportement, preuve que le geste de tri a contribué à leur prise de conscience environnementale. »

D'après un texte de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).

1. Utilisez-vous des grands sacs réutilisables ?
2. Citez quelques inconvénients à l'utilisation des sacs plastique.

# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

### Exercice 22 (10★)

#### 1 Réviser :

- Rappelez quels sont les constituants d'un atome. ....
- Donnez l'ordre de grandeur de la dimension d'un atome et du noyau. ....
- Comparez ces ordres de grandeur. ....

#### 2 Résoudre un problème :

L'atome d'hydrogène comporte un électron et un proton. Sa dimension est de 0,1 nm. Le diamètre de son noyau vaut  $5 \cdot 10^{-6}$  nm et celui de l'électron vaut  $10^{-6}$  nm.

On veut construire une maquette de cet atome en représentant le noyau par une boule de diamètre 5 cm.

La maquette est-elle réalisable ?

#### Une méthode

- À partir des informations de l'énoncé, trouvez à combien de nanomètres correspond 1 cm dans votre maquette. ....
- Calculez le diamètre de la sphère qui représenterait l'électron dans cette maquette. ....
- Calculez la dimension totale de la maquette à réaliser. ....
- Concluez. ....

#### 3 Réfléchir : À partir des questions précédentes, l'affirmation :

« la matière est faite de vide » a-t-elle un sens ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
*			
**	*		
	*		
	*		
	*	*	
	*	*	
*		*	
4	5	1	10

### Exercice 23 (10★)

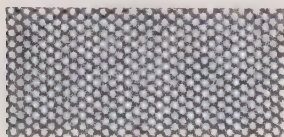
#### 1 Réviser :

- Pouvez-vous citer quatre exemples de métaux ? .....
- Citez deux propriétés physiques des métaux. ....

#### 2 Résoudre un problème :

Cette photographie réalisée au microscope électronique représente les atomes d'un métal, le germanium.

À partir de ce document et de l'échelle indiquée, comment feriez-vous pour trouver une valeur approchée de la dimension d'un seul atome d'or ?



2 nm

#### Une méthode

- Sur la figure, choisissez une rangée d'atomes, mesurez-la et comptez le nombre d'atomes qu'elle contient. ....
- En faisant l'hypothèse que les atomes se touchent, estimez le diamètre d'un seul atome de la figure. ....
- Utilisez l'échelle pour obtenir la valeur réelle. ....

#### 3 Réfléchir : La mesure obtenue est-elle cohérente avec l'ordre de grandeur de la dimension d'un atome ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
**			
**			
	*		
	**		
	*		
*		*	
5	4	1	10

# EXERCICES

## Pour aller plus loin

### 24 Noms et symboles chimiques...

**B2i** Certains symboles d'atome ne correspondent pas aux initiales de leurs noms :

Na pour le sodium, W pour le tungstène (métal utilisé pour les filaments des lampes) et Hg pour le mercure. Ces lettres font référence au nom ancien de l'élément qui n'est plus utilisé aujourd'hui.

En effet, le sodium s'appelait *Natrium* (d'où Na), mot latinisé à partir de l'arabe *Natroum* désignant un cristal naturel contenant du sodium.

Recherchez dans un dictionnaire ou sur Internet l'explication des symboles W et Hg pour les métaux tungstène et mercure.

### 25 Un peu de calcul...

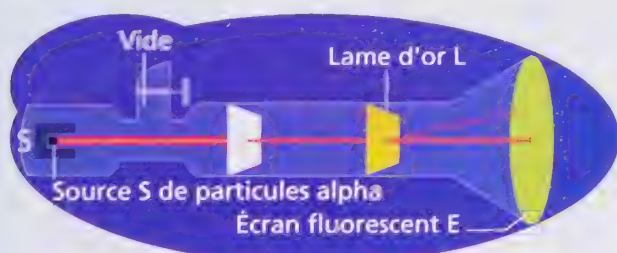
La masse d'un atome de fer a pour valeur :  $m = 9,3 \times 10^{-26}$  kg.

1. Exprimez cette masse en grammes (g).
2. Comment calculeriez vous le nombre d'atomes de fer qu'il y a dans un clou de masse 2,5 g ? Détaillez votre raisonnement.



### 26 À la découverte du noyau

En 1911, Ernest Rutherford place dans une enceinte où l'on fait le vide une source S qui émet un faisceau de noyaux d'hélium chargés positivement appelés particules alpha. Ce faisceau de charge positive bombarde une mince feuille d'or (constituée donc d'atomes d'or). Un écran permet d'observer et étudier les impacts des particules ayant traversé la mince feuille d'or.

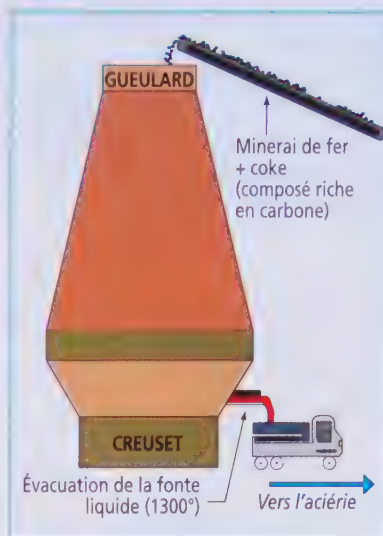


**Constatation 1 :** La plupart des particules du faisceau traversent la feuille d'or sans déviation.

**Constatation 2 :** Certaines particules du faisceau, chargées positivement, reviennent en arrière.

1. À partir de la constatation 1, quelle hypothèse peut-on faire sur la matière constituant la feuille d'or ?
2. Quelle hypothèse imagineriez-vous pour interpréter la constatation 2 ?
3. La répulsion électrique ne pouvant se produire qu'entre des particules chargées de même signe, la charge du noyau de l'atome d'or est-elle positive ou négative ?
4. En vous aidant de ce que vous venez de répondre, que pouvez-vous dire sur la différence entre la taille d'un noyau de l'atome d'or et l'atome d'or ?

### 27 Comment fabrique-t-on de l'acier ?



L'acier est un alliage de fer et de carbone auquel on ajoute d'autres éléments dans des proportions variables pour parvenir aux caractéristiques souhaitées.

Il est élaboré à partir de la fonte (alliage de fer et d'environ 4% de carbone), obtenue dans des hauts fourneaux.

Peu utilisée sous cette forme, la fonte doit être affinée dans une aciérie où elle perdra une grande partie de son carbone et de ses impuretés pour

donner de l'acier (qui ne contient plus que 1,5% de carbone).

1. Donnez la composition de la fonte puis de l'acier.
2. Expliquez les étapes de fabrication de l'acier à partir du minerai contenant le fer.
3. Expliquez ce qu'est l'affinage de la fonte.

### 28 Qui suis-je ?

« Je possède 11 protons dans mon noyau et 11 électrons autour ». À partir de cet indice et de l'activité 4, trouvez quel atome je suis et mon symbole chimique.

### 29 Qui va dans quoi ?



Trouvez pour chaque couleur de poubelle ce que vous mettriez dedans.

Pour vous aider, vous pouvez consulter le document Internet : [www.carrefour.fr/animations/2001\\_03\\_traitementdechets.pdf](http://www.carrefour.fr/animations/2001_03_traitementdechets.pdf)

## 30 Le cuivre dans le tableau de Dimitri



1. Quel est le symbole du cuivre ?
2. Recherchez quelle est la valeur du numéro de l'élément cuivre dans le tableau des éléments.
3. Le nombre associé à cet atome indiquant le nombre de charges positives contenues dans le noyau de l'élément de cuivre comment en déduire le nombre d'électrons qu'un atome de cuivre possède autour de son noyau ?

## 31 Les pièces d'euro

### LE CUIVRE, MÉTAL IDÉAL DE LA MONNAIE EUROPÉENNE ANTIBACTÉRIENNE

L'euro serait la première monnaie antibactérienne, grâce à la composition physique de ses pièces.

« À l'ère du développement durable, le cuivre est idéal pour cette nouvelle génération de pièces qui seront utilisées dans tous les pays européens, puisqu'il est entièrement recyclable », selon l'European Copper Institute. Cette institution basée à Bruxelles, qui réunit les principaux revendeurs de cuivre – matière première surtout extraite dans le tiers-monde –, met aussi l'accent sur « les propriétés antibactériennes naturelles du cuivre et son faible potentiel allergénique ».

Il offre par ailleurs une excellente résistance à la corrosion et est susceptible d'être réutilisé à l'infini. [...] Les scientifiques ne déniaient pas au cuivre tous ces bienfaits, mais rappellent aussi que beaucoup d'autres métaux rejettent les microbes et les bactéries. [...]

Le cuivre constitue la matière principale (80 %) du « nordic gold », habile alliage de cuivre de zinc, d'aluminium et de nickel, qui a été retenu à Bruxelles pour la fabrication de la plupart des quelque 50 milliards de pièces d'euro. [...] Cette mise en valeur du cuivre n'est sans doute pas fortuite, à l'heure où les risques épidémiologiques ont pris tellement d'importance aux yeux des citoyens.

D'après Françoise Lazare, Le Monde - janvier 2001.



1. Résumez en quelques phrases de quoi parle cet article.
2. Précisez la date à partir de laquelle l'euro a remplacé le franc.
3. Recherchez, dans le texte, les constituants de l'alliage métallique d'une pièce d'euro.
4. Citez quelques propriétés du cuivre donnant aux pièces de monnaie en euro leur caractère « écologiquement correct ».

## 32 L'A 380 à la pointe des matériaux

Environ un quart de l'A 380 est réalisé en matériaux composites.

Outre ces composites, l'A 380 contient une part importante de nouveaux matériaux métalliques ne présentant pas de signes de fatigue ou de corrosion dans l'air, résistant au feu et aux contraintes mécaniques.

L'usage sans précédent de composites et autres matériaux légers a permis de réduire la masse de l'A 380, et par voie de conséquence, sa consommation en carburant, contribuant à minimiser l'impact des gaz d'échappement sur l'atmosphère. L'A 380 sera, en effet, le premier long-courrier à consommer moins de trois litres de carburant par passager aux 100 kilomètres, une consommation comparable à une voiture familiale économique.

D'après : [www.aeroweb-fr.net/](http://www.aeroweb-fr.net/)

1. Rechercher la définition d'un matériau composite dans un dictionnaire.
2. Donnez quelques exemples de matériaux composites en précisant quelles applications ils ont dans votre quotidien.
3. Expliquer l'intérêt au niveau de l'environnement d'avoir utilisé des matériaux légers.



## 33 Que devient le fer dans la nature

1. Qu'observe-t-on au bout d'un certain temps si on laisse un morceau de fer à l'air libre ?
2. Ce phénomène est le résultat d'une transformation chimique lente du fer avec le dioxygène de l'air. La substance de couleur orange est très complexe mais son principal constituant est de l'oxyde ferrique ( $Fe_2O_3$ ). Écrivez et ajustez l'équation chimique symbolisant cette transformation.

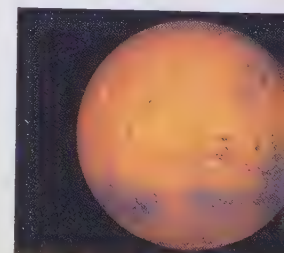
Consigne : on utilisera que des chiffres entiers mais les plus petits possibles.



## 34 Une photo de Mars bien inquiétante...

L'analyse des échantillons du sol de Mars par les sondes Viking a fait apparaître une proportion d'environ 50 % d'oxygène, 20 % de silicium, 14 % de fer, de 2 à 7 % d'autres éléments. Par rapport à la composition moyenne des roches terrestres, la différence réside essentiellement dans la teneur en fer, environ trois fois plus importante.

À votre avis, Mars est-elle vraiment une planète rouillée ? Argumentez votre réponse.



# EXERCICES



## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE

### 35 Une expérience pour le moins bizarre...



À partir de cet objet et d'une source de chaleur (comme une flamme), il est possible de vérifier une propriété bien connue des métaux. Laquelle ?

#### Démarche

1. Qu'arrive-t-il à la cire quand on la chauffe ?
2. Que se passe-t-il lorsque l'on chauffe le métal ? Obtiendrait-on le même résultat avec d'autres matériaux ?
3. La source de chaleur et sa position sont-elles importantes ?
4. Quelle propriété est ainsi mise en évidence ?

### 36 Inoxyde moi fort...

Sur une fourchette en acier, on peut lire l'inscription suivante : acier 18/10 (18 et 10 représentent respectivement le pourcentage en masse de chrome et de nickel). La fourchette a une masse de 50 g et ne contient pas de carbone.

→ Pouvez-vous déterminer la masse de chacun des métaux qui constituent cet alliage ?

### 37 Philosophe en sciences, c'est possible !

« L'infiniment petit est structuré de la même façon que l'infiniment grand. »



COULEZ-VOUS

Inspirez-vous de la représentation du système solaire.

→ À votre avis, comment illustrer simplement cette comparaison ?

### 38 Quelle ambiance !



TU SAVAIS QUE LES BACTÉRIES ÉTAIENT SI PETITES QUE LEUR LONGUEUR ÉTAIT DE L'ORDRE D'UN MILLIÈME DE MILLIMÈTRE ?

BEN OUI, ÇA PARAÎT TOUT PETIT ET POURTANT CELA CORRESPOND À 10 000 ATOMES MIS BOUT À BOUT !

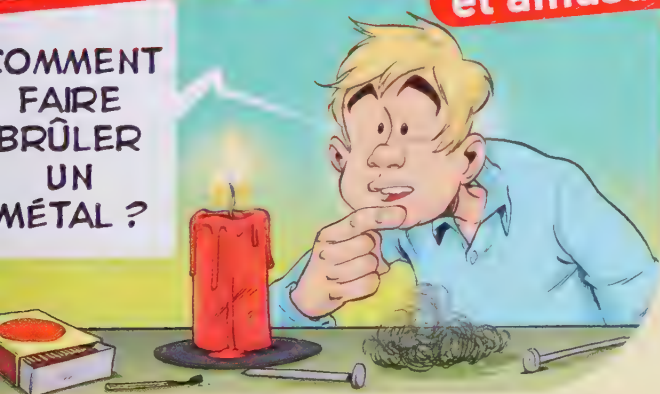
→ À votre avis, comment cet élève a-t-il fait pour trouver ce nombre de 10 000 atomes ?

#### Démarche

1. Vous devez écrire clairement toutes les étapes de votre raisonnement.
2. On appellera  $d$  le diamètre des atomes.
3. On assimilera à des cercles la bactérie et les atomes.
4. Il est conseillé de faire des dessins.

## Une expérience simple et amusante

### COMMENT FAIRE BRÛLER UN MÉTAL ?



### Faire brûler un métal

Un clou en fer dans une flamme ne brûle pas alors que, sous forme divisée, la paille de fer peut brûler ! On peut faire donc brûler un métal !

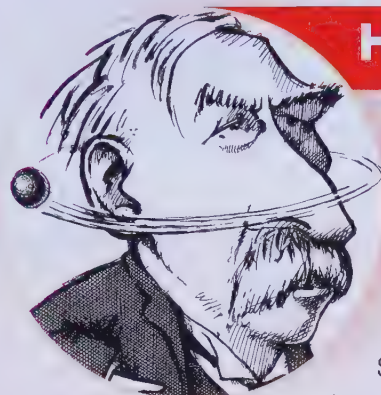
#### Matériel

- bougie
- clou en fer
- paille de fer

1. Le métal fait-il partie de la famille des matériaux organiques ?
2. Vous avez déjà réalisé des combustions. Dans quel gaz contenu dans l'air serait-il possible de faire brûler du fer incandescent d'une manière très vive ?

Réaliser un modèle de l'atome, c'est proposer une « carte » d'un pays presque inaccessible... De Démocrite et sa petite boule insécable au modèle quantique, que de chemin parcouru !

Examinons les « cartes » proposées par trois savants du xx<sup>e</sup> siècle.



## Histoire

## La représentation de l'atome

Commençons notre histoire en 1897. Les scientifiques savent que l'atome contient des électrons et qu'il est électriquement neutre. En partant du principe que l'atome doit donc contenir une charge positive qui équilibre la charge négative, J.-J. Thomson propose le modèle du gâteau (« pudding ») dans lequel, comme des raisins dans un cake, les électrons sont répartis dans un espace chargé positivement ayant la forme d'une sphère.

Sa carte (le modèle), encore un peu grossière, ne donne que peu de précisions sur la matière positive entourant les électrons. De plus, elle contient une erreur : les électrons sont immobiles, ce qui est faux.

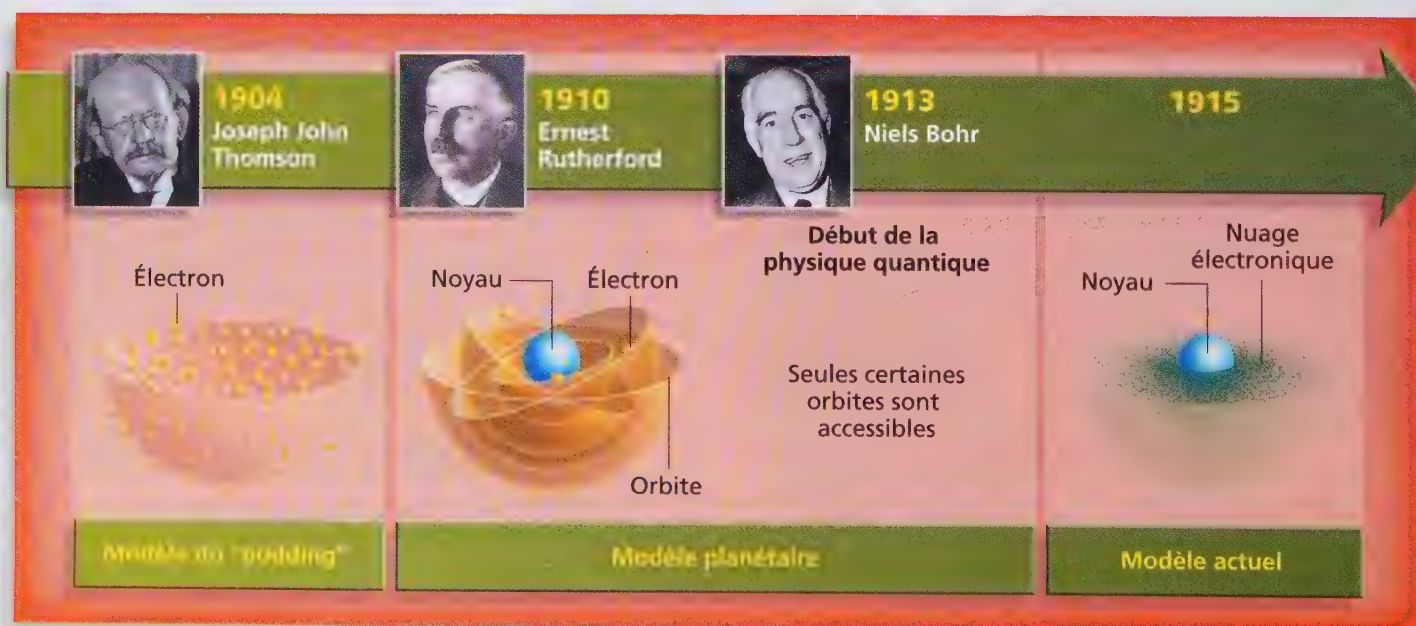
La carte de Rutherford est plus précise. Elle montre que la matière positive est concentrée en son centre : le noyau. L'atome est donc essentiellement fait de vide. Bohr compare le noyau à un soleil autour duquel tournent des planètes, les électrons. Cette carte est bien meilleure, mais il reste un problème. Dans ces conditions, les électrons devraient ralentir progressivement et tomber sur le noyau.

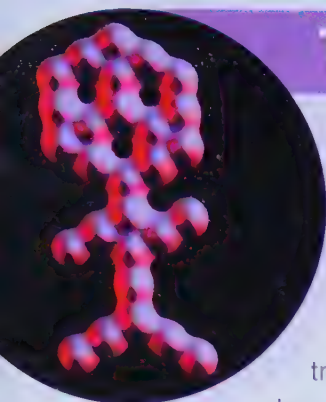
Confronté à ce problème, Bohr affine encore la carte. Pour lui, les électrons ne peuvent occuper que des orbites très précises correspondant à des états d'énergie particuliers. Lorsqu'un électron saute d'une orbite éloignée à une orbite plus rapprochée du noyau (voir carte), l'atome émet un rayonnement de lumière d'une couleur bien précise. Pour s'éloigner du noyau, l'électron emprunte un escalier dont chaque marche correspond à un « quantum » d'énergie. C'est le début de la physique quantique.

Aujourd'hui, on ne parle plus de trajectoire des électrons, mais de « probabilité de présence ». La carte est devenue si complexe qu'un dessin n'en donne qu'une idée approximative !

### Questions

1. Pourquoi la découverte de l'électron a-t-elle permis celle du proton ?
2. À quelle conclusion fondamentale sur la matière aboutit le modèle de Rutherford ?
3. En quoi le modèle de Bohr s'éloigne-t-il de l'image du système solaire ?





## Technologie

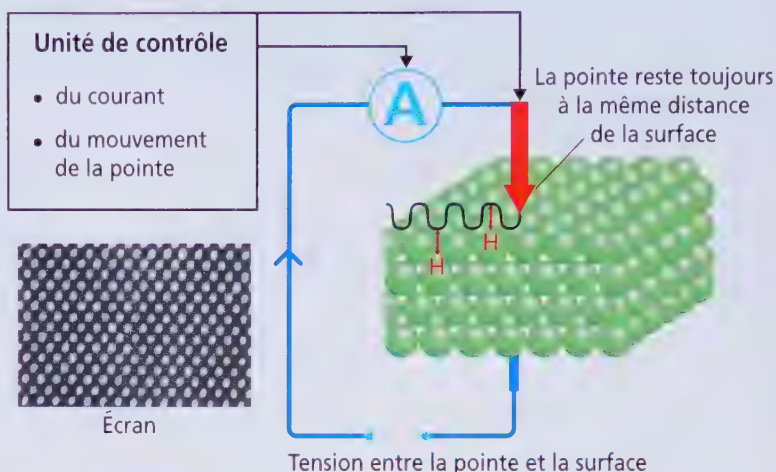
### Le microscope à effet tunnel

Un microscope dit à « effet tunnel » est capable de « voir les atomes » et même de les manipuler : voilà l'appareil révolutionnaire qui valu le prix Nobel 1986 à l'Allemand G. Binnig et au Suisse H. Rohrer. Sans le modèle de Bohr et la mécanique quantique, cette invention n'aurait jamais pu voir le jour.

Que signifie l'expression « effet tunnel » ? Pour le savoir, plaçons un objet métallique très pointu à quelques centimètres au-dessus d'une surface conductrice. Pour un électron, traverser l'air qui sépare la pointe et la surface, c'est comme gravir une montagne, cela demande beaucoup d'énergie. Si, maintenant, la distance pointe - surface est de la taille de

quelques atomes, la nature quantique de l'électron se révèle et un passage comme un « tunnel » à travers la montagne s'ouvre devant lui. Plus besoin d'une grande énergie.

Mais maintenant, comment réaliser une image ? L'intensité du courant entre la pointe et la surface est directement liée à la distance qui les sépare. En mesurant le courant, on peut faire en sorte de balader la pointe à une distance constante de la surface. Le trajet de la pointe permet de reconstituer une image topographique de cette surface à l'échelle de l'atome. Sur le dessin, l'image à l'écran représente un cristal de silicium, chaque disque blanc étant l'image d'un atome. Le microscope à effet tunnel permet également de manipuler les atomes. Une fois localisé, en jouant sur la tension de la pointe, un atome peut se coller à elle, être transporté puis lâché à l'endroit désiré. Des chercheurs se sont même amusés à réaliser des figures diverses comme le petit personnage dans la vignette.



#### Questions

1. En vous aidant du texte, expliquez le rôle de l'unité de contrôle représentée sur le dessin.
2. À votre avis, quelle est la partie de ce microscope la plus difficile à fabriquer ?

## MÉTIER Bijoutier-joaillier



**Alain** (44 ans)

- Travailleur indépendant
- Brevet de maîtrise « Bijoutier/joaillier »

### UN ORFÈVRE DE LA MATIÈRE

« **A**près un brevet de compagnon en bijouterie/joaillerie, j'ai obtenu mon brevet de maîtrise. Grâce à ce diplôme, j'ai ouvert ma propre bijouterie. Tenir ce commerce, nécessite de trouver un juste milieu entre l'activité artisanale et commerciale. En atelier, je fabrique des bijoux à la fois originaux et adaptés au quotidien. Je les crée en fonction de la demande des clients ou suivant mes goûts. Je répare, entretiens et transforme

des bijoux qui me sont confiés. Mais être bijoutier/joaillier, c'est aussi sortir des murs de l'atelier pour se faire connaître. Je fais parler de moi par le biais des salons d'exposition, de la presse et des agences de publicités. Enfin, ce qui est aussi agréable dans ce métier, c'est que je peux transmettre ma passion en formant régulièrement des apprentis »

*Propos recueillis par Débora et Tatiana.*



### Dans ce chapitre, vous allez...

- **comprendre** la conduction électrique dans les solides et les solutions ;
- **découvrir** ce qu'est un ion et comment en reconnaître certains ;
- **découvrir** comment mesurer le caractère acide ou basique d'une solution.

Les cellules du cerveau (ici des neurones) communiquent entre elles grâce à de petits courants électriques. Comment le courant peut-il circuler dans la matière solide et dans les solutions aqueuses ?

# charges électriques



Un sèche-cheveux qui libère des ions, qu'est-ce que ça veut dire ?

Ce lac contient de l'acide sulfurique.

Vous baigneriez-vous dans ce lac ?



Pourquoi Louis est-il vraiment en danger ?



## Conducteur ou isolant ?

Certains solides, comme ce morceau de bois inséré dans le circuit, sont des isolants électriques. Pourtant, comme tous les solides, il est globalement neutre bien qu'il soit constitué d'atomes qui comportent des charges électriques.

Comment peut-on expliquer que certains solides conduisent l'électricité et d'autres non ?



### OBJECTIF A Exploiter une expérience historique

#### ► CAPACITÉ : Étudier un document

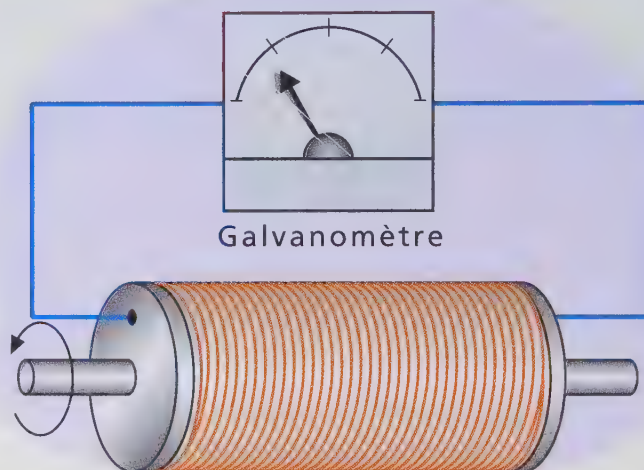
Dans les matériaux conducteurs, on peut distinguer deux types d'électrons. Ceux qui restent immobiles car liés au noyau de l'atome, et les autres, dits « libres », c'est-à-dire capables de bouger dans l'espace qui les entoure.

Les électrons libres ont été mis en évidence expérimentalement par Tolman et Stewart en 1917.

Ils ont monté une bobine\* sur un cylindre qui peut être mis en rotation. Les extrémités de la bobine sont reliées à un galvanomètre\*.

Lorsque la bobine est mise en rotation rapide puis stoppée brusquement, le galvanomètre enregistre une déviation, un courant est donc détecté !

La même expérience avec un fil isolant ne produit aucun effet.



▲ Expérience de Tolman et Stewart.

#### Guide de travail

##### ► Résumer les informations :

1. Quelles sont les caractéristiques des deux types d'électron ?
2. Quel est l'objectif de l'expérience ? Quel est son principe ?

##### ► Analyser et critiquer :

3. Quelle constatation macroscopique permet de mettre en évidence un déplacement d'électrons dans les métaux ?
4. Réécrivez le récit de l'expérience dans le cas d'un isolant.

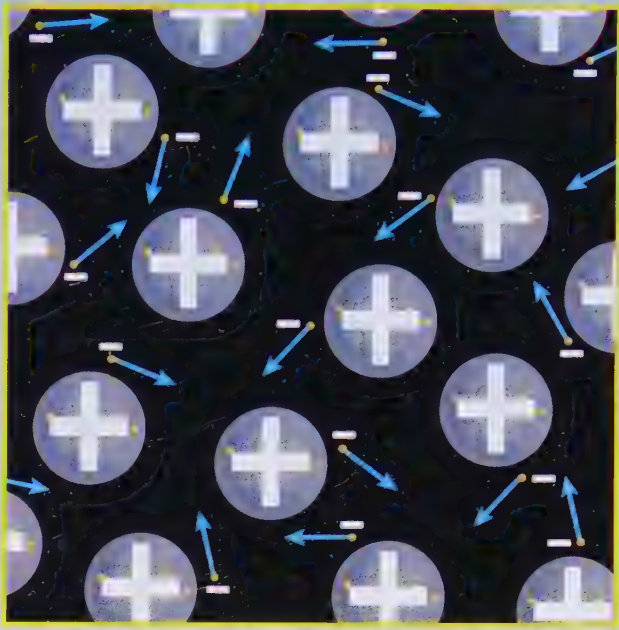
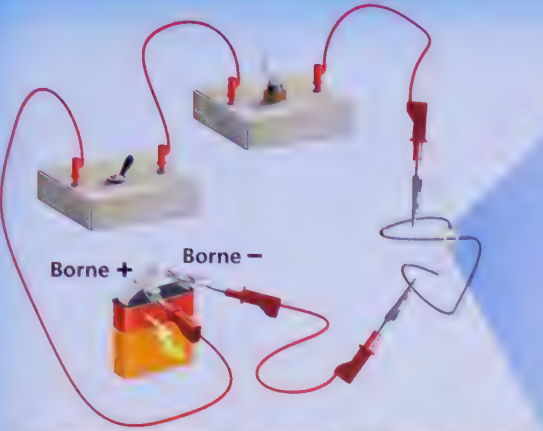
##### ► Exprimer les résultats :




5. À votre avis, qu'est-ce qui est responsable de la conduction du courant dans un matériau conducteur ?

# conducteurs de l'électricité ?

## OBJECTIF **B** Représenter un modèle microscopique

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique



	Électron libre (charge négative)
	Direction du mouvement d'un électron
	Noyau + électrons liés (charge positive) Les atomes sont immobiles
Borne +	Borne qui attire les charges négatives
Borne -	Borne qui attire les charges positives

- Les charges électriques de même signe se repoussent.
- Les charges électriques de signes différents s'attirent.



À votre avis, comment vont se comporter les électrons libres lorsque l'interrupteur sera fermé ?

### Guide de travail

► **Formuler une hypothèse** :

1. Redessinez ce schéma lorsque l'interrupteur est fermé en représentant le mouvement des électrons libres.

► **Analyser** :

2. Le sens conventionnel\* de circulation du courant électrique est-il le même que celui des électrons libres ?
3. Proposez un schéma sur le même modèle traduisant le caractère isolant d'un matériau.

► **Conclure** :

4. À quoi est dû le courant électrique dans les conducteurs métalliques ?

### Mini-dico

**Bobine** : enroulement d'un fil conducteur métallique sur lui-même.

**Galvanomètre** : ampèremètre à aiguille, capable de détecter un courant.

**Sens conventionnel du courant** : il circule de la borne + à la borne - du générateur.

**Vers le bilan...** Expliquez la différence au niveau microscopique entre un conducteur et un isolant.

**Buvez des ions !**

L'eau que nous buvons est incolore, mais elle n'est pas pure pour autant. Elle contient des ions qui sont des espèces chimiques portant une charge électrique.

Comment peut-on détecter la présence de ces ions qu'on ne peut pas voir à l'œil nu ?

IONS		IONS	
Calcium	160	Bicarbonates	386
Magnésium	22	Chlorures	50
Sodium	16	Sulfates	142
Potassium	2	Nitrates	2,8
Résidu sec à 180°C = 644 mg/l		pH = 7,5	

**OBJECTIF****Expliquer la formation des ions****► CAPACITÉ : Étudier des documents**

Un élève a trouvé dans une encyclopédie le texte ci-contre traitant des ions. Il souhaite pouvoir en apprendre plus à leur sujet, mais malheureusement, il a taché ce document.

C'est le chimiste suédois Arrhenius qui fut le premier, vers 1880, à découvrir que certaines substances en solution se trouvent sous la forme d'ions.

Un ion est un atome qui a gagné ou perdu un (ou plusieurs) électron(s).

Pour qu'un atome gagne un (ou plusieurs) électrons(s), il faut qu'un autre atome lui en donne un (ou plusieurs).

Une solution est électriquement neutre : les charges des ions positifs sont compensés par les charges des ions négatifs.

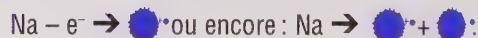
**Exemple du sel de cuisine :**

On extrait le sel de cuisine dans les marais salants et les mines de sel. Sa formule chimique est  $\text{NaCl(s)}$  ou chlorure de sodium : c'est un solide constitué d'ions sodium  $\text{Na}^+$  et d'ions chlorure  $\text{Cl}^-$ .

**- Formation des ions**

Les atomes Na se transforment en ions :

Les ions sont des atomes de sodium qui ont perdu un électron. Ce qui s'écrit :

**- Formation des ions**

Les atomes Cl se transforment en ions :

Les ions chlorure sont des atomes de qui ont un électron. Ce qui s'écrit :



- L'électron gagné par l'ion a été donné par l'atome de .

**Saurez-vous l'aider à le compléter ?****Guide de travail****► Analyser :**

1. Recopiez le texte et complétez les parties tachées en utilisant la banque de mots : *negatifs ; chlorure ; perdu ; sodium ; gagné ; chlore ;  $\text{Na}^+$  ;  $\text{Cl}^-$  ; positifs ;  $e^-$* . (Certains mots peuvent être utilisés plusieurs fois.)
2. Comment est formé un ion positif ? Un ion négatif ?

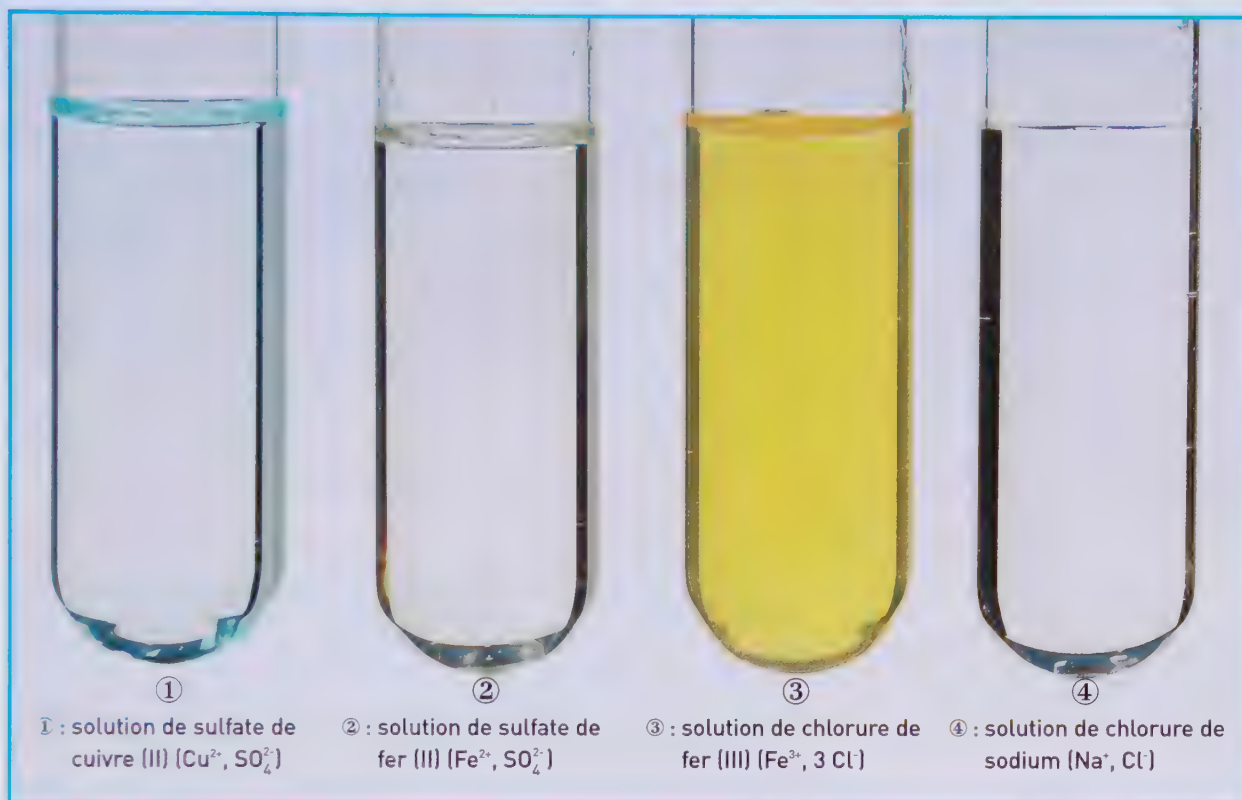
**► Exprimer les résultats :**

3. Définissez ce qu'est un ion.
4. Une eau minérale contient des ions mais reste neutre électriquement. Savez-vous pourquoi ?

# Comment détecter sa présence ?

## OBJECTIF **B** Tester la présence d'ions en solution

► CAPACITÉ : Expérimenter



Les solutions qui vous sont présentées contiennent des ions.

Pour identifier ces ions, on peut faire différents tests chimiques caractéristiques de chacun d'entre eux.

▲ Différentes solutions contenant des ions.



Comment détecter la présence de ces ions grâce à des tests ?

### Guide de travail

► Analyser :

1. Faites une liste des ions que vous pouvez mettre en évidence et classez-les en fonction du test à réaliser.
2. Donnez le nom du réactif pour chacun de ces tests.

► Expérimenter :

3. Après accord du professeur, réalisez ces tests.

► Exprimer les résultats :

4. Présentez vos résultats sous forme d'un tableau. Pour chaque ion testé, indiquez le réactif que vous avez utilisé, réalisez un schéma de l'expérience et exprimez vos éventuelles observations.

voir fin de manuel et méthode p. 231

### Mini-dico

**Eléments** : corps chimiques qui composent toute la matière existante.

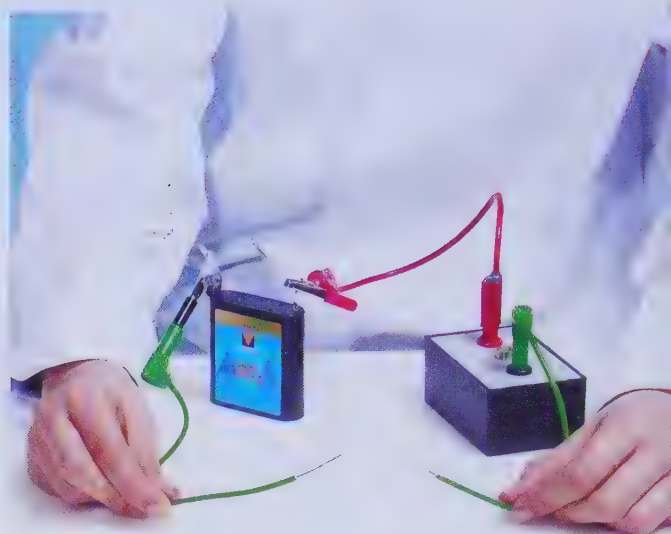
**Vers le bilan...** À partir des tests que vous venez de voir, est-il possible d'identifier tous les ions qui existent ?



## Un peu de bricolage

Vous disposez de sucre en poudre, de sel, de sulfate de cuivre et d'eau déminéralisée\*, ainsi que de béchers et d'une spatule.

Ce matériel vous permet-il de « réparer » le circuit ci-contre ?



### OBJECTIF



## Comparer les solutions conductrices et isolantes

### ► CAPACITÉ : Participer à la conception d'un protocole

Réalisez les quatre solutions aqueuses, notées A, B, C et D.

Ces solutions sont préparées en introduisant quatre spatules de soluté dans 200 mL de solvant, ici l'eau.



Comment montrer que ces solutions sont conductrices ?



(A)

Eau déminéralisée

(B)

Eau salée

(C)

Eau sucrée

(D)

Solution de sulfate de cuivre



### Guide de travail

#### ► Élaborer un protocole :

1. Faites un schéma de l'expérience en précisant la liste du matériel dont vous avez besoin.

#### ► Expérimenter :

2. Après accord de votre professeur, testez les solutions A, B, C et D et l'eau déminéralisée\*.

#### ► Exprimer les résultats :

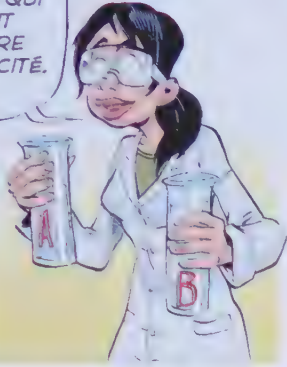
3. Récapitulez dans un tableau les solutions qui conduisent le courant électrique et celles qui ne le conduisent pas.
4. D'après vous, qu'est-ce qui, dans une solution aqueuse, est responsable de la conduction électrique ?

# courant électrique ?

## OBJECTIF **B** Identifier le responsable de la conduction en solution

► **CAPACITÉ** : Participer à la conception d'un protocole

CE SONT  
LES IONS QUI  
DOIVENT  
CONDUIRE  
L'ÉLECTRICITÉ.



?

Quelles expériences permettraient de valider ou non cette hypothèse ?

### Guide de travail

► **Élaborer un protocole et expérimenter** :

1. Aidez-vous de l'activité 2 pour trouver les expériences à réaliser.
2. Après accord de votre professeur, testez les solutions.

► **Exprimer les résultats** :

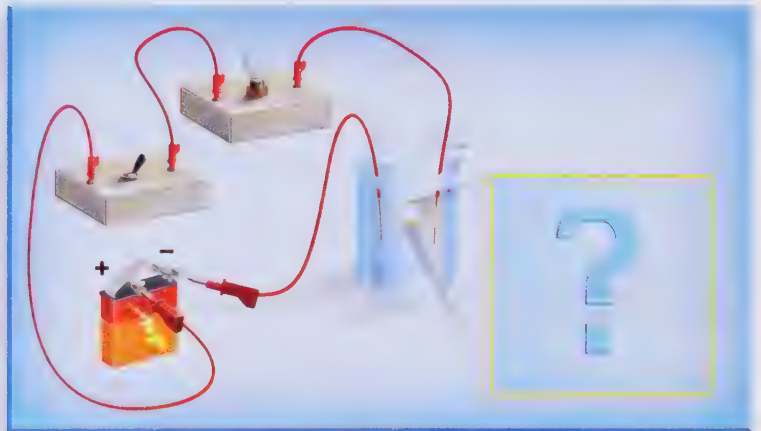
3. L'hypothèse est-elle validée ou non ? Argumentez votre réponse.

## OBJECTIF **C** Représenter un modèle microscopique

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique

Par analogie avec les solides, on peut réaliser un modèle microscopique expliquant le caractère isolant ou conducteur d'une solution aqueuse.

Sur ce schéma, la solution peut contenir des ions ou non.



?

Comment décrire au niveau microscopique le caractère conducteur ou isolant d'une solution aqueuse ?

### Guide de travail

► **Formuler une hypothèse** :

1. Par analogie avec la conduction dans les métaux, redessinez ce schéma de circuit électrique lorsque l'interrupteur est ouvert ou fermé :
  - dans le cadre d'une solution ionique\* en représentant le mouvement des ions (sens de circulation des ions négatifs et positifs...);
  - dans le cadre d'une solution qui ne contient pas d'ions.

► **Conclure** :

2. À quoi est dû le courant électrique dans une solution ?
3. Tous les ions se déplacent-ils dans le même sens dans une solution ?

### Mini-dico

**Eau déminéralisée** : eau qui ne contient pas de sels minéraux (les sels minéraux contenus dans l'eau sont sous forme d'ions).

**Solution ionique** : solution qui contient des ions.

**Soluté** : substance chimique dissoute dans un solvant.

**Solvant** : liquide dans lequel on dissout un soluté.

**Vers le bilan...** Dans les métaux et les solutions conductrices, les responsables de la conduction sont-ils les mêmes ?



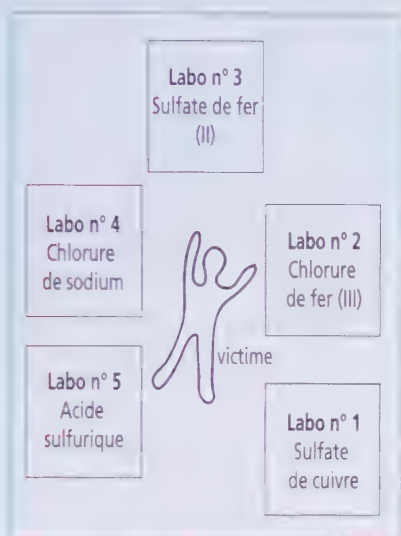
# r ces défis ?

## OBJECTIF **C** Démasquer un criminel !

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique

12 Juin 2007, un corps est retrouvé sans vie dans les couloirs d'une usine. Sur le sol, aucune trace de sang. L'expert Gil Grissom pense qu'il a été amené là alors que le crime a eu lieu ailleurs.

À quelques pas de là se trouvent cinq laboratoires de recherche. Grissom a la conviction que le crime a eu lieu dans un de ces laboratoires !



▲ Plan des lieux.



Grissom vous a envoyé les échantillons de tissus, pourrez-vous l'aider à trouver où le crime a eu lieu ?

### Guide de travail

► **Élaborer un protocole** :

1. Proposez une série d'expériences pour retrouver dans quel labo le crime a eu lieu.

► **Expérimenter** :

2. Après accord de votre professeur, réalisez vos expériences.

► **Exprimer les résultats** :

3. Rédigez le compte-rendu que vous avez à rendre à Gil Grissom. Le numéro du laboratoire où a eu lieu le crime doit impérativement être indiqué.



### Mini-dico

**Diluer** : ajouter un solvant (ici l'eau) dans une solution afin d'en diminuer sa concentration.

**Vers le bilan...** Quelle est la grandeur qui permet de mesurer l'acidité d'une solution ?

## 1 La conduction du courant dans les solides

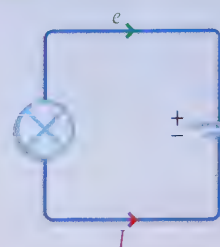
● La plupart des solides sont isolants : les électrons de leurs atomes sont tous liés au noyau et ne sont pas mis en mouvement sous l'action d'une tension électrique. Aucun courant électrique ne peut passer. **1A p. 40**

● Dans les solides conducteurs, en plus des électrons « liés » au noyau, il existe des **électrons « libres »**.

En l'absence de tension électrique, les **électrons libres** ont un mouvement désordonné. En revanche, dès qu'une tension électrique est appliquée, ces électrons se déplacent de manière ordonnée vers la borne + de la source car ils sont chargés négativement (les charges + attirent les charges -) : le courant électrique passe. **1B p. 41**



Les électrons « libres » circulent dans le solide conducteur dans le sens inverse du sens conventionnel du courant.

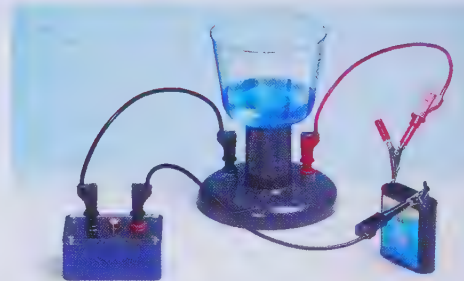


## 2 La conduction du courant dans les solutions aqueuses

● Seules les **solutions ioniques**, c'est-à-dire contenant des **ions**, sont conductrices : c'est le cas de l'eau salée et de la solution de sulfate de cuivre.

● Les solutions non ioniques ne conduisent pas le courant électrique : c'est le cas de l'eau sucrée qui ne contient que des molécules de glucose dissoutes dans l'eau.

● À la différence des atomes et des molécules, les ions sont chargés électriquement. Le déplacement des ions au sein d'une solution assure le passage du courant électrique. Les ions positifs sont attirés par la borne négative du générateur et les ions négatifs par la borne positive.



Électrolyseur contenant une solution ionique. La lampe est allumée.

## 3 Reconnaître la présence de certains ions

● Il existe différents tests permettant de s'assurer de la présence de tel ou tel ion dans une solution aqueuse (voir fin de manuel). Les ions métalliques sont identifiés grâce à de l'hydroxyde de sodium, les ions chlorure par un test au nitrate d'argent. **2 p. 42-43**

Ion chlorure	$\text{Cl}^-$
Ion cuivre (II)	$\text{Cu}^{2+}$
Ion fer (II)	$\text{Fe}^{2+}$
Ion fer (III)	$\text{Fe}^{3+}$
Ion hydrogène	$\text{H}^+$
Ion hydroxyde	$\text{HO}^-$
Ion sulfate	$\text{SO}_4^{2-}$

Formules chimiques de quelques ions.

## 4 Acidité et basicité

● Les ions hydrogène  $\text{H}^+$  sont responsables de l'acidité d'une solution. Plus une solution contient d'ions hydrogène et plus elle est **acide**.

● Les ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  sont responsables de la basicité d'une solution. Plus une solution contient d'ions hydroxyde, plus elle est **basique**.

● Dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. Une solution **neutre** contient autant d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde.

● Le caractère acide ou basique d'une solution est défini par son pH, mesurable en utilisant un papier pH. **3 p. 44-45**

● Lors de la dilution d'une solution **acide**, le pH augmente. Attention ! Cette augmentation de pH a une limite : la valeur 7 ne peut pas être dépassée.



Le papier pH permet de mesurer le caractère acide, basique ou neutre d'une solution.

## → par l'image

### Conduction dans les solides et les solutions

Électron libre  
 Direction de leur mouvement  
 Atome (noyau + électrons liés)  
 Les atomes sont immobiles

Ion positif  
 Ion négatif  
 Direction du mouvement

### Test de reconnaissance d'ions

Réactif spécifique

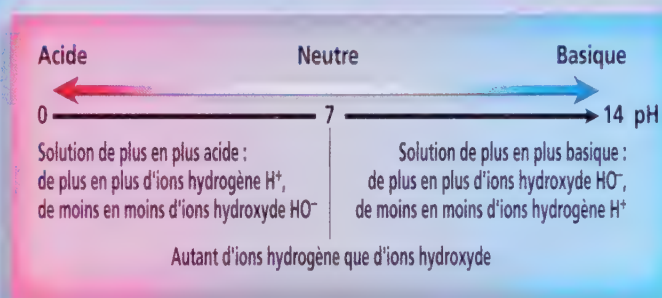
Solution à tester

L'ion testé est présent

Précipité

L'ion testé est absent

### Le pH



## → par le texte

- La conduction du courant électrique dans les métaux est due au déplacement des électrons libres. (Co)
- La conduction du courant électrique dans les solutions aqueuses est due à la présence d'ions positifs ou négatifs. Ces solutions sont dites solutions ioniques. (Co)
- Certains ions sont reconnaissables grâce à un test caractéristique. (Ca)
- Une solution acide contient des ions hydrogène, son pH est compris entre 0 et 7. (Co)
- Le pH d'une solution peut se mesurer avec un papier pH ou avec un pH-mètre. (Ca)
- Lors de la dilution d'une solution acide, le pH augmente. (Co)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

### Mots nouveaux

**Électron libre** : électron qui peut être mis en mouvement ordonné lorsqu'il est soumis à une tension électrique.

**Solution ionique** : solution qui contient des ions.

**Acide** : solution dont le pH est inférieur à 7. Une solution acide contient plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde.

**Basique** : solution dont le pH est supérieur à 7. Une solution basique contient plus d'ions hydroxyde que d'ions hydrogène.

**Neutre** : solution dont le pH est égal à 7. Une solution neutre contient autant d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde.



# EXERCICES

## Capacités

### Je dois être capable de

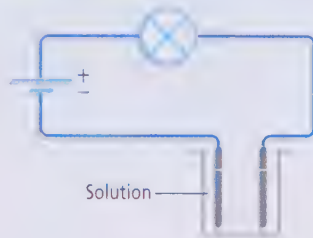
- comparer le caractère conducteur de certains solides et de certaines solutions → ex. 11, 12, 17 ;
- réaliser les tests de reconnaissance de quelques ions → ex. 13, 16 ;
- identifier les solutions neutres, acides et basiques → ex. 14 ;
- observer les conséquences de la dilution d'une solution acide → ex. 15.

### 11 Faire le bon montage !

- De quel matériel avez-vous besoin pour prouver qu'une solution conduit ou non l'électricité ?
- Représentez le montage que vous réaliserez.
- Mêmes questions dans le cas des solides.

### 12 La conduction des solutions

On place successivement les solutions suivantes dans l'électrolyseur : de l'eau déminéralisée, de l'eau sucrée, de l'eau salée et une solution aqueuse de sulfate de cuivre.



- À quoi sert la lampe dans ce circuit ?
- S'il n'y avait pas d'électrolyseur, comment pourriez-vous tout de même réaliser ce montage ?
- Reproduisez et remplissez le tableau suivant :

Solutions	Eau	Eau sucrée	Eau salée	Sulfate de cuivre
Que contient la solution ?				
La lampe brille-t-elle ?				



COUP DE POUCE

Un électrolyseur est un appareil qui permet de mettre deux électrodes métalliques en contact avec du liquide dans un circuit électrique.

### 13 Tests de reconnaissance des ions

Décrivez les tests de reconnaissance des ions fer (II), des ions fer (III), des ions chlorure et des ions cuivre (II).

### 14 Acide, neutre ou basique ?

Comment faites-vous pour savoir si une solution est acide, neutre ou basique ? Décrivez précisément le matériel que vous utilisez.

### 15 Dilution d'une solution acide

- Comment réalisez-vous la dilution d'une solution d'acide chlorhydrique ? Faites la liste de tout le matériel dont vous avez besoin.
- Quelle expérience devez-vous réaliser pour prouver que le pH d'une solution acide augmente lorsqu'on la dilue ?

### 16 Une eau minérale

- Sur cette étiquette, quels ions reconnaissez-vous ?
- Comment pourriez-vous mettre en évidence les ions chlorure ?

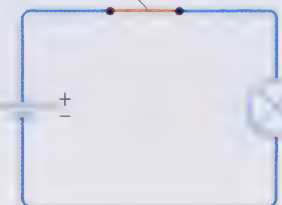
La diversité des produits : Montagne, Source, Eau minérale, Eau de table, Eau de source.

Valeurs nutritionnelles moyennes pour :	Analyse moyenne en mg/l
Calcium	65
Magnésium	
Sodium	
Potassium	
Hydrogencarbonates	
Chlorures	
Sulfates	
Nitrates	
Résidu sec à 180°C	
pH	

### 17 La conduction de matériaux solides

- La lampe brille-t-elle ? Pourquoi ?
- Reproduisez le schéma sur votre cahier et indiquez dessus le sens conventionnel du courant électrique en rouge et celui du déplacement des électrons en bleu.
- Que se passe-t-il si on remplace le fil de cuivre par un fil d'aluminium ?
- On remplace le fil d'aluminium par un fil de coton : que se passe-t-il ?

Fil en cuivre



## Attitudes

### 18 Principe de précaution

► Faire preuve d'esprit critique

Consultez l'article suivant :

[www.ccme.ca/sourcetotap/nitrates.fr.html](http://www.ccme.ca/sourcetotap/nitrates.fr.html)

- Donnez la formule chimique de l'ion nitrate.
- Quels sont les effets de l'ion nitrate sur la santé ?
- Qui est le plus exposé ?
- Qu'est-ce que le principe de précaution ? Expliquez en quoi il peut s'appliquer dans le cadre du lien entre nitrate et cancer.

### 19 À boire avec modération

► Avoir une attitude responsable face à la santé

- Rappelez ce qu'est de l'eau déminéralisée.
- Quelles particules chargées trouve-t-on dans les eaux minérales ou l'eau du robinet ?
- Où trouve-t-on de telles particules dans l'organisme ?
- Pourquoi ne doit-on pas consommer une telle eau ?



COUP DE POUCE

Le corps humain n'aime pas les déséquilibres.

# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

### Exercice 20 (10★)

#### 1 Réviser :

- a. Rappelez quelles particules sont responsables de la conduction du courant électrique dans un métal. .... \*
- b. Rappelez quelles espèces sont responsables de la conduction du courant électrique dans une solution. .... \*

#### 2 Résoudre un problème :

Pour protéger les objets en fer de la corrosion, il faut les recouvrir d'une couche protectrice de zinc. Quelle expérience pourriez-vous faire pour recouvrir un clou d'un dépôt de zinc ?

(Aide : Vous avez à votre disposition : un clou en fer ; une plaque de zinc ; une solution de sulfate de zinc ; des fils électriques ; un générateur.

Un ion métallique peut redevenir un atome de métal au contact d'une électrode soumise à une tension électrique.)

#### Une méthode

- a. Cherchez la formule des ions sulfates et des ions zinc. .... \*
- b. Faites le schéma de l'expérience qui vous permettrait de faire passer du courant électrique dans une telle solution. .... \*\*
- c. Indiquez sur le schéma précédent où vont les ions zinc  $Zn^{2+}$ . .... \*
- d. À quelle borne doit-on placer le clou en fer pour qu'il soit recouvert de zinc ? ... \*

- 3 Réfléchir : Proposez un montage complet qui permettrait de réargenter des couverts en argent usés. .... \*\*

Co	Ca	At	TOTAL
*			
*			
*			
	**		
	*		
	*		
	**	*	
3	6	1	10

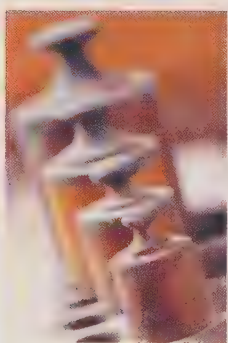
### Exercice 21 (10★)

#### 1 Réviser :

- a. Quel réactif est utilisé pour mettre en évidence la présence d'ions métalliques ? .... \*
- b. Quelle relation existe-t-il entre acidité et pH ? .... \*

#### 2 Résoudre un problème :

Les objets en laiton (alliage de cuivre et de zinc) s'oxydent et présentent un aspect terne et sombre (dû aux oxydes déposés sur l'objet).



Pour les décaper, on peut les tremper dans de l'acide chlorhydrique : ils prennent alors une couleur rougeâtre et il faut les polir pour qu'ils retrouvent un aspect jaune et brillant. À votre avis, que se passe-t-il lors de ce nettoyage ?

(Aide : une solution aqueuse d'acide chlorhydrique attaque le zinc, mais pas le cuivre, et permet de détacher les oxydes formés.)

#### Une méthode

- a. Les ions hydrogène sont responsables du caractère acide de l'acide chlorhydrique. Quel test pouvez-vous faire pour vérifier leur présence ? .... \*
- b. Quelle est la première conséquence de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'objet oxydé ? .... \*
- c. Quel métal est responsable de la couleur rougeâtre pris par l'objet ? ... \*
- d. Quel est l'effet du polissage sur un métal ? .... \*
- e. Donnez votre conclusion. .... \*

- 3 Réfléchir : Peut-on appliquer cette technique pour décaper des objets en bronze ? .... \*\*

Co	Ca	At	TOTAL
*			
*			
	*		
*			
*	*		
*	*		
*	**		
6	4	0	10

## Pour aller plus loin

### 22 Vitesse d'un électron libre

Les électrons libres contenus dans un fil métallique se déplacent à la vitesse de 0,4 mm/s.

- Combien de temps les électrons libres mettent-ils pour parcourir 30 cm ?
- Quelle distance parcourent-ils en 2 minutes ?



**COUP DE POUCE**

La relation qui relie vitesse, distance et temps s'écrit :  $v = \frac{d}{t}$

### 23 Identifier une solution inconnue

Joris veut connaître la nature d'une solution contenue dans un tube à essais : elle est bleue et transparente.

- À votre avis, quel ion est-elle susceptible de contenir ?
- Quels tests Joris devra-t-il faire ?
- Joris a répertorié les résultats obtenus dans un tableau :

Ion testé	Ion fer (II)	Ion fer (III)	Ion cuivre (II)	Ion chlorure	pH
Résultat	rien	rien	+	+	7

- Que veulent dire les « + » indiqués dans son tableau ?
- La dernière colonne, telle qu'il l'a écrite, est-elle juste ? Corrigez si nécessaire.
- Que contient la solution du tube à essais ?

### 24 Un test négatif...

Sofia réalise différents tests afin de savoir de quoi est constituée une solution dite « inconnue ».

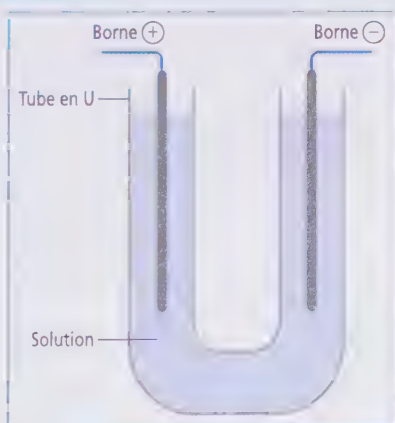
Lorsqu'elle ajoute du nitrate d'argent, elle constate que rien ne se passe.

Que peut-elle en conclure ?

### 25 Migration des ions

Dans le tube en U, on a placé 10 mL d'une solution de permanganate de potassium ( $K^+$  et  $MnO_4^-$ ) et 10 mL d'une solution de sulfate de cuivre ( $Cu^{2+}$  et  $SO_4^{2-}$ ).

- Vers quelle borne les ions cuivre (II) se dirigent-ils ?
- Vers quelle borne les ions permanganate  $MnO_4^-$  se dirigent-ils ?



**COUP DE POUCE**

Couleur des ions suivants en solution :  $MnO_4^-$  violets ;  $Cu^{2+}$  bleus ;  $K^+$  et  $SO_4^{2-}$  incolores.

- Dessinez ce que l'on obtiendra au bout de plusieurs heures de fonctionnement.

### 26 La bouillie bordelaise

Les viticulteurs utilisent de la « bouillie bordelaise » : si on verse une solution d'hydroxyde de sodium dans de la bouillie bordelaise, on obtient un précipité bleu.

La présence de quel ion est-elle ainsi mise en évidence ?

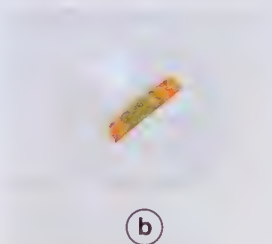
### 27 Un déboucheur de canalisations !

On étudie un déboucheur de canalisations. On mesure son pH grâce à un papier pH (doc. a).

- Rappelez comment ce test s'effectue.
- Qu'indique la couleur prise par le papier pH (doc. b) ? Que pouvez-vous en déduire ?
- Que contient majoritairement le déboucheur : des ions hydroxyde ou des ions hydrogène ?



(a)



(b)



### 28 Jolie nature

« Le lac Kawah Ijen en Indonésie et le lac Magadi au Kenya sont deux magnifiques curiosités naturelles, aussi belles que dangereuses ! »

- Expliquez cette phrase. Aidez-vous d'Internet pour rédiger un document numérique illustré de photos.
- Quelle expérience devriez-vous réaliser avant de vous baigner dans un lac inconnu ?

### 29 Biologie et chimie

Consultez le lien suivant :

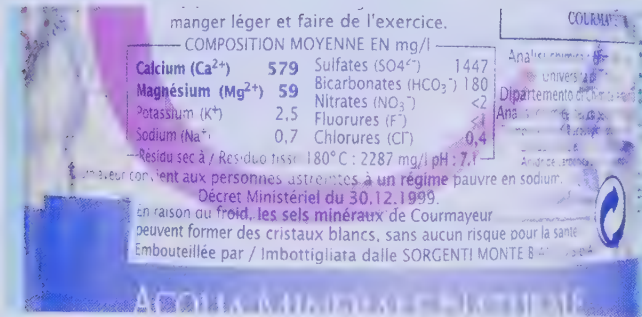
[www.biofeeling.com/atomes-mollecules.php](http://www.biofeeling.com/atomes-mollecules.php)

- Faites la liste des éléments que l'on trouve dans le corps humain.
- Parmi eux, quels sont ceux dont vous connaissez la forme ionique ?
- Qu'est qu'un oligoélément et pourquoi porte-t-il ce nom ?
- Choisissez l'un d'entre eux et rédigez, après des recherches sur Internet, un texte expliquant son rôle dans le corps humain.

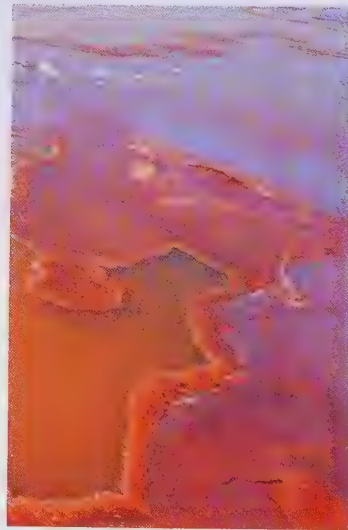
B2i

## 30 De l'eau minérale !

Sur les étiquettes des eaux minérales, on trouve beaucoup d'informations !



1. Quelles informations sont indiquées sur l'étiquette qui vous est présentée ?
2. Les espèces chimiques données dans la partie « composition » sont-elles des atomes ? Des molécules ? Des ions ?
3. Qu'est-ce qui devrait être écrit en toute rigueur dans cette partie « composition » ?
4. Connaissez-vous plus particulièrement une des espèces chimiques citées ?
5. Décrivez précisément le test que vous pourriez réaliser afin de mettre en évidence sa présence.
6. On parle certaines fois « d'eau ferrugineuse » : c'est le cas de l'eau du lac en photographie.



À votre avis, quel type d'ions contient cette eau ?

## 31 Et la lumière fut...



Expliquez ce qu'il se passe lorsque l'interrupteur est fermé en employant les conjonctions de coordination : **si, donc, car...**

## 32 Un peu d'histoire...

En 1858, un physicien allemand, Julius Plücker, observe un phénomène curieux : au passage d'un courant électrique, une lueur verte brille sur la paroi d'un tube de verre soumis au vide.

En 1897, Joseph John Thomson, physicien anglais, montre que ce pinceau de lumière est dévié lorsqu'il passe entre deux plaques métalliques chargées : il en conclut que ce faisceau est constitué de particules très légères portant une charge négative qu'il baptise « électrons ».

1. Faites une biographie rapide de Thomson.
2. Quelle propriété des charges explique la déviation du faisceau d'électrons ?
3. Citez les deux types d'électrons contenus dans un atome en précisant lequel est impliqué dans la conduction.
4. Pourquoi dit-on souvent que Thomson a « ouvert la voie à l'électronique » ?

## 33 Les pluies acides

La pluie, la neige ou le brouillard, pollués par des substances acides dans l'atmosphère, sont autant de formes de précipitations acides qui endommagent l'environnement.

À l'état naturel la pluie est légèrement acide car elle contient du dioxyde de carbone, mais la pollution de l'atmosphère due à l'industrie et à la circulation automobile fait que certaines pluies sont, aujourd'hui, aussi acides que du jus de citron (pH environ égal à 5, voire moins !), soit cinq cents fois plus que des pluies non polluées !

Des poissons qui agonisaient par milliers dans les lacs d'Europe et d'Amérique du Nord ont, les premiers, donné l'alerte, dans les années 1960 et 1970, sur les effets destructeurs des pluies acides. Dix ans plus tard, des forêts de conifères commencèrent à dépérir, victimes du même phénomène. Des observations faites depuis 1980 ont montré que les forêts d'Europe sont menacées.

D'après

[www.alertes-meteo.com/catastrophe/pluies-acides.htm](http://www.alertes-meteo.com/catastrophe/pluies-acides.htm)

1. Comment déterminer qu'une pluie est « acide » ?
2. Qu'est-ce qui rend l'eau de pluie (ou de précipitations) acide ?
3. Quelles sont les conséquences des pluies acides ?

## 34 L'estomac

Recherchez sur Internet ou dans une encyclopédie :

1. Quel liquide contient l'estomac ? À quoi sert-il ?
2. Quel est le pH de ce liquide ?
3. Les réponses aux deux questions précédentes sont-elles cohérentes ?
4. Quelles sont les précautions d'usage à respecter lorsque l'on emploie des solutions dont le pH est proche de celui du liquide gastrique ?

# EXERCICES

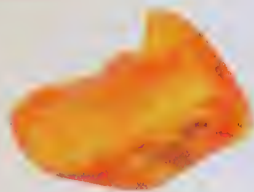
## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE



### 35 Allons voir chez les Grecs...

Le mot *elektron* en grec signifie ambre. Lorsque l'ambre est frotté par un chiffon sec, il peut attirer des objets légers : on appelle ce phénomène « électricité statique ».



Comment s'explique ce phénomène ?

#### Démarche

1. Trouvez ce qui est arraché aux atomes de l'ambre.
2. L'ambre et le chiffon sont alors chargés. Quels sont leurs signes respectifs ?
3. Avez-vous maintenant une explication ?

### 36 Des précautions au labo...

Avant d'utiliser une solution de nitrate d'argent au laboratoire, on prend soin de rincer toute la verrerie à l'eau déminéralisée.



COUP DE POUCE

L'eau déminéralisée ne contient pas d'ion.

→ Pourquoi ne le fait-on pas avec de l'eau du robinet ?

### 37 Dare-dare... voilà une guêpe !

La guêpe, comme l'abeille ou le frelon, sécrète un venin contenant de nombreuses substances chimiques. En particulier des amines biologiques comme l'histamine, responsable des démangeaisons. Les amines biologiques sont des molécules qui appartiennent à la famille des bases. Dans un manuel de premier secours en cas de piqûre, on peut lire, entre autre : « tamponner la blessure avec du vinaigre ».



Avez-vous une explication ?

#### Démarche

1. Rechercher la principale substance chimique contenue dans le vinaigre et ses propriétés chimiques. (Utilisez un moteur de recherche ou une encyclopédie.)
2. À votre avis, que se passe-t-il lorsque l'on met en présence de la blessure le vinaigre ?

## Une expérience simple et amusante



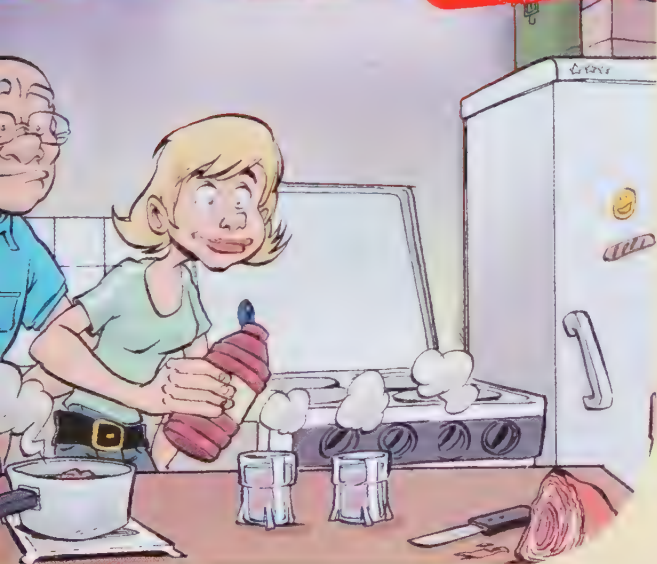
### Fabriquer un indicateur coloré avec du chou rouge !

- Avec l'aide de vos parents, faites bouillir de l'eau puis laissez infuser quelques feuilles de chou rouge.
- Répartissez la solution obtenue dans deux verres.
- Rajoutez :
  - quelques gouttes de vinaigre ou de jus de citron dans le premier verre.
  - quelques gouttes de détergent dans le deuxième verre.

#### Matériel

- une bouilloire
- eau
- deux verres
- un citron ou du vinaigre
- du détergent
- un bol

1. Quelle est la couleur de la solution de chou rouge obtenue après infusion ?
2. Notez vos observations lorsque vous ajoutez le vinaigre puis le détergent à la solution de chou rouge.
3. On dit que le chou rouge est un « indicateur coloré »... À votre avis, qu'indique-t-il ? Pourquoi le qualifie-t-on de « coloré » ?



Les ions sont indispensables au développement et au fonctionnement de l'organisme. Les chimistes les utilisent pour soigner des maladies... et les physiciens ont découvert le secret de fabrication de certains ions qui soignent le cancer !



## Santé

### Les oligoéléments : des ions indispensables

L'organisme humain a besoin d'une vingtaine de minéraux, indispensables à son bon fonctionnement : ils interviennent dans de nombreux processus biologiques, soit comme constituants (ex. : calcium et os), soit comme cofacteurs dans divers métabolismes (ex. : fer et hémoglobine pour le transport du dioxygène).

Certains de ces éléments sont nécessaires dans des quantités de l'ordre du gramme, ce sont des macroéléments : d'autres dans des quantités de l'ordre de quelques milligrammes, ce sont les oligoéléments. Tous doivent provenir d'une alimentation équilibrée car l'organisme ne peut pas les synthétiser.

En France, des déficiences d'apport sont assez fréquentes. Celles-ci peuvent être à l'origine de fatigue, d'une baisse d'appétit, d'une moindre résistance aux infections... Il est donc nécessaire d'avoir des apports quotidiens suffisants !

Parmi les oligoéléments, on trouve le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, le sélénium, le chrome, le cobalt... qui existent sous forme de cations, c'est-à-dire d'ions positifs.

#### Questions

1. Notre organisme est-il capable de synthétiser les oligoéléments ? Qu'est-ce que cela implique ?
2. Quels sont les oligoéléments que vous êtes capables d'identifier ?

Oligoéléments	Fer	zinc	cuivre
Rôle	- Transport du dioxygène	- Activités enzymatiques (plus de 70) - Croissance et immunité	- Activités enzymatiques - Fonctionnement du système nerveux
Besoin journalier	20 mg	15 mg	2 mg
Conséquences d'une carence	Anémie, fatigabilité, apathie, troubles du sommeil	Retard de croissance	Maladie de peau, troubles nerveux
Sources	Viande, volaille, poisson, aliments d'origine végétale	Produits laitiers, œufs, féculents, produits de la mer	Foie, crustacés et coquillages, chocolat, céréales complètes...
Cation	$Fe^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Cu^{2+}$

## Biologie

### Transmettre l'influx nerveux

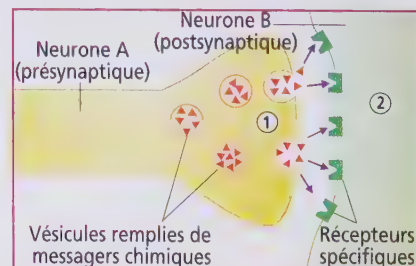


Les neurones sont reliés entre eux par des synapses. Il existe deux types de synapses :

- les **synapses électriques** : les cellules se touchent, ce qui permet à l'influx nerveux de passer de l'une à l'autre ;

- les **synapses chimiques** : les cellules ne se touchent pas et l'influx nerveux a besoin de molécules particulières ou d'ions pour franchir l'espace qui les sépare.

Sans ces molécules et sans ces ions, le passage des messages nerveux ne serait pas assuré !



#### Questions

- Quels sont les deux types de synapses que l'on peut rencontrer ?



## Technologie

## Des ions... pour soigner !

Il existe plusieurs moyens de traiter les tumeurs cancéreuses :

- la chirurgie : la tumeur est enlevée ;
- la chimiothérapie : la tumeur est combattue avec des médicaments ;
- la radiothérapie : la tumeur est détruite grâce à des rayons.

La radiothérapie est une émission de photons (particules de lumière) qui va abîmer le matériel génétique des cellules cancéreuses : celles-ci ne pouvant plus se multiplier, la tumeur est neutralisée. Mais ces rayons ne distinguent pas les tissus sains de la tumeur : des destructions involontaires sont parfois à l'origine d'effets indésirables ou empêchent le traitement.

La protonthérapie fait appel à des protons, l'une des particules de l'atome. Pour les libérer et obtenir un faisceau relativement puissant, il faut faire « éclater » les atomes.

On peut le faire grâce à de gros équipements : le centre de protonthérapie d'Orsay utilise un synchrocyclotron de 900 tonnes... Cet appareil permet de donner plus ou moins d'énergie aux protons, ce qui leur permettra de rentrer plus ou moins profondément dans les tissus.

Les protons vont donc directement sur la tumeur et ne touchent pratiquement pas les tissus sains.



### Questions

1. Quels sont les désavantages de la radiothérapie par photons ?
2. Décrivez simplement ce qu'est la protonthérapie.
3. Quels sont les avantages de la protonthérapie ?

## MÉTIER Technicien de laboratoire d'analyse des eaux

### ON NE PLAISANTE PAS AVEC L'EAU DU ROBINET

« **M**on travail consiste à analyser l'eau du robinet pour en vérifier la conformité. Tous les matins, je réceptionne les échantillons d'eau prélevés par mes collègues, et j'organise ma journée en fonction des analyses à effectuer. Deux maîtres mots au sein du laboratoire : qualité et rendement !

“ Deux maîtres mots au sein du laboratoire : qualité et rendement ! ”

Pour traiter un maximum d'échantillons en un minimum de temps, toute l'équipe optimise l'utilisation des différents appareils.

Mon boulot ne se résume pas seulement à appuyer sur des boutons ; je dois calibrer les machines avec des solutions étalons en veillant à respecter les normes analytiques et les procédures qualité. Il faut être rigoureux, et persévérant lorsqu'une manipulation ne fonctionne pas ! Après un BTS « chimie » et 12 ans d'expérience, je suis aujourd'hui responsable de la validation de résultats. »

Propos recueillis par Julie et Sapho. ■



**Lionel** (32 ans)

- Salarié
- Centre d'analyse et de recherche
- BTS « Chimie »

# La matière

*A priori*, difficile de trouver un point commun entre une bouteille de plastique et l'équipement d'un snowboarder. Et pourtant... ils sont tous les deux issus de créations récentes des chimistes : les matières plastiques.

## Dans ce chapitre, vous allez...

- **réaliser** une réaction entre un métal et un acide ;
- **découvrir** que les chimistes peuvent « fabriquer » des molécules copiées de la nature ou entièrement nouvelles ;
- **apprendre** à suivre un protocole de synthèse d'une molécule.

# se transforme



Pas de produit chimique ?  
C'est possible ?



Coque de bateau abîmée  
par la corrosion.

Où est passé  
le métal de la coque ?

Un ver à soie  
en train de tisser.

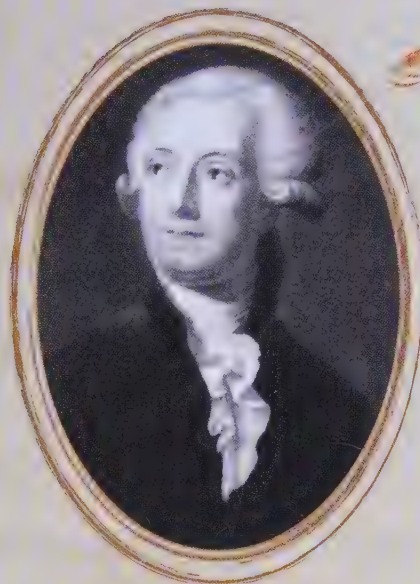
À part Spiderman, l'homme  
peut-il lui aussi tisser un fil ?



► CAPACITÉ : Étudier un document

Traité élémentaire de chimie, 1864  
 Antoine Laurent de Lavoisier  
 CHAPITRE XIII

## DE LA DÉCOMPOSITION DES OXYDES VÉGÉTAUX PAR LA FERMENTATION VINEUSE



Antoine Laurent de Lavoisier

### Du jus de raisin à la liqueur

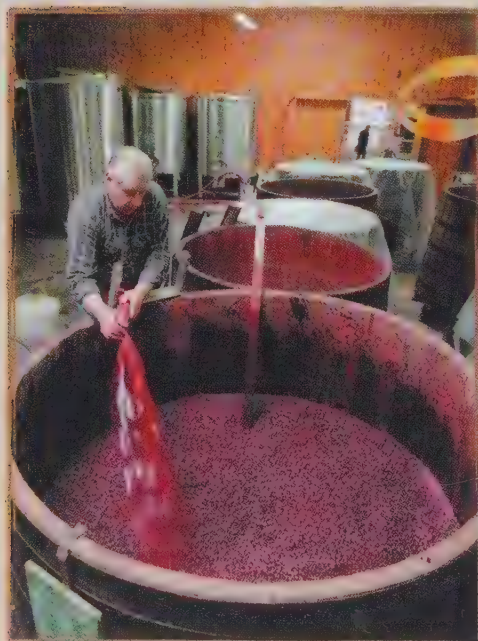
Tout le monde sait comment se font les boissons fermentées **spiritueuses**. On extrait le jus des raisins ou des pommes, on étend d'eau ce dernier ; on met la liqueur dans de grandes cuves, et on la tient dans un lieu dont la température soit au moins de 12 degrés Celsius. On peut observer très vite un mouvement rapide de fermentation, des bulles de gaz nombreuses viennent crever à la surface, et, quand la fermentation est à son apogée, la quantité de ces bulles est si grande qu'on croirait que la liqueur est sur un brasier **ardent**. Le gaz qui se dégage est du gaz carbonique, et, quand on le recueille avec soin, il est parfaitement pur et exempt du mélange de toute autre espèce d'air ou de gaz. Le **suc** des raisins, de doux et de sucré qu'il était, se change, dans cette opération, en une liqueur **vineuse**, qui, lorsque la fermentation est complète, ne contient plus de sucre, et dont on peut retirer par distillation une liqueur inflammable connue sous le nom d'alcool, qui nous vient des Arabes.

**Spiritueuses** : alcoolisées et sucrées

**Suc** : liquide, jus

**Ardent** : très chaud

**Vineuse** : qui ressemble à du vin



### Une opération chimique

Cette opération est une des plus frappantes et des plus extraordinaires de toutes celles que la chimie nous présente, et nous avons à examiner d'où vient le gaz carbonique qui se dégage, d'où vient l'alcool qui se forme, et comment un corps doux, le raisin, peut se transformer ainsi en deux substances si différentes, dont l'une est combustible, l'autre incombustible. On voit que, pour arriver à la solution de ces deux questions, il fallait d'abord bien connaître l'analyse et la nature du corps **susceptible** de fermenter, et les produits de la fermentation ; car rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et l'on peut poser en principe que, dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l'opération ; que la qualité et la quantité des **principes** est la même, et qu'il n'y a que des changements, des modifications. C'est sur ce principe qu'est fondé tout l'art de faire des expériences en chimie.

**Susceptible** : capable de

**Principe** : ingrédient

# Informations chimiques de la matière ?



## Des réactifs et des produits

ainsi, puisque du **moût de raisin** donne du gaz carbonique et de l'alcool, je puis dire que le moût de raisin = gaz carbonique + alcool. Il résulte de là qu'on peut parvenir de deux manières à éclaircir ce qui se passe dans la fermentation vineuse : la première, en déterminant bien la nature et les principes du corps **fermentescible** ; la seconde, en observant bien les produits qui en résultent par la fermentation, et il est évident que les connaissances que l'on peut acquérir sur l'un conduisent à des conséquences certaines sur la nature des autres, et réciproquement. Il était important, d'après cela, que je m'attachasse à bien connaître les principes constituants du corps fermentescible. J'ai choisi, de tous les corps susceptibles de fermenter, le plus simple : le sucre, dont l'analyse est facile. Cette substance est un véritable **oxyde végétal** : il est composé d'hydrogène et de carbone porté à l'état d'oxyde par une certaine proportion d'oxygène.

**Moût de raisin** : jus de raisin

**Fermentescible** : qui peut fermenter

**Oxyde** : substance qui contient de l'oxygène

## Guide de travail

### ► Resituer le document :

1. Donnez la nature du document, sa date de parution et cherchez des informations sur l'auteur.

### ► Résumer les informations et analyser :

2. Quelles sont les substances chimiques qui interviennent lors de la fermentation ? Indiquez pour chacune s'il s'agit d'un réactif ou d'un produit.
3. On attribue souvent à Lavoisier la phrase : « Rien ne se perd, rien ne se crée : tout se transforme. » Retrouvez dans le texte la phrase originale de Lavoisier.
4. Quelle notion importante sur les transformations chimiques\* Lavoisier a-t-il ainsi mise en évidence ?

### ► Exprimer les résultats :

5. Écrivez en toutes lettres la réaction chimique\* modélisant la transformation chimique étudiée par Lavoisier.

## Mini-dico

**Transformation chimique** : mise en présence de différentes substances dont certaines réagissent entre elles pour en former de nouvelles.

**Réaction chimique** : modélisation de la transformation chimique faisant apparaître uniquement les réactifs et les produits.

**Équation de réaction** : écriture symbolique de la réaction chimique à l'aide des formules chimiques des réactifs et des produits.

**Vers le bilan...** Une combustion est-elle une transformation chimique ?



## Abracadabra !



### OBJECTIF **A** Reproduire le « tour » du magicien

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique

Le professeur dit qu'il est possible à partir du matériel présent sur cette photographie de reproduire le « tour » réalisé par le magicien.



Quel protocole expérimental pouvez-vous imaginer pour obtenir le même résultat que le magicien ?

### Guide de travail

► **Formuler une hypothèse et expérimenter :**

1. Proposez différentes expériences que vous réaliserez après accord de votre professeur.
2. Décrivez ce qu'il se passe dans le tube à essais pour chaque expérience.

► **Exprimer les résultats :**

3. Trouvez la solution utilisée par le magicien.
4. Rédigez, à l'aide de schémas, le compte-rendu de vos expériences : conditions expérimentales, résultats positifs, négatifs, conclusions.

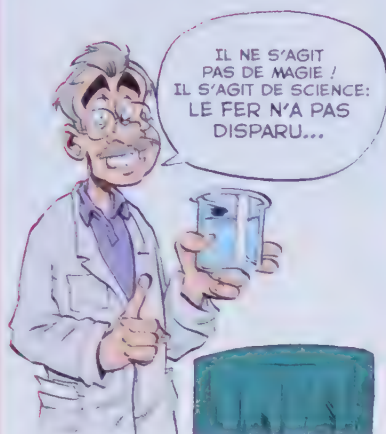


N'oubliez pas de tenir compte des pictogrammes sur les bouteilles de NaOH et HCl.

# Il dans différentes solutions ?

## OBJECTIF **B** Comprendre le « tour » du magicien

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique



?

Si le fer n'a pas disparu, comment peut-on déterminer ce qu'il est devenu ?

▲ Deux élèves réalisant des tests chimiques.

### Guide de travail

#### ► Formuler une hypothèse :

1. Dressez une liste des substances chimiques présentes au départ dans la solution aqueuse d'acide chlorhydrique. Proposez des tests pour le vérifier.
2. Avez-vous une idée des produits qui ont pu se former ? Proposez une série de tests pour confirmer vos hypothèses. Vous pouvez vous aider du mini-dico.

#### ► Expérimenter :

3. Après avoir obtenu l'accord de votre professeur, réalisez ces tests.

#### ► Exprimer les résultats :

4. Si le fer n'a pas disparu, que lui est-il arrivé ? Expliquez clairement votre raisonnement à l'aide de phrases ou de schémas. Par quel mot remplacerez vous « disparu » ?
5. Pourquoi qualifie-t-on les ions chlorure d'ions « spectateurs » ?

voir p. 211

voir fin de manuel

### Mini-dico

**Dihydrogène** : gaz de formule chimique  $H_2$ . On le reconnaît grâce à la petite détonation qui retentit lorsque l'on approche une flamme du tube d'où il se dégage.

**Vers le bilan...** Écrire la réaction chimique modélisant la transformation chimique étudiée dans cette activité.



## Pour une fois qu'on a le droit de copier !



Tous les produits qui nous entourent contiennent des substances chimiques.

Par exemple, cette fleur de jasmin qu'on trouve dans la nature dégage un parfum qu'on peut extraire ou reproduire en laboratoire. De même, ces tentes modernes, plus légères et plus imperméables qu'autrefois, sont fabriquées à partir de polymères\* inventés par l'homme.

Comment les chimistes font-ils pour copier des substances naturelles ou en inventer de nouvelles ?

### OBJECTIF A Synthétiser une molécule existant dans la nature

#### ► CAPACITÉ : Savoir respecter des consignes

Les chimistes savent synthétiser de nombreuses molécules existant dans la nature.

Voici un protocole pour la synthèse\* d'une molécule à l'origine de l'odeur du jasmin dont le nom scientifique est l'acétate de benzyle.

- ① Placer dans un tube à essais 4 mL d'alcool benzylique, 5 mL d'acide acétique et quelques gouttes d'acide sulfurique. Mettre un bouchon muni d'un tube en verre droit et chauffer au bain-marie pendant une trentaine de minutes.
- ② Après avoir refroidi le mélange réactionnel, verser le contenu du tube à essais dans un bécher contenant de l'eau salée (environ 30 mL). Mettre en commun le contenu de tous les béchers dans une ampoule à décanter\* sur le bureau du professeur.
- ③ Votre professeur récupère la phase\* contenant l'acétate de benzyle.



Êtes-vous capable de réaliser ce protocole ?

#### Guidé de travail

##### ► Résumer les informations :

1. Dressez la liste du matériel nécessaire pour chaque étape du protocole.
2. Faites l'inventaire des substances chimiques utilisées et des consignes de sécurité associées.

##### ► Expérimenter :

3. Suivez le protocole donné pour synthétiser l'arôme de jasmin.

##### ► Exprimer les résultats :

4. Faites des schémas détaillés et légendés des différentes étapes de la synthèse\* de l'acétate de benzyle.
5. Comment reconnaissez-vous que c'est bien l'arôme de jasmin que vous avez synthétisé ?

# Avances chimiques en laboratoire ?

## OBJECTIF B Synthétiser une substance artificielle : le nylon

► CAPACITÉ : Suivre un protocole



! Manipuler sous hotte !



① Les réactifs utilisés.

② Verser doucement.

③ Étirer doucement le fil avec une baguette de verre.

▲ a. Les étapes de la synthèse du nylon.



Pouvez-vous rédiger un protocole de synthèse du nylon à partir de ces photographies ?



Xn - Nocif



C - Corrosif



F - Inflammable



N - Dangereux pour l'environnement

### Guide de travail

► Résumer les informations :

1. Quelles précautions faut-il suivre avant de réaliser cette synthèse ? Aidez-vous des photographies et de leurs légendes pour rédiger un protocole de synthèse.

► Expérimenter :

2. Observez votre professeur ou réalisez vous même la synthèse du nylon.

► Exprimer les résultats :

3. Faites des schémas détaillés et légendés de ce que vous avez observé lors des différentes étapes de la synthèse du nylon.

### Mini-dico

**Macromolécule** : très grande molécule.

**Polymère** : macromolécule composée de plusieurs morceaux qui se répètent.

**Phase** : toute partie homogène d'un mélange.

**Synthèse** : fabrication.

**Ampoule à décanter** : instrument en verre utilisé pour séparer deux liquides non miscibles.

**Vers le bilan...** À votre avis, quel est l'intérêt de copier des molécules de la nature à partir de réactifs non naturels ?

► CAPACITÉ : Étudier un document

Aujourd'hui, la demande d'énergie est grande et satisfaite en majeure partie au moyen des combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon). Si la production de pétrole se maintenait à son niveau actuel, les réserves de combustibles fossiles connues actuellement s'épuiseraient avant la fin du siècle ! Et la consommation mondiale d'énergie devrait augmenter de 60 % d'ici à 2020... De plus, la combustion de ces énergies fossiles produit du gaz dioxyde de carbone, qui participe au réchauffement de la planète.

Dans le cadre d'un développement plus durable, il nous faut trouver des alternatives au pétrole et réfléchir à des sources d'énergie dites renouvelables, fiables et moins polluantes.

## ▲ a. Un constat.

Appelés également agrocarburants (carburants d'origine agricole), les biocarburants représentent une nouvelle forme d'énergie complémentaire aux combustibles fossiles, notamment dans les déplacements motorisés.

Ces carburants sont obtenus à partir de matières organiques végétales ou animales, appelées encore biomasse. Il existe trois grands types de biocarburants selon la matière végétale ou animale utilisée :

- les biocarburants obtenus par synthèse chimique à partir d'huiles végétales (ou animales) transformées. On utilise pour cela des plantes contenant de l'huile comme le colza ou le tournesol (diester ou biodiesel) ;
- les biocarburants obtenus par fermentation de betterave ou de canne à sucre pour obtenir de l'éthanol (bioéthanol) ;
- les biocarburants produits, sous forme gazeuse, par fermentation sans oxygène de déchets alimentaires ou de végétaux (biogaz).

Biomasse : la biomasse est la quantité totale de matière (masse) de toutes les espèces vivantes présentes dans un milieu naturel donné.

## ▲ b. Les biocarburants.

Annoncés comme une alternative écologique à l'essence, le bilan environnemental des biocarburants reste cependant contrasté.

Le secteur des transports, grand consommateur d'énergie, est la première source d'émission de gaz à effet de serre. Le principal avantage des biocarburants correspond à la réduction de l'émission de  $\text{CO}_2$ . L'utilisation du diester à la place du gazole permet une réduction de 75 % des gaz à effet de serre (60 % pour le bioéthanol) émis, de sa production jusqu'à sa combustion.

Le développement des biocarburants offre des débouchés agricoles, notamment dans les zones rurales en évitant ainsi leur désertification. L'utilisation de biocarburants permet de préserver les réserves naturelles en hydrocarbures et laisser le temps aux scientifiques de trouver des produits de substitution.

Toutefois, les biocarburants nécessitent une production agricole intensive et sans doute une utilisation massive de pesticides et d'engrais. D'autre part, la culture des plantes utilisées pour la synthèse des biocarburants est très gourmande en eau et entraîne une déforestation massive. Alors que les forêts sont le poumon de notre planète...

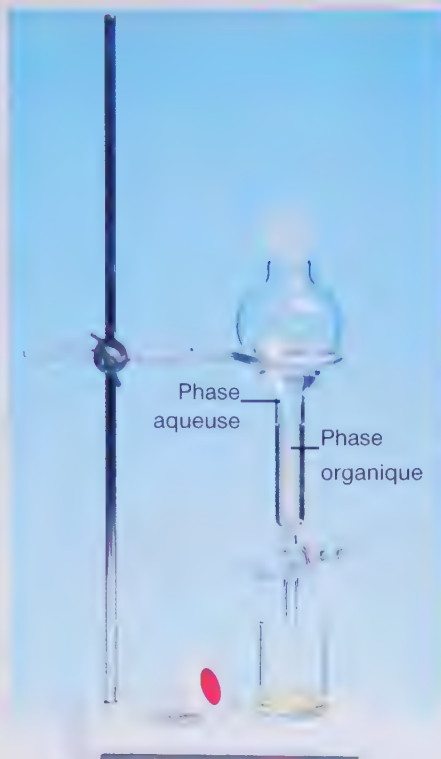


## ▲ c. Points forts et limites des biocarburants.

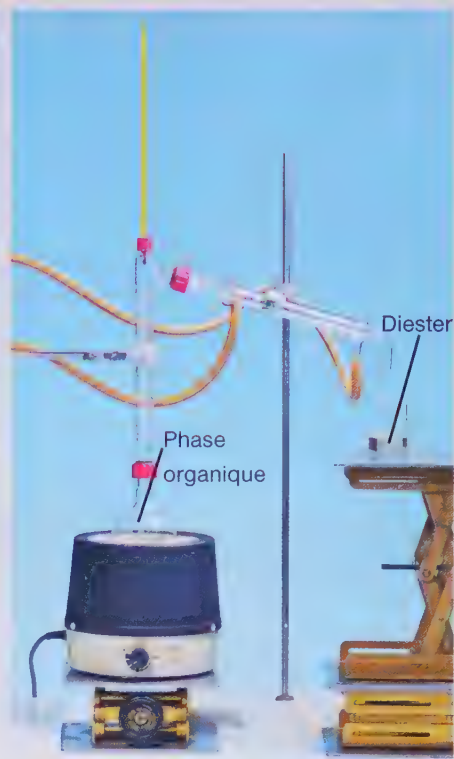
# On alternative aux énergies fossiles ?



▲ Dans un ballon de 250 mL, introduire 100 mL d'huile de colza et 50 mL de soude alcoolique. Chauffer à reflux\* pendant 45 minutes à l'aide d'un chauffe-ballon, puis refroidir à température ambiante.



▲ Verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter\*. Récupérer la phase organique (phase la plus lourde). Elle contient le diester, mais aussi l'huile de colza qui n'a pas réagi.



▲ On réalise une distillation\* de la phase organique afin de recueillir le diester.

▲ d. Les différentes étapes de la synthèse d'un biocarburant.

## Guide de travail

### ► Résumer les informations :

1. Qu'est-ce qu'un biocarburant ? Comment peut-on en obtenir ?
2. Quel biocarburant peut-on produire à partir de l'huile de colza ?

### ► Analyser :

3. Discutez, les différents arguments donnés dans le doc. c.
4. Indiquez, pour chacune des trois étapes décrites dans le doc. d, le titre qui lui correspond : *séparation ; synthèse ; purification*.
5. Quel est l'objectif de chacune d'entre elles ? Pourquoi la dernière est-elle nécessaire ?
6. Pourquoi peut-on dire que l'obtention d'un biocarburant provient d'une transformation chimique ?

### ► Conclure :

7. Dressez un bilan le plus objectif possible des avantages et des inconvénients des biocarburants.

## Mini-dico

**Ampoule à décanter :** instrument en verre utilisé pour séparer deux liquides non miscibles.

**Distillation :** méthode de séparation d'un mélange liquide par chauffage à l'ébullition. On récupère le distillat, constitué de l'espèce chimique la plus volatile.

**Chauffage à reflux :** chauffage au cours duquel il se forme des vapeurs. Un réfrigérant à eau permet de liquéfier ces vapeurs et ainsi de ne pas perdre de matière.

**Vers le bilan...** Hormis les agro-carburants, connaissez-vous d'autres solutions alternatives au pétrole ?

## 1 La chimie : science de la transformation de la matière

- Il faut bien distinguer les notions suivantes :
  - une transformation chimique est la mise en présence de différentes substances dont certaines réagissent entre elles pour en former de nouvelles ;
  - une réaction chimique est la modélisation de la transformation chimique faisant apparaître uniquement les réactifs et les produits :  
réactifs  $\rightarrow$  produits
  - une équation chimique est l'écriture symbolique de la réaction chimique à l'aide des formules chimiques des réactifs et des produits.
- Au cours d'une transformation chimique, il y a conservation des atomes, donc de la masse. 1 p. 60-61

Transformation :

la combustion du butane

Réaction :

butane + dioxygène  $\rightarrow$  dioxyde de carbone + eau  
réactifs  produits

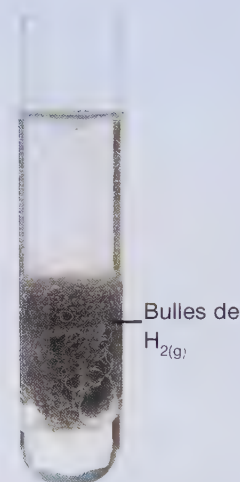
Équation :



La combustion du butane est une transformation chimique.

## 2 Attaque du fer par l'acide chlorhydrique

- L'acide chlorhydrique est une solution contenant des ions hydrogène  $\text{H}^+$  et des ions chlorure  $\text{Cl}^-$ .
  - L'attaque du fer par l'acide chlorhydrique est une transformation chimique au cours de laquelle :
    - le fer est consommé : le volume du morceau de fer diminue ;
    - le pH de la solution augmente : les ions hydrogène sont consommés ;
    - des ions fer (II) apparaissent : on peut les mettre en évidence avec le test à la soude ;
    - des bulles de gaz dihydrogène sont produites, gaz mis en évidence par la détonation de celui-ci à l'approche d'une flamme ;
    - les ions chlorure contenus dans l'acide chlorhydrique ne réagissent pas : on dit qu'ils sont spectateurs.
- Réactifs :  $\text{Fe}_{(s)}$  et  $\text{H}^+$   
Produits :  $\text{Fe}_{(aq)}^{2+}$  et  $\text{H}_{2(g)}$   
2 p. 62-63



Attaque du fer par l'acide chlorhydrique.

## 3 Les synthèses...

- La nature est un véritable vivier de molécules, certaines encore méconnues !
- Les chimistes cherchent à synthétiser des molécules déjà existantes dans la nature afin d'en abaisser le coût de fabrication, d'en permettre une plus grande disponibilité ou de préserver la nature.  
Exemple : 100 g de vanille naturelle coûtent environ 3 000 €, alors que 100 g de vanille synthétisée coûtent un peu moins de 15 €. 3 A p. 64
- Les chimistes cherchent également à synthétiser des molécules innovantes, dont les propriétés permettent d'améliorer nos conditions de vie.  
Exemple : le nylon, une **macromolécule** de type **polymère**, permet de fabriquer des fils pour textile, résistants, élastiques et séchant vite. 3 B p. 65
- Les chimistes savent synthétiser des substances (les biocarburants) qui peuvent remplacer les carburants issus du pétrole. Leur utilisation comporte cependant des inconvénients. 4 p. 66-67



Vanille naturelle et vanille de synthèse.

## → par l'image

### Attaque du fer par l'acide chlorhydrique



Présence d'ions  $\text{Cl}^-$

Nitrate d'argent

Précipité blanc

Présence d'ions  $\text{H}^+$   
pH < 7

La solution avant

Présence d'ions  $\text{Cl}^-$

Nitrate d'argent

Précipité blanc

$\text{H}^+$  est consommé  
Le pH augmente

Présence d'ions  $\text{Fe}^{2+}$

Soude

Précipité vert

"Poup !"

présence de  $\text{H}_2$

Le fer est consommé

La solution après

### Synthèse de substances chimiques



Le chimiste extrait les substances chimiques de la nature avant de les utiliser.



La chimie est présente dans tous les produits de la vie quotidienne.



Le chimiste synthétise des substances chimiques en copiant la nature notamment pour faire baisser les coûts.



Le chimiste invente et crée de nouvelles substances qui n'existent pas dans la nature pour améliorer les conditions de vie.

## → par le texte

- L'attaque du fer par une solution d'acide chlorhydrique est une transformation chimique où sont formés des ions Fer (II) et du gaz dihydrogène. (Co)
- Les chimistes cherchent à synthétiser des substances qui existent dans la nature afin d'en abaisser le coût de fabrication ou d'en permettre une plus grande disponibilité. (Co)
- Les chimistes cherchent également à synthétiser des substances dont les propriétés nouvelles permettent d'améliorer nos conditions de vie. (Co)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

### Mots nouveaux

**Synthèse** : fabrication d'une espèce chimique au laboratoire ou dans l'industrie.

**Macromolécule** : très grande molécule.

**Polymère** : macromolécule composée de plusieurs motifs identiques.

## Connaissances

### Je dois connaître

- les ions présents dans une solution d'acide chlorhydrique → ex. 1, 7 ;
- l'intérêt de la synthèse d'espèces chimiques déjà existantes dans la nature → ex. 4, 7 ;
- l'intérêt de la synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature → ex. 5 ;
- le type de molécules qui constituent le nylon ou les matières plastiques → ex. 6.

### 1 Attention acide

Quels sont les ions contenus dans une solution d'acide chlorhydrique ?

### 2 Une transformation

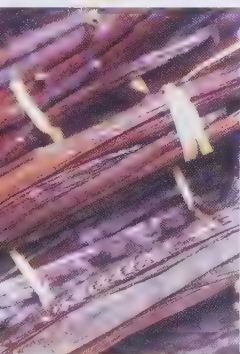
1. Indiquez quels sont les réactifs dans la réaction entre une solution d'acide chlorhydrique et du fer.
2. Est-ce une transformation chimique ? Pourquoi ?

### 3 Des définitions...

Reliez les mots suivants à leur définition :

- |                           |                                                                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Équation chimique •       | • Système avant la transformation chimique                                                                        |
| Transformation chimique • | • Système après la transformation chimique                                                                        |
| Produits •                | • Modélisation de la transformation chimique faisant apparaître uniquement les réactifs et les produits           |
| Réaction chimique •       | • Espèce chimique présente dans l'état initial et qui est transformée                                             |
| État final •              | • Espèce chimique présente dans l'état final mais pas dans l'état initial                                         |
| État initial •            | • Écriture symbolique de la réaction chimique, indiquant les formules de réactifs et des produits nouveaux formés |
| Réactifs •                | • Mise en présence de différentes substances dont certaines réagissent entre elles pour en former de nouvelles    |

### 4 La vanille en Guadeloupe...



Les 900 kg [de vanille] produits annuellement en Guadeloupe servent uniquement à la consommation locale. La consommation mondiale avoisine quant à elle les 10 000 tonnes, alors que la production mondiale n'est que de 2 300 tonnes. Un différentiel comblé par la vanilline, un arôme de vanille synthétique qui revient à moins de 15 € les 100 g, tandis que le coût de production de la vanille naturelle flirte, dans les

pays riches, avec les 3 000 € les 100 g !

Quel est l'intérêt de synthétiser l'arôme principal de la vanille ?

### 5 PVC et fenêtres

Les fenêtres en PVC sont pratiques, durables, et leur décor imite parfois le bois. Elles ne gauchissent, ne pourrissent ni ne se corrodent et ne nécessitent aucun entretien autre qu'un lavage régulier.

En général fourrées de mousse isolante, les fenêtres en PVC offrent une bonne isolation thermique, sans formation de condensation.



1. Le PVC est une matière plastique : existe-t-elle à l'état naturel ? Si non, d'où vient-elle ?
2. À votre avis, pourquoi le bois n'est-il plus le seul matériau utilisé pour la fabrication de fenêtres ?
3. Quels sont les avantages des fenêtres en PVC ?

### 6 Des molécules particulières

De quelle type de molécules est constitué le nylon ? Connaissez-vous d'autres matériaux constitués de ce type de molécules ?

### 7 Mots croisés

Le nom d'un colorant naturel est caché dans la grille ci-dessous (colonne jaune) : à vous de le trouver en la remplissant à l'aide des définitions ci-dessous.

- 1 : Célèbre chimiste français.
- 2 : À l'approche d'une flamme, bruit caractéristique de la présence de dihydrogène.
- 3 : Gaz dégagé lors de l'attaque de l'acide chlorhydrique sur le fer.
- 4 : Est dit d'une solution corrosive dont le pH est inférieur à 7.
- 5 : Ion positif contenu dans une solution d'acide chlorhydrique : ion ... .
- 6 : Ion négatif contenu dans une solution d'acide chlorhydrique : ion ... .



# EXERCICES

## Capacités

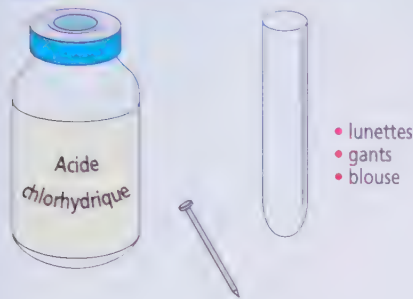
### Je dois être capable de

- tester la présence des ions chlorure et hydrogène → ex. 8 ;
- réaliser la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique → ex. 9 ;
- mettre en évidence les produits de cette réaction → ex. 10, 11 ;
- écrire la réaction chimique entre le fer et l'acide chlorhydrique → ex. 12 ;
- respecter un protocole de synthèse → ex. 13.

### 8 Démasqué

Détaillez les tests à réaliser pour identifier un flacon d'acide chlorhydrique.

### 9 Dans le laboratoire



Matéo et Elisa veulent faire réagir de l'acide chlorhydrique sur un morceau de fer.

- lunettes
- gants
- blouse

1. Écrivez le protocole à suivre.
2. Donnez les différentes étapes, le matériel nécessaire et les consignes de sécurité.

### 10 Le test du dihydrogène

1. Proposez une méthode pour recueillir le gaz dihydrogène dégagé lors de la réaction entre une solution aqueuse d'acide chlorhydrique et un morceau de fer.
2. Comment pouvez-vous prouver que c'est bel et bien du dihydrogène ?

### 11 Le test de l'ion $Fe^{2+}$

1. Citez une transformation chimique dont l'un des produits est l'ion  $Fe^{2+}$ .
2. Comment tester la présence de ce produit ?

### 12 Le fer et les ions hydrogène

Complétez le tableau suivant :

Transformation chimique	l'acide chlorhydrique réagit avec le fer pour donner des ions fer (II) et un gaz, le dihydrogène.
Réaction chimique	
	$Fe + 2 H^+ \text{ (en solution)} \rightarrow Fe^{2+} \text{ (en solution)} + H_2$

### 13 Chimie et quotidien

1. Proposez un exemple de produit appartenant à un domaine de la vie quotidienne : *hygiène ; beauté ; santé ; alimentation ; entretien ; logement ; transport ; vêtement ; loisir.*
2. Donnez le nom d'au moins une espèce chimique qu'il contient (consultez les étiquettes ou faites des recherches).
3. Indiquez si cette espèce chimique provient de la nature ou de la chimie de synthèse.
4. Regroupez vos résultats dans un tableau que vous présenterez dans un document numérique.

### 14 Suivre un protocole

1. Retrouvez dans les activités le protocole de la synthèse de l'arôme de jasmin.
2. Faites la liste de toute la verrerie utilisée dans ce protocole.
3. Qu'est-ce qu'un « bain-marie » ? À quoi sert-il ?
4. Combien d'étapes sont nécessaires pour cette synthèse ?



## Attitudes

### 15 On ne sait jamais !

► *Avoir une attitude responsable face à l'environnement*

Commentez l'affirmation suivante :

« Il faut protéger la nature et sa biodiversité car toute plante peut être utile un jour ! »

### 16 Rester à la pointe

► *Intérêt pour les progrès scientifiques et techniques*

Citez trois exemples de matériaux fabriqués à partir de molécules nouvelles synthétisées par les chimistes et montrez en quoi ces matériaux ont amélioré notre confort de vie.

### 17 Des tatouages

► *Observer les règles élémentaires de sécurité*

Certains tatouages vendus sur les plages contiennent une substance chimique dangereuse : le PPD.

1. Consultez la fiche technique de cette substance : [www.weballergies.com/fiches/ppd.html](http://www.weballergies.com/fiches/ppd.html)
2. Indiquez en quoi cette substance est dangereuse.
3. Il est fortement conseillé, même pour un tatouage temporaire, de demander au tatoueur le nom et l'adresse du numéro du lot qu'il va utiliser. Ces informations sont utiles en cas de réaction allergique. Que feriez-vous s'il ne peut pas vous fournir ces informations ?



# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

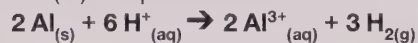
### Exercice 18 (10★)

#### 1 Réviser :

- Donnez les définitions de : transformation chimique ; réaction chimique ; équation de réaction. . . . .
- Écrivez la réaction chimique qui a lieu entre une solution aqueuse d'acide chlorhydrique et un morceau de fer. . . . .
- Que pouvez-vous dire de la valeur du pH d'une solution d'acide chlorhydrique ? . . . . .

#### 2 Résoudre un problème :

Une solution d'acide chlorhydrique attaque l'aluminium métallique (de symbole Al) pour former un gaz, le dihydrogène, et des ions aluminium (III). L'équation de la réaction s'écrit :



Le pH de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique utilisée est de 2.

À votre avis, le pH de la solution recueillie dans le tube à essais à la fin de l'expérience aura-t-il augmenté ou diminué ?

#### 3 Réfléchir :

Les vis standards sont généralement en acier (alliage qui contient principalement du fer).

Peut-on les utiliser pour fixer des cuves contenant un bain d'acide chlorhydrique ? . . . . .

#### Une méthode

- Se rappeler la définition du pH : quelle est l'espèce chimique liée au pH ? . . . . .
- Identifiez les réactifs et les produits . . . . .
- Que se passe-t-il pour l'espèce chimique responsable du pH ? . . . . .
- Concluez . . . . .

Co	Ca	At	TOTAL
***			
*			
*			
*			
	*		
	*		
	*		
		*	
6	3	1	10

### Exercice 19 (10★)

#### 1 Réviser :

- Citez deux substances d'origine naturelle . . . . .
- Citez deux substances d'origine synthétique . . . . .

#### 2 Résoudre un problème :

Les protocoles en chimie s'adressent le plus souvent à des spécialistes et sont rarement très détaillés. On propose le protocole suivant pour la synthèse d'un colorant : l'indigo.

- Dans un erlenmeyer, introduire 0,5 g de 2-nitrobenzaldéhyde, 5 mL d'acétone puis 10 mL d'eau distillée ; agiter vigoureusement pour dissoudre le solide.
- Ajouter alors, goutte à goutte et tout en agitant, 4 mL de solution d'hydroxyde de sodium. Le mélange s'échauffe et brunit : l'indigo précipite. Laisser reposer une dizaine de minutes.
- Filter pour récupérer l'indigo solide.

Saurez-vous déduire de ces indications toutes les informations nécessaires à la réussite de ce protocole ?

#### Une méthode

- Déduisez des pictogrammes les consignes de sécurité. . . . .
- Quelle contenance doit avoir l'erlenmeyer ? . . . . .
- Que signifie précipité ? . . . . .
- Faire la liste du matériel nécessaire qui n'est pas cité dans le protocole. . . . .
- Pour chacun de ces matériels, indiquez ses spécificités et comment l'utiliser. . . . .



Co	Ca	At	TOTAL
*			
*			
*		*	
*	*		
	*		
	*		
	*		
		*	
*		*	
5	3	2	10

# EXERCICES

## Pour aller plus loin

### 20 Sans produit chimique !

« Chimie sans danger ! 120 expériences sans produits chimiques, uniquement avec des produits ménagers, à tester sans risques ! ». (Voir p. 59).

1. Que pensez-vous de ce slogan ?
2. S'agit-il d'une erreur ou est-ce un choix délibéré ? Argumentez.



### 21 Synthèse d'un savon

On propose le protocole ci-dessous pour la synthèse d'un savon.

- **Étape 1 :** Dans le fond d'un tube à essais, introduire 10 paillettes de soude solide. Recouvrir d'eau distillée afin qu'elles soient submergées. Agiter afin de faciliter la dissolution.
- **Étape 2 :** Introduire dans le tube à essais environ 10 mL d'huile d'olive.
- **Étape 3 :** Introduire délicatement dans le tube à essais environ 5 mL d'éthanol. Il y a 3 phases superposées.
- **Étape 4 :** Boucher le tube à essais et remuer « violemment ». La réaction entre les différents réactifs donne lieu à la formation d'un solide : le savon !
- **Étape 5 :** On veut extraire le savon du tube à essais : déboucher le tube essais, approcher doucement le fond du tube de la flamme d'un bec bunsen. Les vapeurs d'éthanol qui se forment poussent le savon à l'extérieur du tube. Récupérer le morceau dans une coupelle, modelez-le en utilisant des gants.

1. Faites la liste des produits à utiliser pour cette synthèse.
2. Faites la liste de la verrerie à utiliser pour cette synthèse.
3. La soude est un produit corrosif et l'éthanol est un produit facilement inflammable. Quels pictogrammes doit-on trouver sur les bouteilles qui les contiennent ?
4. Pourquoi doit-on garder les gants pour modeler le savon obtenu à la fin de la synthèse ?

(Aide : Une transformation chimique n'est pas toujours totale.)

### 22 Interpréter une expérience

1. L'action du vinaigre sur un morceau de craie est-elle une transformation chimique ? Justifiez clairement votre réponse.
2. Quel est le gaz qui se dégage ?
3. Si le pH d'une solution de vinaigre est égal à 2, ce vinaigre est-il acide ou basique ?

4. Le Schweppes contient de l'acide citrique. Que va-t-il se passer si l'on en renverse quelques gouttes sur une table en marbre ?

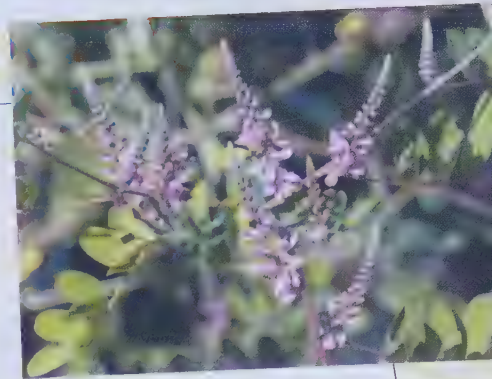


COUP DE MAIN

Le marbre est une roche qui contient du calcaire, matériau qui constitue les craies.

### 23 Indigo

L'indigo des jeans est depuis toujours l'un des colorants bleus les plus importants. Il est extrait d'une espèce d'indigotier : l'*indigofera tinctoria*. Les feuilles et les tiges



de cet arbuste sont mises à macérer puis le colorant est obtenu après oxydation à l'air. Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'Angleterre avait le quasi-monopole sur la production d'indigo qui était importé d'Inde. Son prix était élevé et la spéculation était importante.

En 1880, les travaux du chimiste allemand Von Baeyer aboutissent à la détermination de la structure de la molécule d'indigo puis à sa synthèse en laboratoire... En 1897, la fabrication industrielle est totalement maîtrisée et la production est lancée ! Le prix de revient du produit de synthèse est tellement bas qu'il va ruiner les filières de production naturelle ! En 1911, le commerce de l'indigo naturel n'existait quasiment plus !

1. Depuis quand l'indigo est-il synthétisé ?
2. Auparavant, comment était obtenu l'indigo ?
3. Quels sont les pays qui ont successivement produit de l'indigo ?
4. Pourquoi l'Angleterre vendait-elle si chère l'indigo ?
5. Quelle est l'étape préalable avant de pouvoir copier une molécule naturelle ?
6. Quel est l'avantage de copier la nature ?

### 24 Du surf...

« Un surfer est dépendant des matières plastique synthétiques pour exercer son sport. »

1. Faites une recherche sur Internet pour savoir quels matériaux sont utilisés dans la fabrication des surfs.
2. Est-ce que d'autres éléments de l'équipement du surfeur sont fabriqués à partir de matières plastique synthétiques ?
3. Donnez les avantages de chacun de ces matériaux.
4. Les matières plastique sont des polymères qui appartiennent à la famille des macromolécules : rappelez ce que ces deux termes veulent dire.
5. Commentez la phrase de l'énoncé à l'aide de vos différentes recherches.



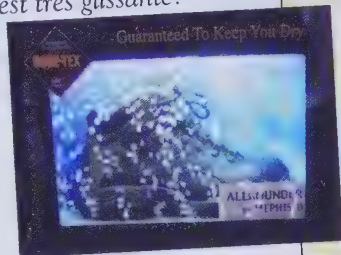
B2i

## 25 Teflon et Gore-Tex



Le Teflon a été obtenu en 1938 par le Dr Plunkett en faisant réagir un gaz, le tétrafluorure d'éthylène, sur lui-même. Les petites molécules se réunissent pour former une molécule géante, un « polymère ». La substance a des propriétés étonnantes. Elle est incombustible, elle est résistante aux matériaux corrosifs et elle est très glissante.

Ce produit est utilisé pour la fabrication d'ustensiles de cuisine... mais aussi de veines, d'artères, de ligaments artificiels, de costumes d'astronautes, de velcro, d'isolants pour câbles et du Gore-Tex, le tissu synthétique qui respire.



Dans les années 1970, Bill et Bob Gore ont eu l'idée de chauffer le Teflon et de l'étirer pour en faire un tissu... mais le Teflon se cassait toujours. Un jour, dans un accès de colère, Bob Gore prit un morceau de Teflon chaud et tira dessus violemment. Surprise! Il s'étirait. Des techniques pour la fabrication de tissu de Teflon furent mises au point, et le Gore-Tex vit le jour. Ce textile a des pores assez gros pour permettre aux molécules de vapeur d'eau de la sueur de sortir, mais trop petits pour laisser entrer les gouttelettes d'eau. Vous êtes donc toujours au sec !

1. Qui a découvert le Teflon ?
2. Quel est le principe de la réaction du tétrafluorure d'éthylène sur lui-même ?
3. Quels sont les avantages du Teflon ?
4. Qu'est-ce que le Gore-Tex ? Quels sont ses avantages ?
5. Comment le Gore-Tex a-t-il été découvert ? Par qui ?
6. En quoi la chimie de synthèse est-elle indispensable dans notre vie quotidienne ?



## 26 Mode et Chimie

Allez sur le lien suivant : [www.cite-sciences.fr/actu/numeros/N00\\_hors\\_serie/video/html/videoHS02.html](http://www.cite-sciences.fr/actu/numeros/N00_hors_serie/video/html/videoHS02.html)

1. Cherchez les définitions de « fibre textile », « nylon » et « Teflon ».
2. Quelles sont les propriétés du Teflon qui en font une substance chimique utilisée pour les ustensiles de cuisine ?
3. Le nylon ou les matières plastique sont constitués de macromolécules. Que veut dire le terme « macromolécule » ?
4. En quoi la mode a-t-elle besoin de la chimie ?

## 27 Mes vêtements !

Prenez un de vos vêtements (classique ou sportswear) et étudiez ce qui est indiqué sur son étiquette.

1. Relevez le nom des différentes matières textiles utilisées.
2. Lesquels sont issus de la nature ?
3. Lesquels sont des polymères ?



## 28 Et si les chimistes arrêtaient tout ?



Allez sur le lien suivant : [www.sfc.fr/](http://www.sfc.fr/) puis dans la rubrique dossiers. Cherchez le conte de Noël : « Et si les chimistes arrêtaient tout ? » par Armand Lattes.

1. Ce document relate-t-il des faits réels ?
2. Résumez en quelques phrases le problème soulevé dans ce texte.
3. Relevez tous les domaines où la chimie améliore la vie quotidienne des hommes.
4. À vous de donner votre avis : la chimie est-elle dangereuse ou non ?  
Construisez une réponse complète en donnant plusieurs arguments.

## 29 L'aspirine

L'acide salicylique est extrait d'un arbre, le saule, ou d'une fleur, la reine des prés. Il est utilisé pour la préparation de l'aspirine.

De nos jours, l'acide salicylique est synthétisé en laboratoire à partir du phénol et du dioxyde de carbone.



1. L'acide salicylique est-il une substance naturelle ou synthétique ? Justifiez.
2. Sachant qu'il se forme de l'eau lors de la synthèse de l'acide salicylique, écrivez la réaction chimique correspondante.
3. L'acide salicylique étant mal supporté par l'organisme, on a cherché à créer une substance ayant les mêmes propriétés médicales et mieux tolérée : l'acide acétylsalicylique.  
À votre avis, est-ce une substance naturelle ou synthétique ?



Identifiez dans un premier temps quels sont les réactifs et les produits.

# EXERCICES



## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE

### 30 Je suis vernie !



→ À votre avis, pourquoi la canette n'est-elle pas attaquée par l'acide phosphorique contenu dans le Coca-Cola ?

(Aide : l'intérieur de la canette n'est pas conducteur de l'électricité.)

### 31 Qui est qui ?

Vous avez à votre disposition un morceau de fer et un de zinc bien décapés, une solution d'acide chlorhydrique et une solution de soude.

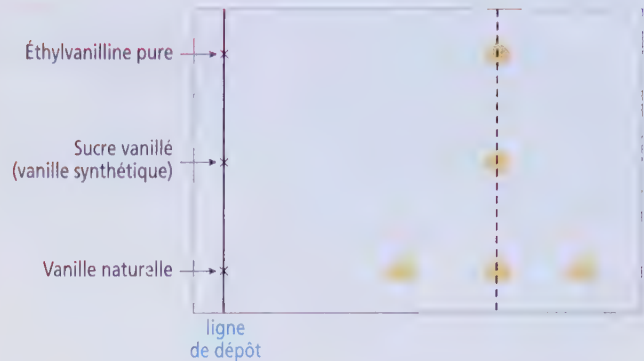
→ Quels tests chimiques pourriez-vous proposer pour différencier le zinc du fer ?



Une expérience simple et amusante



### 31 Quelle ambiance !



Une association de consommateurs a fait appel à un chimiste afin de répondre à la question : « Y a-t-il une différence entre un arôme de vanille naturel et un arôme de vanille synthétique ? »

Malheureusement, le rapport a été égaré ! il ne reste plus que le résultat des chromatographies qui ont été réalisées pour ces deux types d'arômes...

→ Seriez-vous capable de répondre à la question et de rédiger un petit paragraphe explicatif afin de clore ce dossier ?

## Quelles couleurs cachent les encres de stylo ?

Pour le savoir, vous allez réaliser une chromatographie de chacune des encres que vous voulez tester !

### Matériel

- filtre pour cafetière
- verre
- eau salée

### Protocole

- Sur une feuille de papier filtre (4 cm x 8 cm), tracez la ligne de dépôt au crayon à papier environ 1 cm du bord inférieur.
- Déposez une tache de chacun des stylos dont vous voulez tester l'encre sur la ligne de dépôt. Conseil : essayez votre stylo noir... vous allez avoir de belles surprises !
- Placez cette feuille dans un verre dans lequel vous aurez mis un fond d'eau salée. ATTENTION ! Le niveau d'eau salée doit se situer dessous de votre ligne de dépôt !
- Lorsque l'eau salée est montée assez haut sur le papier filtre (à environ 1 cm du bord supérieur), retirez le papier et regardez : différentes couleurs sont apparues !

1. Dans le passé, seuls les riches possédaient des stylos à encre. Pourquoi ?
2. Que pouvez-vous conclure sur les constituants des encres que vous avez testées ?
3. Rappelez brièvement ce qu'il se passe lors d'une chromatographie.

Pierre Potier est un chimiste français de la fin du xx<sup>e</sup> siècle qui a découvert de nombreux médicaments à partir de l'observation de la nature et d'une grande inventivité !



## Histoire

### Un découvreur de médicaments

« PIERRE POTIER est mort vendredi 3 février (...). Il a été un des plus remarquables représentants de ce que la France comptait encore comme découvreurs de médicaments dans cette seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle. Chercheur à l'Institut de chimie des substances naturelles de Gif-sur-Yvette, il tenta de comprendre et même d'imiter les synthèses naturelles que les plantes mettent en œuvre pour produire les médicaments qu'elles renferment. (...) Il dirigea les travaux conduisant à la découverte (...) du [taxol]. Ce dernier, commercialisé sous le nom de Taxotère, est devenu un des médicaments anticancéreux les plus utilisés dans le monde. (...) »

Cette carrière de chercheur hors du commun avait été couronnée par sa nomination comme professeur au Muséum d'histoire naturelle, par la médaille d'or du CNRS qui lui fut attribuée en 1998 et de nombreuses distinctions internationales. (...) Sa fréquentation des plus hauts responsables politiques et scientifiques ne lui avait pas fait perdre son caractère fantasque, rieur et volontiers provocateur. Son sens de la répartie, son humour, sa générosité et sa grande culture lui conféraient une place exceptionnelle parmi tous ceux qui rêvaient, depuis Claude Bernard, de réconcilier chimistes et biologistes. »

D'après le *Figaro*, 4 février 2006.

#### Questions

1. Qui était Pierre Potier et quelle a été sa découverte majeure ?
2. Quels adjectifs associez-vous au métier de chercheur ? Quels sont ceux utilisés pour décrire la personnalité de Pierre Potier ?



Feuilles d'if.

## Science de la vie

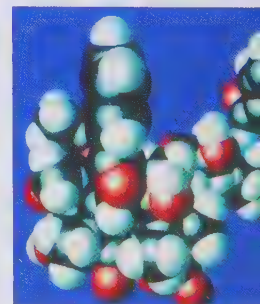
### Le magasin du Bon Dieu !

La nature, véritable vivier de molécules pour les chimistes, a été baptisée « magasin du Bon Dieu » par Pierre Potier. Il suffit de l'étudier pour trouver des molécules qui se révèlent être de vrais médicaments !

Pierre Potier s'est intéressé au taxol, espèce chimique contenue dans l'écorce d'un arbre, l'if du Pacifique.

Deux problèmes ont empêché l'exploitation directe du taxol de la nature. D'abord, l'écorce de l'if du Pacifique contient peu de taxol : 0,1 g par kg. Il aurait fallu abattre trois arbres pour le traitement d'un patient pendant un an. Ensuite, les ifs sont des arbres à croissance très lente : un abattage intensif aurait causé la disparition de leur espèce !

La solution ? Copier la nature pour fabriquer le taxol par hémisynthèse dans les laboratoires !



#### Questions

1. Cherchez quelques médicaments dont le principe actif est issu de la nature (voir site unesco.org).
2. Préserver la biodiversité, c'est investir sur l'avenir de notre santé ». Qu'en pensez-vous ?
3. Quelles conséquences auraient l'extraction du taxol ?



## Technologie

## Vous avez dit hémisynthèse ?

Copier la nature n'est pas facile... Pour cela, il faut d'abord connaître la formule chimique et la structure de la molécule à copier. La structure du taxol est trop compliquée pour le synthétiser : les espèces qui y sont communément disponibles ne permettaient pas d'obtenir de bons résultats.

Pottier et son équipe ont donc décidé d'étudier l'activité antitumorale d'autres espèces chimiques extraites des feuilles d'un autre if... l'if d'Europe ! Et ils ont découvert une nouvelle espèce chimique dont la structure est proche du taxol...

Pierre Potier imagine alors de synthétiser le taxol à partir de cette molécule contenue dans les feuilles d'if d'Europe. Il a donc été grandement aidé par la nature qui a réalisé la plus grande partie des étapes de la synthèse du taxol : on parle alors d'hémisynthèse du taxol.



### Questions

1. Qu'est-il indispensable de connaître afin de pouvoir copier la nature ?
2. Est-il facile de copier toutes les molécules de la nature ?
3. Pourquoi parle-t-on certaines fois « d'hémisynthèse » ?
4. Combien de temps s'est-il écoulé entre l'hémisynthèse du taxol et sa commercialisation ? Proposez une explication.

Pourquoi hémisynthèse ? « Hémi » est un préfixe d'origine grecque qui veut dire

« à demi ». Un des principaux réactifs utilisé pour la synthèse du taxol est directement issu de la nature...

Autres avantages : les feuilles des ifs d'Europe sont une source renouvelable et quasi inépuisable. De plus, ces arbres contiennent une grande quantité de cette espèce chimique qui ressemble au taxol : 1 g par kg de feuille.

## MÉTIER Aromaticien / Formulateur



**Marjorie** (28 ans)  
• Salariée  
• École d'ingénieur en agro-alimentaire

### PAR AMOUR DU GOÛT

« À partir de différentes matières premières (épices, légumes, levures, molécules chimiques...), je développe les arômes recherchés par mes clients. Certains processus utilisés par l'industrie alimentaire dénaturent les aliments, je suis donc chargée de leur redonner un goût et une odeur. Cela me donne parfois l'impression d'être un « petit sorcier » : les gens semblent

étonnés que l'on puisse créer un produit qui sent le porc sans en contenir ! Le relationnel avec les commerciaux est un aspect très important afin de cibler précisément la demande du client. C'est aussi mon rôle d'assurer que la production respecte les exigences réglementaires, notamment en ce qui concerne les allergènes et l'étiquetage. »

« Cela me donne parfois l'impression d'être un « petit sorcier » »

Propos recueillis par Floriane et Gabrielle ■

À la fin du collège, vous devez avoir acquis un certain nombre de compétences en chimie. Ces compétences sont récapitulées dans ces tableaux.

## Les connaissances

	en 5 <sup>e</sup>	en 4 <sup>e</sup>	en 3 <sup>e</sup>
<b>La matière au niveau macroscopique</b>	<p>L'importance de l'eau dans notre environnement</p> <p>Les mélanges aqueux homogènes et hétérogènes, la notion de corps pur, le caractère solvant de l'eau, les mots « solution », « soluté », « miscibilité », « solution saturée »</p> <p>La technique de la chromatographie et de la distillation</p> <p>Les trois états de la matière, les changements d'état de l'eau : la conservation de la masse et l'influence du paramètre pression lors de ceux-ci</p>	<p>La composition de l'air dans notre atmosphère</p> <p>Le caractère compressible et pesant des gaz</p>	<p>Les solides conducteurs et isolants électriques</p> <p>Les métaux rencontrés au quotidien</p>
<b>La matière au niveau microscopique</b>		<p>Les constituants de la matière : les molécules, elles-mêmes constituées d'atomes</p> <p>Le modèle de la molécule permettant de comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la conservation de la masse lors des mélanges et des changements d'états</li> <li>- les propriétés des gaz (compressibilité)</li> <li>- les caractéristiques des états de la matière</li> </ul>	<p>Les constituants d'un atome : noyau et électrons</p> <p>L'existence d'ions positifs et négatifs</p> <p>L'explication du caractère conducteur ou isolant d'un solide ou d'une solution ionique</p>
<b>La transformation chimique</b>		<p>La combustion du carbone et du butane, la réaction chimique (modèle) qui lui est associée</p> <p>Les mots « réactifs », « produits », « équation chimique », « ajustement d'une équation »</p> <p>La loi de Lavoisier sur la conservation de la masse et des atomes au cours d'une transformation chimique</p>	<p>La transformation du fer en présence d'acide chlorhydrique et la réaction chimique associée</p> <p>La notion de pH, et les noms et symboles de quelques ions en solution aqueuse</p> <p>La synthèse, opération qui permet de fabriquer une espèce chimique existant ou n'existant pas dans la nature</p>

## Les capacités expérimentales et les règles de sécurité

Techniques expérimentales	Tests chimiques ou physico-chimiques	Sécurité
<p><b>Réaliser :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une décantation</li> <li>- une filtration</li> <li>- une chromatographie</li> <li>- un montage permettant de suivre un changement d'état physique de l'eau pure</li> </ul> <p><b>Utiliser :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un thermomètre</li> <li>- une ampoule à décanter</li> <li>- une balance électronique pour mesurer des masses</li> <li>- une éprouvette graduée pour mesurer des volumes</li> <li>- un capteur de pression</li> </ul> <p><b>Récupérer</b> un gaz par déplacement d'eau</p> <p><b>Réaliser</b> des combustions</p> <p><b>Vérifier</b> la conservation de la masse expérimentalement dans le cas de mélanges, de changements d'état, de transformations chimiques</p> <p><b>Utiliser</b> les modèles moléculaires pour modéliser une réaction chimique</p> <p><b>Utiliser</b> du papier Ph ou une sonde pH-métrique pour reconnaître les solutions acides neutres ou basiques</p> <p><b>Réaliser</b> la transformation chimique entre du fer et de l'acide chlorhydrique</p> <p><b>Respecter un protocole</b> de synthèse chimique</p>	<p><b>Réaliser</b> le test de l'aimant pour différencier un métal contenant du fer des autres métaux usuels</p> <p><b>Comparer</b> qualitativement le caractère conducteur ou isolant de différents matériaux, de l'eau, de solutions aqueuses contenant des ions à l'aide d'un circuit électrique</p> <p><b>Réaliser les tests de reconnaissance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>de l'eau</b> avec le sulfate de cuivre anhydre blanc qui devient bleu à son contact</li> <li>- <b>du gaz dioxyde de carbone</b> avec l'eau de chaux initialement incolore qui se trouble (précipité) à son contact</li> <li>- <b>du gaz dioxygène</b> avec le test de la braise au bout d'une bûchette qui se ravive en sa présence</li> <li>- <b>des ions <math>\text{Cu}^{2+}</math>, <math>\text{Fe}^{2+}</math>, et <math>\text{Fe}^{3+}</math></b> qui forment un précipité respectivement de couleur bleu, vert et rouille en présence de soude (ions <math>\text{HO}^-</math>)</li> <li>- <b>des ions <math>\text{Cl}^-</math></b> qui forment un précipité blanc qui noircit à la lumière en présence d'ions Argent (<math>\text{Ag}^+</math>)</li> <li>- <b>du gaz dihydrogène</b> qui en présence d'une flamme fait entendre un bruit sec explosif caractéristique</li> </ul> <p><b>Mettre en évidence</b> l'acidité (présence d'ions <math>\text{H}^+</math>) ou la basicité (présence d'ions <math>\text{HO}^-</math>) d'une solution, avec du papier pH</p>	<p><b>Manipuler</b> en blouse avec lunettes de sécurité, des gants et des cheveux attachés</p> <p><b>Repérer</b> les évacuations de la salle, les extincteurs, rince œil et points d'eau en cas d'urgence</p> <p><b>Savoir lire</b> une étiquette sur un flacon de produit chimique (pictogrammes)</p> <p><b>Reconnaître du fait de leurs pictogrammes les dangers :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- du sulfate de cuivre anhydre</li> <li>- des solutions acides</li> <li>- des solutions basiques</li> </ul> <p><b>Ne jamais :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- respirer directement ce qu'il y a dans un flacon</li> <li>- tourner un tube à essais que l'on chauffe vers son collègue</li> <li>- manger ou boire quoique ce soit lors des séances en laboratoire</li> </ul>

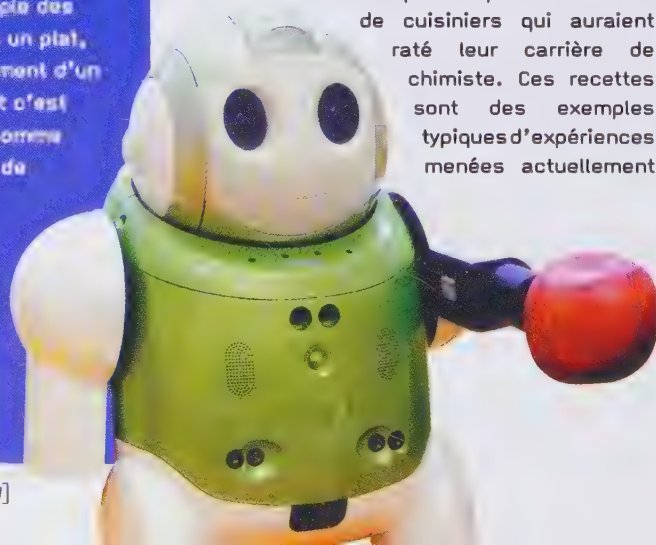
*Gastronomie*

# DES RECETTES à la sauce chimique

Quand chimie et cuisine se mélangent onctueusement, le résultat donne des p'tits plats inédits. Voici quelques recettes concoctées scientifiquement par nos plus grands cuisiniers...

## LE PREMIER ROBOT GOÛTEUR

Curieux, ce Papero... Derrière son allure de jouet, c'est en fait le premier robot au monde capable de goûter des aliments. Mieux, il sait distinguer la camembert du gruyère ou encore repérer différentes sortes de pain ou de vin... Véridique ! Conçu dans les laboratoires de l'entreprise Nec, au Japon, ce robot ne mange évidemment rien avec sa bouche. Et pour cause : il n'en a pas ! En fait, le membre qui lui sert à goûter, c'est... son bras. Un capteur, placé à son extrémité, expose les aliments à un rayon infrarouge ce qui lui permet de détecter la quantité et la caractéristique des molécules qui sont présentes dans chaque aliment. Résultat ? 87% trouve par exemple des molécules de saccharose dans un plat, il se dit alors qu'il s'agit forcément d'un aliment contenant du sucre ! Et c'est ainsi que Papero repère tout, comme un fin goûteur, au point même de détecter si un fruit est bien mûr ou si un plat contient trop de matières grasses. Bref, vous l'aurez compris, Papero n'est pas un robot comme les autres. Il pourrait bien devenir un jour notre diététicien du futur !



**P**renez un melon. Mixez-le. Ajoutez 10g par litre d'alginate de sodium. Remplissez une pipette avec ce mélange et produisez une goutte-à-goutte sur une solution de chlorure de calcium. Laissez cuire pendant une minute. Vous obtiendrez... un caviar sphérique de melon inventé par Ferran Adrià, un grand cuisinier espagnol. Deuxième recette : mélangez du parmesan râpé avec de l'eau. Chauffez jusqu'à 80°C. Filtrez et ajoutez de la lécithine. Congelez et vous obtiendrez... un vent glacé au parmesan ! Mmmh... ou pouah ? En tout

cas, devant de tels ingrédients, difficile de s'imaginer que l'on parle de fourneaux, de marmite et de cuisine très appétissante... Et bien, détrompez-vous : ce genre de recette n'est pas simplement la lubie de cuisiniers qui auraient raté leur carrière de chimiste. Ces recettes sont des exemples typiques d'expériences menées actuellement

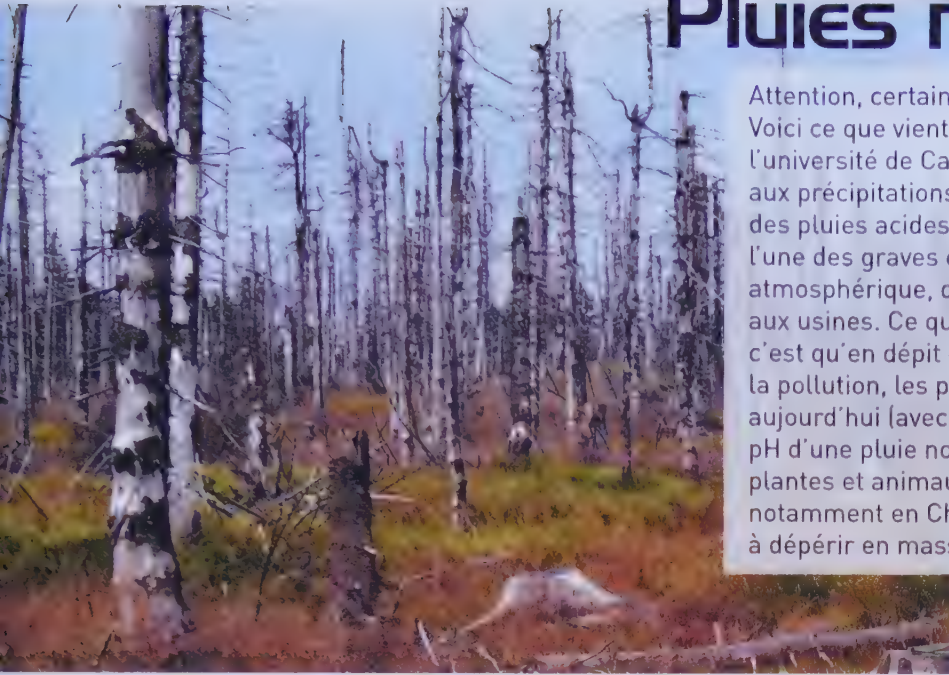
par les grands chefs pour explorer de nouvelles techniques culinaires. Car si les idées de cuisine de nos grands-parents sont toujours fort utiles quand on veut préparer des recettes traditionnelles type pot-au-feu ou quiche lorraine, elles ne servent plus à grand-chose dès que l'on veut tenter par exemple des mousses de betterave rouge... ou encore de la pommade de cacahuète ! Or, il se trouve

que c'est justement vers ces textures que les cuisiniers ont envie de chercher actuellement de nouvelles saveurs. Pour ce faire, les

grands chefs mitonnent donc aujourd'hui en s'appuyant sur des molécules, des précipités et, de manière générale, sur des réactions chimiques de transformation. Il y a même une nouvelle discipline, la gastronomie moléculaire, qui a été inventée par l'ingénieur physico-chimiste Hervé This, pour étudier les transformations des aliments grâce à l'utilisation de la chimie. Reste quand même à savoir si tout ces petits plats sont réellement bons... en bouche. Car si visuellement ils sont plutôt esthétiques, encore faut-il que les palais des gourmands soient satisfaits... Et bien figurez-vous que cette cuisine semble plaire. Et même plutôt deux fois qu'une. La preuve : le restaurant El Bulli de Ferran Adrià, le fameux inventeur de caviar de melon, a été sacré meilleur restaurant du monde en 2006 et 2007 par un jury spécialisé dans la restauration. Alors, fans de chimie, à vos fourneaux !

Pour trouver quelques idées de recettes moléculaires : [www.cuisinemoleculaire.com](http://www.cuisinemoleculaire.com)

# Pluies mortelles



Attention, certaines pluies restent trop acides ! Voici ce que vient d'indiquer une étude réalisée par l'université de Cardiff (Grande-Bretagne) consacrée aux précipitations. En réalité, ce phénomène des pluies acides n'est pas nouveau puisqu'il est l'une des graves conséquences de la pollution atmosphérique, due principalement aux voitures et aux usines. Ce qui est plus inquiétant en revanche, c'est qu'en dépit des mesures prises pour limiter la pollution, les pluies restent toujours très nocives aujourd'hui (avec un pH inférieur à 5,6, qui est le pH d'une pluie normale). Or, pendant ce temps, plantes et animaux des régions les plus touchées, notamment en Chine et au Canada, continuent à dépérir en masse. Inquiétant !



## Un CHIFFRE !

# 700

*C'est le nombre de canettes nécessaires pour fabriquer un vélo ! Eh oui, une canette est composée d'aluminium. Si on la recycle, elle peut soit redevenir... canette, soit être transformée en vélo, en voiture ou même en avion.*

### il a dit

*Un expert est une personne qui a fait toutes les erreurs qui pouvaient être faites dans un domaine très étroit.*

**Niels Bohr**, célèbre physicien danois, qui a reçu un prix Nobel en 1922 pour ses travaux sur la structure de l'atome...



### Matière

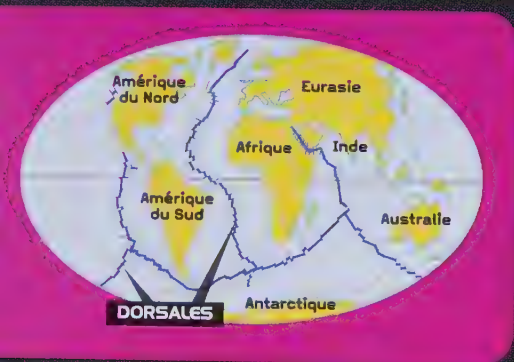
## Des vêtements climatisés

Finis les coups de chaud ou les glagla sous la neige... Voici les premiers vêtements thermorégulateurs, fabriqués en France. Des habits qui restent toujours à bonne température, quelle que soit la météo ! Le rêve ? Oui. Et grâce à la chimie, bien sûr. Si vous passez l'un de ces habits sous un microscope, vous verrez des micro capsules à base de polymères qui ont été greffées par réaction chimique à l'intérieur des fibres des vêtements. Or, ces mini-boules ont une propriété géniale : elles changent d'état. Plus précisément, quand la surface de la peau est trop chaude, leur contenu devient liquide et absorbe la chaleur. À l'inverse, quand il fait trop froid, leur contenu se solidifie et rejette du chaud. Ce sont donc de vrais climatiseurs embarqués directement sur les vêtements. Conclusion : pour être au top de la mode... et au top de la bonne température, guettez l'arrivée de ces nouvelles fringues car elles devraient bientôt envahir tous nos rayons.

# BIENVENUE DANS LES FUMEURS

**Au fond des océans, la vie semble souvent impossible car une collection de substances chimiques nocives a envahi le terrain. Pourtant, de drôles de bestioles arrivent à survivre... Bizarre !**

MURIEL VALIN



**D**e loin, on dirait une forêt de cheminées qui crachent de la fumée... Pourtant, nous sommes à deux kilomètres, au fond de l'eau. Dans un monde étrange où de longues colonnes rejettent en permanence de l'eau et des substances chimiques ultranocives, à plus de 300 °C ! Ce paysage hors du commun, c'est celui des « fumeurs noirs ». Un environnement terrifiant qui résulte directement du mouvement des plaques tectoniques portant nos océans et nos continents. Quand ces plaques s'écartent, elles forment en effet des fissures par où s'infiltre l'eau de mer. Cette dernière s'échauffe alors au contact des roches chaudes pour se transformer en une mixture bouillante. Autrement dit, en une marmite sous pression, prête à remonter en direction du plancher océanique. Mais cette remontée ne se fait

jamais sans conséquence : au passage, ce fluide ultrachaud récupère dans sa besace tout un tas d'éléments chimiques [fer, hydrogène sulfuré...]. Résultat : quand il sort du plancher océanique, il est chargé comme un labo de chimiste. Et là, bingo : réaction immé-

diante ! Au contact de l'eau de mer froide, il précipite et forme de géantes cheminées noires, mesurant jusqu'à 30 mètres de haut et émettant ces panaches de fumées. Ce que l'on voit sortir de terre, c'est donc ce fluide terriblement bouillant et plein de substances qui ferait pâlir n'importe quel chimiste ! Jugez un peu : cette potion contient du sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), du monoxyde de carbone (CO), de l'hydrogène (H<sub>2</sub>), du méthane (CH<sub>4</sub>). Mais aussi des métaux (voir p. 28) : du silicium (Si), du manganèse (Mn), du fer (Fe), du cuivre (Cu), de l'argent (Ag), du zinc (Zn) et même de l'or (Au). N'en jetez plus !

## On a découvert plus de 600 nouvelles espèces

Difficile de s'imaginer qu'une quelconque forme de vie a pu se développer ici. Non seulement le fluide est acide [avec un pH de 3 ou 4, voir p. 48] et dépourvu d'oxygène, mais, en plus, il contient du sulfure d'hydrogène qui est un poison mortel. L'obscurité règne en maîtresse dans ces lieux et la température fait le yoyo entre 350 °C au sommet des cheminées et 2 °C un peu plus loin ! Contre toute attente, des scientifiques ont découvert en 1977 qu'il existait une faune complètement adaptée à ces conditions extrêmes. Des vers géants, des crabes, des poissons, des

crevettes aveugles, etc. vivent à proximité des fumeurs, sur les dorsales situées au fond de nos océans. Mieux : 600 espèces nouvelles ont été recensées en ces lieux ! Tout le monde reste stupéfait. Mais passé la surprise, il faut se demander comment des spécimens ont pu réussir à s'installer dans de telles conditions. Pour les chercheurs, la clé de l'énigme s'appelle... la « chimio-synthèse ». Le principe : imaginons qu'une réaction chimique se produise entre d'une part les sulfures d'hydrogène et le méthane sortant des cheminées, et, d'autre part, l'oxygène de l'océan. Cette réaction peut dégager de l'énergie qui va être nécessaire aux micro-organismes pour produire de la matière organique. Et alors ? La matière organique va, à son tour, être utilisée par d'autres organismes de la chaîne alimentaire pour se développer. Du coup, bingo : différentes espèces peuvent finir par survivre les unes à côté des autres. Et voilà pourquoi la vie dans les fumeurs noirs n'est pas près de partir en fumée... !

## DES VERS DE MER

Ils font à peine dix centimètres de long, mais ces vers sont sacrément résistants : ils survivent accrochés aux parois brûlantes des fumeurs, là où les températures avoisinent les 100 °C ! Pour couronner le tout, ils reçoivent constamment sur la « tête » des paquets de cendres provenant des cheminées. D'où leur curieux nom : « ver de Pompéi »...



# NOIRS...

## LE BLANC CONTRE LE NOIR

Cette jolie pieuvre – au nom savant de *Vulcanoctopus hydrothermalis* – s'illustre par sa blancheur étonnante ! Contrairement aux autres pieuvres colorées, celle-ci a en effet opté pour une parure blanche et n'a aucune encre en stock. Peut-être est-ce une forme d'adaptation à l'obscurité du milieu dans lequel elle vit...



## ANGUILLE MUTANTE

« On dirait de petits morceaux d'intestin » ! Voilà ce que dit le découvreur de ce menu poisson, le zoarcidé, dans les années 1970. Depuis, l'animal a été croisé, à maintes reprises, en train de s'aventurer dans l'environnement des fumeurs. Il est l'un des rares poissons à oser une telle aventure !

## TUBES EN STOCK

Ces vers, baptisés « riffia », mesurent jusqu'à deux mètres de long et sont dépourvus de système digestif : ni bouche, ni anus ! Leur corps est simplement composé d'un sac où s'agglutinent des bactéries qui se développent grâce au soufre des fumeurs.



## CREVETTE COLLECTIVE

Ne cherchez pas leurs yeux, elles n'en ont pas. Ces fines crevettes, *Alicia exocivata*, ont en effet perdu la vue à force de vivre dans l'obscurité. Cela ne les empêche pas de se développer à foison et de vivre en énormes communautés, sur les parois des fumeurs. On les retrouve ainsi blotties en essaim, dans des groupes de dizaines de milliers d'individus : environ 2.500 /m<sup>2</sup> !



# Agronome

**La profession :** chercheur ou ingénieur, l'agronome fait souvent les deux à la fois. Définir les besoins des zones adaptées, trouver des méthodes aux maladies ou à des insectes, sélectionner les variétés, tester... c'est à l'écoute des besoins des agriculteurs. Il y a aussi l'activité de recherche. L'agronome fait aussi partie de l'équipe technique, accompagnant et dirigeant. Par exemple, établir un calendrier de travaux, travailler les relations entre les différents intervenants, etc.

**La formation :** école d'ingénieurs (bac + 5) ou maîtrise (bac + 5) ou doctorat (bac + 8).

**Le candidat idéal :** une capacité d'analyse et de synthèse, une sensibilité à l'innovation, l'aptitude à résoudre des problèmes complexes, la maîtrise de l'anglais et des connaissances informatiques. Actuellement, la profession tend à se féminiser, surtout la recherche.

**Le temps de travail :** horaires de bureau, parfois longs, selon la nature des missions.

**Les débouchés :** en France, on trouve des agronomes travaillant dans la conseil et la recherche (INRA, CIRAD...), dans les entreprises et les universités, parfois avec un statut de professeur-chercheur. On trouve aussi des agronomes travaillant dans la production agricole (CIRAD, les multinationales, etc.) et les organisations professionnelles agricoles (FNIA).

# 6 métiers de la chimie

Créer, utiliser, analyser, vendre la matière dans tous ses états : les métiers de la chimie ne riment pas toujours avec laboratoire...

# Ingénieur chimiste

**La profession :** c'est un généraliste rigoureux. Son travail est très différent selon son activité : recherche-développement, production, contrôle qualité ou encore technico-commercial. L'ingénieur chimiste élabore des protocoles d'essais ou d'analyses et en supervise l'exécution. Il est le garant des produits du quotidien (médicament, plastique, cosmétique...).

**La formation :** école d'ingénieurs ou maîtrise (bac + 5).

**Le candidat idéal :** en plus de posséder de bonnes compétences techniques, il sait s'adapter et coordonner une équipe pour mener à bien son projet rapidement.

**Le temps de travail :** en production, l'ingénieur doit être disponible 24h/24 pour résoudre un problème. En recherche-développement et contrôle qualité, il travaille souvent en laboratoire et en équipe.

**Les débouchés :** les branches d'activité dans lesquelles il peut exercer sont nombreuses. Il est en mesure de cumuler des fonctions, encadrer une équipe, collaborer avec d'autres ingénieurs et chercheurs, ou encore travailler en relation avec la clientèle.

Des mots-clés pour une recherche efficace :

**Métier + chimie + industrie :** des informations sur les métiers de la chimie en entreprise

**Métier + artisanat :** des informations sur les métiers qui transforment la matière

**Métier + industrie + agroalimentaire :** des fiches sur les métiers de l'industrie agroalimentaire

**Métier + environnement :** des fiches sur les métiers liés à l'environnement et aux énergies renouvelables

Le

# Pharmacologue

**La profession :** le pharmacologue est un spécialiste du médicament. Chercheur, il invente un médicament en étudiant l'action de molécules chimiques sur un organisme malade. Ingénieur, il participe plutôt à sa fabrication en choisissant notamment la forme la plus adaptée : sachet, gélule ou comprimé. Il élabore également de nouvelles méthodes de production. Dans les deux cas, il peut tester le médicament pour vérifier s'il est efficace et sans danger pour l'homme. Il étudie aussi les effets des drogues sur l'organisme.

**La formation :** faculté de médecine ou de pharmacie (bac + 8), suivi d'une 2<sup>e</sup> année de maîtrise (+ 1 an) ou d'une thèse (+ 3 ans), ou encore d'une école d'ingénieur (bac + 5), spécialité pharmacologie.

**Le candidat idéal :** un premier point est d'être persévérant dans les études ! Ensuite, il faut avoir de bonnes connaissances en biochimie, biologie et pathologie humaine.

**Le temps de travail :** horaires normaux. Cependant, la recherche est un métier prenant et les journées peuvent être longues !

**Les débouchés :** les pharmacologues peuvent travailler dans les laboratoires de recherche académique, l'industrie pharmaceutique, l'industrie biotechnologique et les établissements d'enseignement.

# Ouvrier mouliste

**La profession :** il réceptionne et transporte les piles usagées, puis intervient tout au long du procédé de recyclage. Les techniques employées sont différentes selon les sociétés : elles peuvent être de nature pyrométallurgique (fonte des métaux et séparation des éléments) ou hydrométallurgique (action chimique). Le technicien travaille en équipe, dans des ateliers spécialisés selon le type de produits à recycler.

**La formation :** CAP à Moulistes, bac pro ou un bac + 2 en Chimie, Électrochimie, ou Fonderie selon les procédés de recyclage.

**Le candidat idéal :** il doit être costaud ! Les travaux de fonderie sont particulièrement pénibles et les tâches logistiques sont nombreuses, c'est pourquoi ce métier reste encore très masculin.

**Le temps de travail :** horaires normaux. Les conditions de travail peuvent être difficiles, notamment ces matériaux utilisés.

**Les débouchés :** aucun problème pour trouver un poste !

# Technicien en traitement des matériaux

**La profession :** ce technicien permet d'améliorer les propriétés physiques et mécaniques des produits fabriqués. Il définit les procédés et les équipements les plus adaptés pour obtenir le résultat désiré : rendre un ski plus lisse, donner de l'éclat à une peinture, rendre un métal plus résistant... Une fois la production lancée, il s'assure de son bon déroulement.

**La formation :** un bac STI spécialité « Génie des matériaux » ou spécialité « Mécanique », puis un BTS « Traitement des matériaux, option « Traitements thermiques » ou « Traitements de surfaces » (bac +2).

**Le candidat idéal :** il a de solides bases en physique, chimie et mécanique ainsi que des connaissances approfondies des propriétés et méthodes de traitement des matériaux. Souvent à la tête d'une équipe, il se doit d'être rigoureux et bon communicant.

**Le temps de travail :** horaires normaux ou travail posté (des équipes se relaient pour faire tourner l'entreprise 24h/24). Le technicien partage ses journées entre son bureau, son laboratoire d'essais et l'atelier.

**Les débouchés :** ses entreprises, les ateliers en usines et les laboratoires de contrôle et d'expertise recherchent des spécialistes capables de rendre leurs produits plus performants. De nombreux secteurs recrutent ! Travail des métaux, industries mécaniques, automobile, aéronautique...

# Technicien de recyclage de piles

**La profession :** ce technicien réceptionne et transporte les piles usagées, puis intervient tout au long du procédé de recyclage. Les techniques employées sont différentes selon les sociétés : elles peuvent être de nature pyrométallurgique (fonte des métaux et séparation des éléments) ou hydrométallurgique (action chimique). Le technicien travaille en équipe, dans des ateliers spécialisés selon le type de produits à recycler.

**La formation :** bac pro ou un bac + 2 en Chimie, Électrochimie, ou Fonderie selon les procédés de recyclage.

**Le candidat idéal :** il doit être costaud ! Les travaux de fonderie sont particulièrement pénibles et les tâches logistiques sont nombreuses, c'est pourquoi ce métier reste encore très masculin.

**Le temps de travail :** selon les sociétés, horaires normaux ou travail posté (des équipes se relaient pour faire tourner l'entreprise 24h/24).

**Les débouchés :** en règle générale, les métiers liés à l'environnement sont très porteurs. De plus, avec l'expérience, le technicien peut évoluer vers des postes de chef d'équipe ou de responsable de secteur.

# Électricité : les circuits

L'électricité fait partie de notre quotidien. Ainsi de nombreux appareils électriques autour de nous utilisent la prise du secteur pour fonctionner. Savez-vous d'où provient cette électricité ? Comment est-elle produite ? Quelles sont les caractéristiques de la tension du secteur ?

☀ Situées en pleine mer, ces éoliennes sont bien placées pour utiliser le vent et produire un courant électrique.

électriques en « alternatif »



# Avant de commencer...

En 5<sup>e</sup> et en 4<sup>e</sup>...

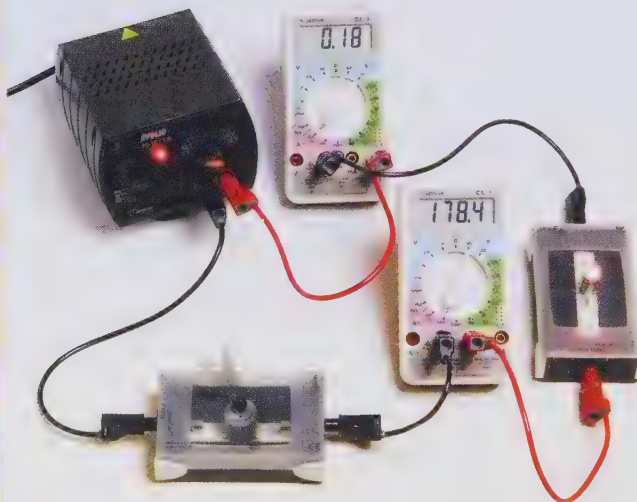


## 1. Mesurer des grandeurs.

Quelles sont les grandeurs que l'on peut mesurer avec cet appareil ?

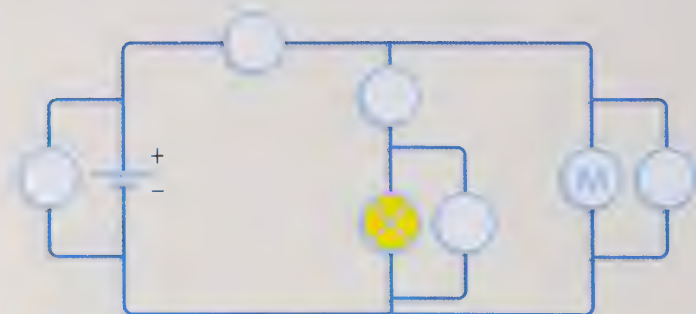
## 2. Marche avant ou marche arrière ?

Quelle manipulation simple permettrait de faire tourner l'hélice du moteur dans l'autre sens ?



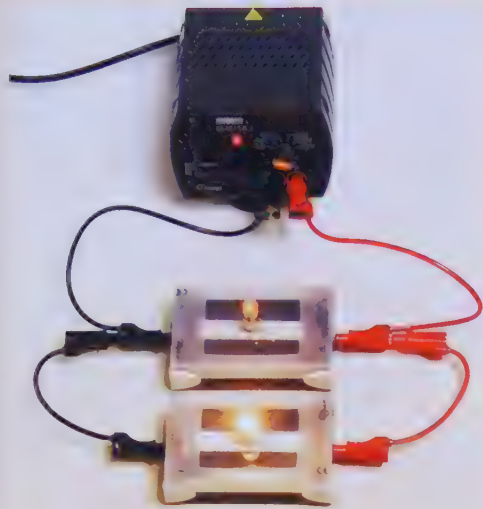
## 3. Choisir le bon ampèremètre.

Quel est l'ampèremètre le plus adapté à la mesure ?



## 4. Qui est qui ?

À l'aide de vos connaissances sur les branchements de l'ampèremètre et du voltmètre, pouvez-vous retrouver les symboles effacés ?



**5. Des tensions différentes.**

Peut-on connaître ou calculer la valeur de la tension aux bornes de L2 ? Et la valeur de l'intensité traversant la lampe L1 ? Argumentez.

**Test**

Choisissez la ou les bonne(s) réponse(s).

- a. La tension électrique se mesure :  
 en Ampère.       en Volt.
- b. Le voltmètre mesure :  
 la tension électrique.     diminue.
- c. Pour mesurer l'intensité du courant traversant un dipôle, il faut brancher le multimètre :  
 en dérivation.       en série avant ou après ce dipôle.
- d. Lorsqu'on modifie la position des dipôles dans le circuit, l'intensité du courant :  
 ne varie pas.       augmente.
- e. Dans un circuit en boucle simple, l'intensité du courant électrique :  
 diminue.       est la même en tout point du circuit.
- f. Dans un circuit en boucle simple, la tension aux bornes du générateur est égale à :  
 la somme des tensions aux bornes des dipôles récepteurs.  
 au produit des tensions aux bornes des dipôles récepteurs.

Réponses : a. Ampères ; b. tension électrique ; c. en série avant ou après ce dipôle ; d. ne varie pas ; e. est la même en tout point du circuit ; f. la somme



**1. Énergie électrique.**

Cette pile et ces éoliennes produisent-elles de l'électricité sur le même principe ?



**2. Une étrange unité.**

Connaissez-vous cette unité ? Quelle grandeur pourrait-elle bien mesurer ?

**3. Connaissez-vous le nom de cet objet, sa fonction et les éléments qui le constituent ?**



**4. Pile ou adaptateur ?**

On peut remplacer une pile par un adaptateur branché sur le secteur, mais pas directement...

Y a-t-il des différences entre la tension du secteur et la tension délivrée par une pile ?

# Les tensions

Il y a un point commun entre la lumière des villes et les éclairs. Tous les deux sont produits à partir d'une tension électrique. Cette tension est-elle la même dans les deux cas ?

Dans ce chapitre, vous allez...

- apprendre à différencier des tensions ;
- étudier des phénomènes périodiques ;
- connaître des tensions ayant de nouvelles propriétés.

# Électriques variables



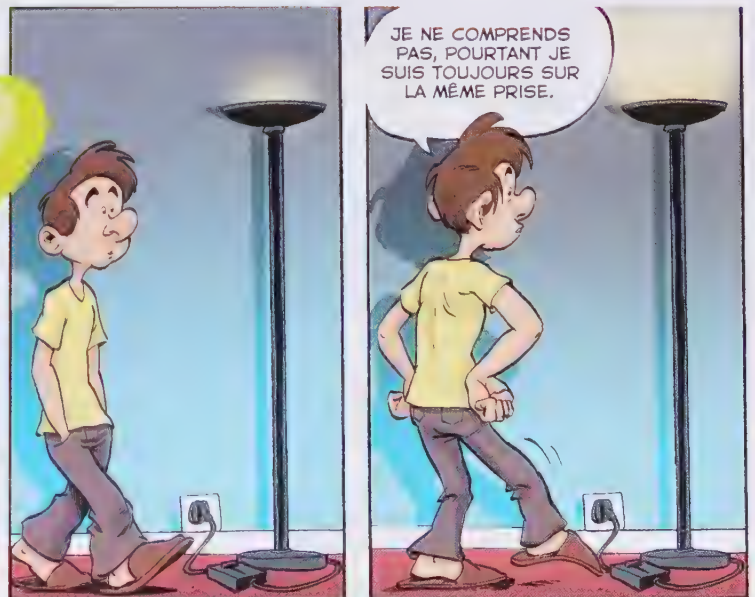
Différents générateurs de tension électrique.

Pourriez-vous classer ces générateurs en deux familles ?



Que peuvent bien signifier ces symboles ?

Quel est le rôle du petit boîtier noir ?





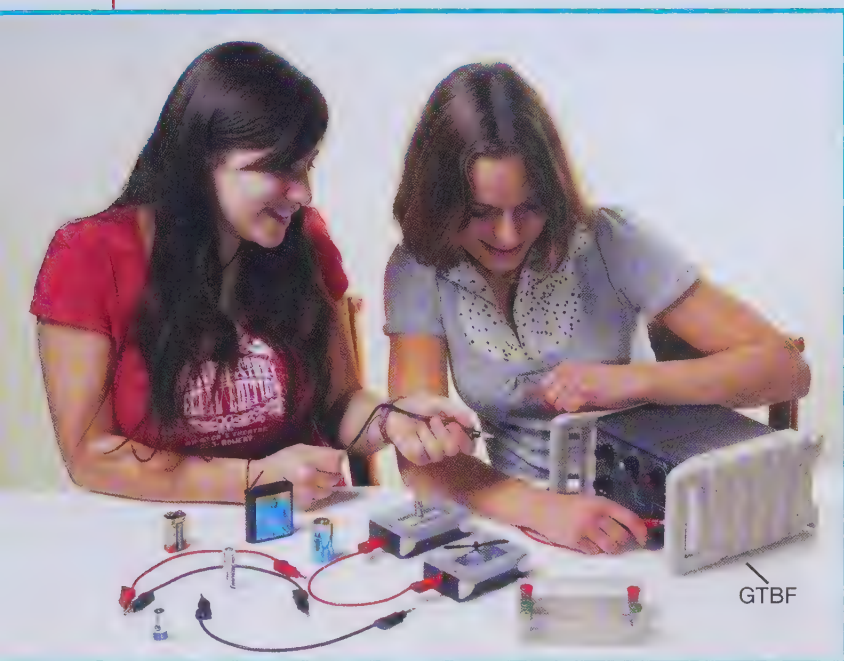
## Piles ou secteur

Les piles ou les accumulateurs ne délivrent pas la même tension que le secteur. Mais en quoi consistent ces différences ?



### OBJECTIF **A** Comparer les effets d'une tension sur un dipôle

► **CAPACITÉ** : Élaborer un protocole



Le GTBF (générateur très basse fréquence) est un générateur qui utilise des transformateurs\* très basses tensions de sécurité permettant d'obtenir une « image » de la tension du secteur qui garde presque toutes ses propriétés. Deux élèves ont réuni plusieurs générateurs pour les comparer (ci-contre).



Quels sont les effets des différents générateurs sur la lampe, le moteur et la diode ?

**!** Aucune manipulation ne doit être faite avec la tension du secteur directement !

### Guide de travail

► **Formuler une hypothèse :**

1. À votre avis, quelle est la différence entre la tension que délivre le secteur (GTBF) et les tensions fournies par les autres générateurs ? Aidez-vous du mini-dico.
2. À votre avis, quels vont être les effets produits sur les trois dipôles par ces différents générateurs.

► **Élaborer un protocole et expérimenter :**

3. Faites le schéma d'un montage électrique permettant de comparer les effets de ces différents générateurs sur les trois dipôles. (N'oubliez pas la propriété spécifique de la DEL.)
4. Réalisez le montage électrique proposé.

► **Exprimer les résultats :**

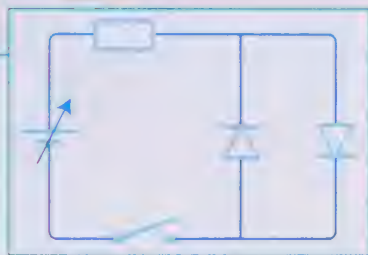
5. Réalisez un tableau résumant les effets sur chacun des trois dipôles du générateur de tension continue et du générateur « image » du secteur.

# Les propriétés de la tension du secteur ?

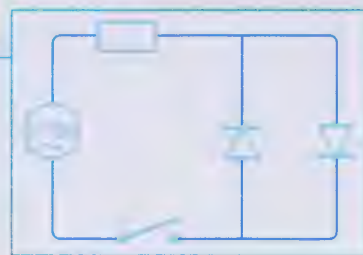
## OBJECTIF **B** Comprendre la différence entre les tensions

### ► CAPACITÉ : Pratiquer une démarche scientifique

Vous connaissez depuis la classe de 5<sup>e</sup> les propriétés spécifiques de la DEL. Voici deux montages associant deux DEL branchées en dérivation, mais dans un sens différents. Le premier montage comporte un générateur de tension continue\*, le second un GTBF.



◀ Montage avec générateur tension continue.



◀ Montage avec le GTBF.

**?** Comment mettre en évidence, grâce à ces montages, la différence entre le GTBF et un générateur de tension continue ?

**!** La résistance placée dans le circuit protège les DEL des intensités trop fortes.

### Guide de travail

#### ► Formuler une hypothèse :

1. D'après vous, dans le cas du générateur de tension continue, quelle DEL sera allumée et quelle DEL sera éteinte ?
2. Connaissant les propriétés du GTBF, quels effets vous attendez-vous à observer dans le cas de ce générateur ?

#### ► Expérimenter :

3. Réalisez les deux montages proposés. Vos observations sont-elles en accord avec vos hypothèses ?

#### ► Exprimer les résultats :

4. Décrivez vos observations et expliquez quelles différences entre les deux générateurs elles permettent de mettre en évidence.

### Mini-dico

**Tension continue** : tension qui reste constante au cours du temps.

**Tension variable** : tension qui varie au cours du temps.

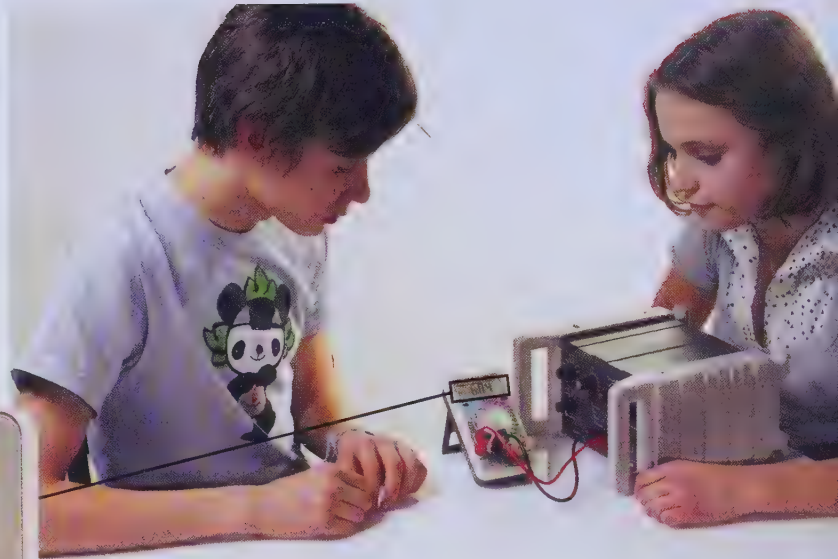
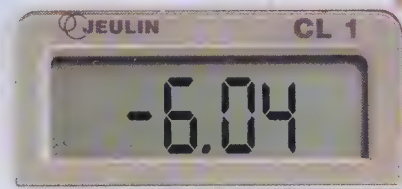
**Tension alternative** : tension variable qui prend successivement des valeurs positives et négatives.

**Transformateur** : appareil qui permet d'élever ou d'abaisser une tension alternative sans modifier ses autres caractéristiques.

**Vers le bilan...** Proposez une série de critères permettant de différencier les deux types de tension.

## ! Une tension négative...

Deux élèves ont branché un voltmètre aux bornes d'un GTBF. Le voltmètre affiche une tension négative. Est-ce possible, ou est-ce une erreur de manipulation de la part des deux élèves ?



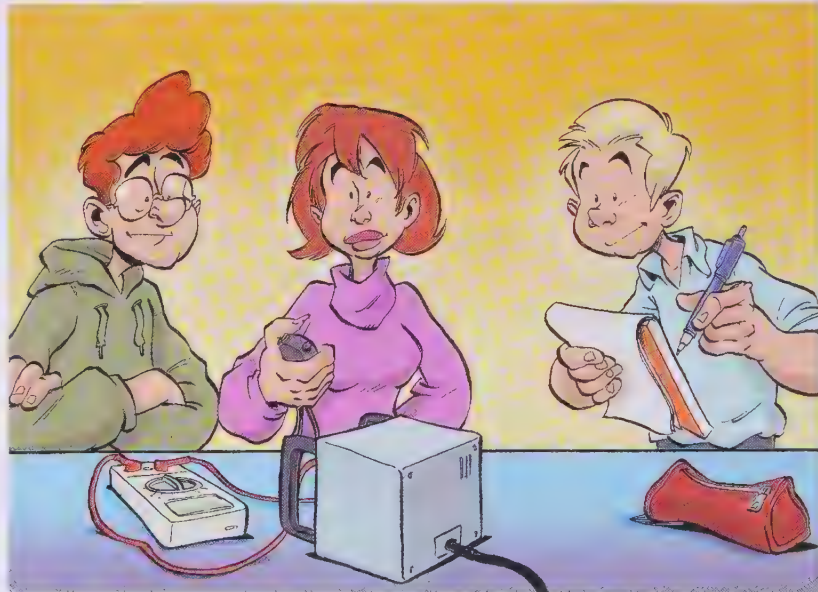
## OBJECTIF A Mesurer une tension alternative périodique

### ► CAPACITÉ : Expérimenter

Mesurer une tension alternative périodique\* à la main n'est pas facile, vous devez être trois et faire preuve de coordination.

Adrien annonce la valeur de la tension à chaque fois que Adeline lui fait signe (toutes les cinq secondes) et Michaël note les deux valeurs.

### ? Serez-vous capable de réaliser ces mesures ?



### Guide de travail

#### ► Expérimenter :

1. Branchez un voltmètre en position DC aux bornes d'un GTBF, puis relevez les valeurs de la tension électrique toutes les 5 secondes.

#### ► Exprimer les résultats :

2. Présentez vos résultats sous forme d'un tableau dans lequel vous noterez les tensions mesurées et leurs temps associés pendant 2 min 10 s.

# Tension alternative ?

## OBJECTIF B Tracer une représentation graphique

### ► CAPACITÉ : Construire un graphique

Vous pouvez facilement observer que les valeurs de tensions ne sont pas constantes au cours du temps, mais telles quelles, elles ne sont pas exploitables.

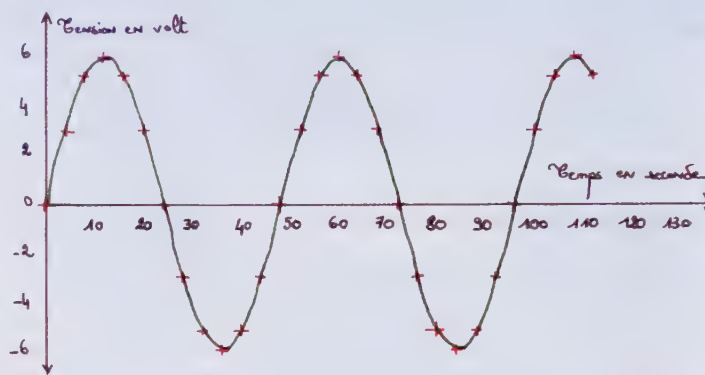
Pour mettre en évidence ces propriétés, vous allez tracer la représentation graphique de la tension en fonction du temps à partir de vos mesures.

t (en s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
U (en V)	0,0	2,0	3,5	4,0	3,5	2,0	0,0	-2,0	-3,5
t (en s)	45	50	55	60	65	70	75	80	85
U (en V)	-4,0	-3,5	-2,0	0,0	2,0	3,5	4,0	3,5	2,0
t (en s)	90	95	100	105	110	115	120	125	130
U (en V)	0,0	-2,0	-3,5	-4,0	-3,5	-2,0	0,0	2,0	3,5

▲ a. Exemple de tableau de mesures réalisé par trois élèves.



Comment tracer une représentation graphique de la tension au cours du temps et l'exploiter ?



▲ b. Exemple de graphique réalisé par Amélie à partir de ses propres mesures.

## Guide de travail

### ► Tracer un graphique :

1. Inspirez-vous de la courbe d'Amélie pour tracer un graphique sur papier millimétré à partir de vos mesures (ou à défaut celles du tableau a). Pensez à adapter votre échelle pour occuper le plus de place possible sur la feuille.

### ► Analyser :

2. Décrivez l'allure de la tension électrique dessinée à partir de vos résultats.
3. Quelles sont les valeurs maximales et minimales de la tension ?
4. Existe-t-il un motif élémentaire\* qui se répète au cours du temps ? Quelle est sa durée ?

### ► Conclure :

5. Cette tension est-elle périodique ? Alternative ?

## Mini-dico

**Motif élémentaire** : un motif élémentaire est le plus petit motif d'un phénomène périodique qui se répète au cours du temps.

**Tension périodique** : tension qui possède un motif élémentaire.

**Période** : la durée du plus petit motif élémentaire qui se répète.

**Vers le bilan...** Alternatif et périodique sont-ils synonymes ? Argumentez.



## Quand l'œil ne suffit plus !

Vous avez vu qu'il était difficile de mesurer une tension périodique à la main. Dans le cas de la tension du secteur, la période devient très courte, il faut alors faire appel à des appareils de mesure plus adaptés.

OBJECTIF

**A** Utiliser un capteur d'une console de mesure

Préparer le B2i

► **CAPACITÉ** : Suivre un protocole

Les capteurs ExAO permettent, après paramétrages et réglages, une acquisition automatique des mesures et une visualisation de la courbe qui leur est associée. On peut visualiser la courbe directement sur l'appareil ou exporter les données vers un ordinateur comportant un logiciel adapté.

On se propose de tracer une « image » de la tension du secteur grâce à cette interface.

◀ a. Deux élèves branchent le capteur de la console VTT au GTBF. Cette console peut être utilisée seule, ou connectée à un ordinateur.



### PROTOCOLE

- ① Reliez le capteur ExAO de la console au GTBF comme indiqué sur la photographie.
- ② Allumez la console avec la touche marche/arrêt.
- ③ Appuyez sur la touche F1 pour obtenir la liste des logiciels disponibles.
- ④ Sélectionnez la fonction enregistreur, puis le mode automatique.
- ⑤ Appuyez une première fois sur la touche *mem* pour commencer l'enregistrement.
- ⑥ Environ 2 à 3 secondes après, arrêtez l'enregistrement en appuyant à nouveau sur *mem*.

▲ b. Un protocole pour visualiser la tension d'un GTBF sur une console VTT.



### Guide de travail

#### ► Expérimenter :

1. Suivez le protocole pour réaliser l'expérience.

#### ► Analyser :

2. Utilisez les outils pour mesurer les caractéristiques de la courbe (valeurs maximale et minimale, période).
3. Déterminer la fréquence\* de la tension mesurée.
4. Pouvez-vous proposer, en vous aidant du mini-dico, une formule mathématique reliant la fréquence à la période ?

#### ► Exprimer les résultats :

5. Selon vous, est-il possible de mesurer une telle fréquence avec des moyens non automatisés ?
6. Résumez les différents avantages de l'utilisation d'une interface d'acquisition.

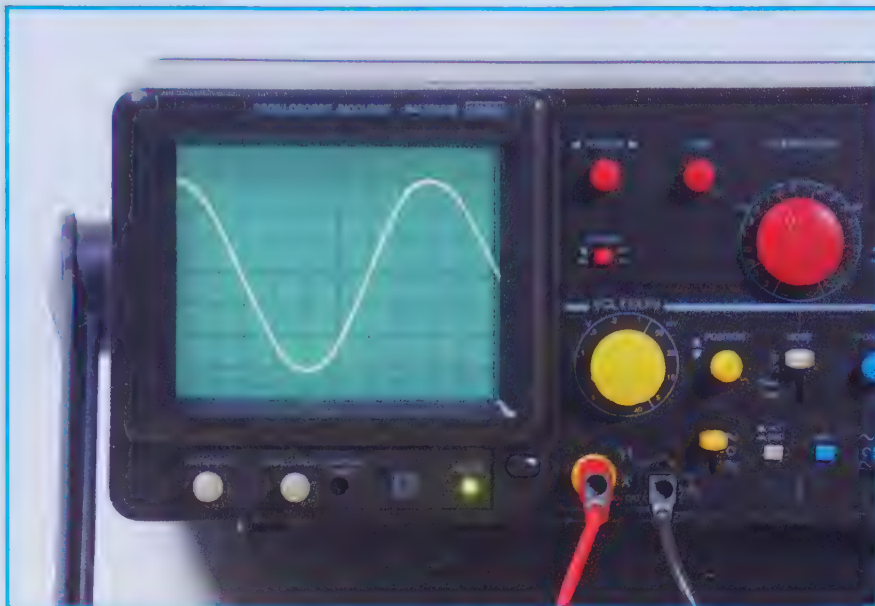
# On alternative périodique ?

## OBJECTIF **B** Utiliser un oscilloscope

### ► CAPACITÉ : Suivre un protocole

On se propose maintenant d'utiliser un oscilloscope pour visualiser la tension aux bornes d'un GTBF préalablement réglé par votre professeur.

Voici un exemple de courbe que vous pouvez obtenir (sur l'écran ci-contre).



### PROTOCOLE

- ① Comptez le nombre de grands carreaux (horizontal) correspondant à une période et le nombre de grands carreaux (vertical) correspondant à la valeur maximale de la tension.
- ② Relevez la valeur de la sensibilité verticale et de la base de temps.
- ③ Déduisez des informations précédentes la valeur de la tension maximale en volt et la valeur de la période en seconde.

▲ Un protocole pour mesurer la période et la tension à l'aide d'un oscilloscope.



Comment utiliser un oscilloscope pour visualiser et analyser une tension produite par un GTBF ?

### Guide de travail

#### ► Expérimenter :

1. Reliez le GTBF à l'oscilloscope, puis utilisez les boutons appropriés pour visualiser une ou deux périodes à l'écran.

#### ► Analyser :

2. À partir de l'oscillogramme\* obtenu, retrouvez les différentes caractéristiques de la tension mesurée (tensions maximale et minimale, et période).

#### ► Exprimer les résultats :

3. Le GTBF indique une fréquence de 250 Hz et une tension maximale de 6 V. Est-ce en accord avec vos résultats ?

### Mini-dico

**Fréquence** : la fréquence d'un phénomène périodique, notée  $F$ , est le nombre de fois où le motif élémentaire se répète en une seconde. Elle se mesure en hertz (Hz).

**Oscillogramme** : figure observée sur l'écran d'un oscilloscope.

**Vers le bilan...** Pour quels types de tensions l'oscilloscope et les interfaces d'acquisitions sont-ils le plus adaptés ?



### Ça ne bouge pas !

Guillaume a branché un voltmètre en position alternatif à un GTBF, mais les résultats de ses mesures ne correspondent pas à ses prévisions.

Que mesure le voltmètre en position « alternatif » ? Est-ce la valeur maximale de la tension ou une autre valeur ?



### OBJECTIF A Mesurer une tension alternative périodique avec un voltmètre

#### ► CAPACITÉ : Expérimenter

Dans ce circuit, l'oscilloscope et le voltmètre (en position AC) mesurent tous les deux la tension aux bornes du GTBF, et pourtant, ils affichent des valeurs différentes.



À votre avis, existe-t-il une relation entre les grandeurs mesurées par les deux appareils ? Si oui, laquelle ?



#### Guide de travail

##### ► Expérimenter :

1. Réalisez le montage. Relevez les valeurs de la tension mesurée par le voltmètre et la tension maximale obtenue et à partir de l'oscillogramme pour différentes valeurs de la tension du générateur.

##### ► Conclure :

2. À l'aide de vos résultats, déterminez s'il existe une relation de proportionnalité entre les deux tensions mesurées. Si oui, quelle est la valeur du coefficient de proportionnalité ? Aidez-vous du mini-dico.

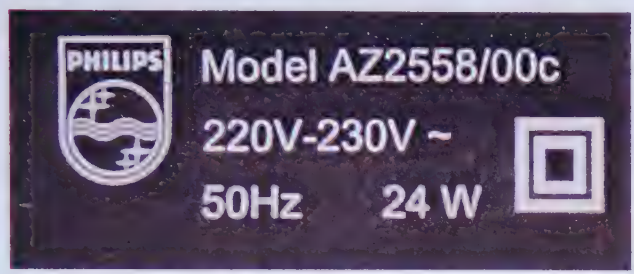


# en position alternative ?

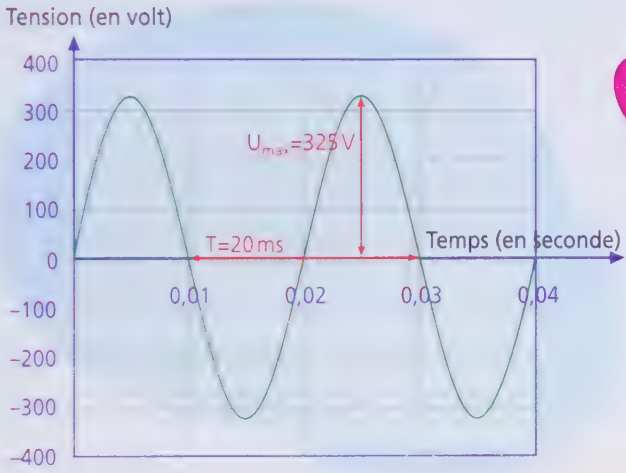
## OBJECTIF **B** Comprendre les indications sur les appareils électriques

► **CAPACITÉ** : Étudier un document

Sur chaque appareil électrique, comme celui de la photographie ci-dessous, figurent des informations techniques à respecter pour éviter d'endommager l'appareil.



▲ a. Un exemple d'indications que l'on trouve sur les appareils électriques.



Expliquez pourquoi ces informations techniques ne sont pas contradictoires avec le graphique de la tension du secteur ?

▲ b. Représentation graphique de la tension du secteur en fonction du temps.

### Guide de travail

► **Résumer les informations :**

1. Donnez les caractéristiques de la tension du secteur (forme, valeur maximale, période et fréquence).
2. Ces caractéristiques sont-elles compatibles avec les informations lues sur l'appareil (doc. a) ?

► **Conclure :**

3. À l'aide du mini-dico, pouvez-vous trouver une explication ?

### Mini-dico

**Sinusoidale :** qui fait des sinuosités, des zigzags.

**Racine carrée de 2 :** nombre positif dont le carré est deux, à peu près égal à 1,41.

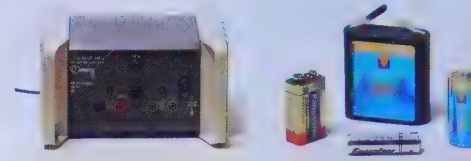
**Tension efficace :** valeur d'une tension sinusoïdale correspondant à la tension continue qu'il faudrait imposer à un circuit pour produire le même effet.

**Vers le bilan...** La tension mesurée au voltmètre en position AC est-elle la tension maximale ?

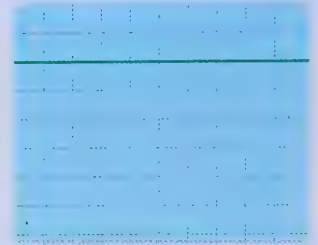
## 1 Différents types de tensions électriques

- La tension électrique fournie par la pile est une tension **continue**, elle ne varie pas au cours du temps.
- La tension électrique fournie par le secteur varie au cours du temps : c'est une tension **variable**.
- Une tension électrique **alternative** est une tension qui prend alternativement des valeurs positives puis négatives.
- Une tension électrique **périodique** est une tension qui possède un **motif élémentaire** qui se répète au cours du temps.
- La tension électrique du secteur est une tension alternative périodique.

1 p. 92-93 et 2 p. 94-95



Générateurs de tensions continues.



Oscillogramme d'une tension continue.

## 2 Caractéristiques d'une tension alternative périodique

- Une tension alternative **périodique** est caractérisée par :
  - sa **période** notée  $T$ , elle s'exprime en seconde et correspond à la durée d'un motif élémentaire.
  - sa **valeur maximale** notée  $U_{max}$ , elle s'exprime en **volt (V)** ;
  - sa **fréquence** notée  $F$ , elle s'exprime en **hertz (Hz)** et représente le nombre de motifs qui se répètent en une seconde ;
  - la fréquence et la période sont reliées par la relation suivante :

$$F = \frac{1}{T}$$

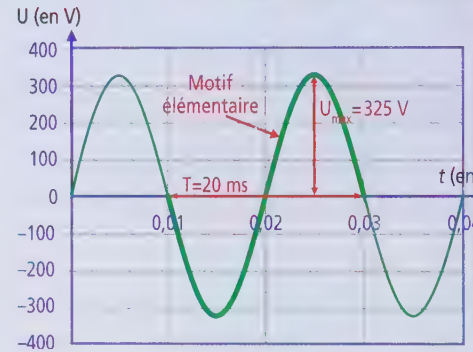
en Hz
en s

2 p. 94-95 et 3 p. 96-97

- La fréquence de la tension électrique du secteur en France est de 50 Hz.



Un générateur très basse fréquence.



La tension électrique du secteur.

## 3 Mesurer une tension alternative sinusoïdale

- Le voltmètre permet de mesurer la tension. En position « alternatif » (AC), il mesure la **tension efficace** d'une tension alternative périodique, c'est-à-dire la tension continue qu'il faudrait imposer à un circuit pour produire le même effet.
- Les **interfaces d'acquisition** permettent d'obtenir le graphique de l'évolution de la tension en fonction du temps (sur une console ou sur un ordinateur). Certaines fonctions permettent d'obtenir directement la période, la tension maximale et la fréquence.
- L'**oscilloscope** permet de visualiser l'évolution de la tension en fonction du temps. Sur un oscillogramme, on peut mesurer la période et la valeur maximale de la tension.

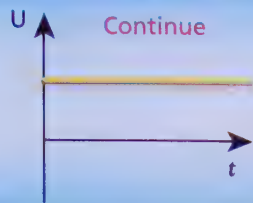
3 p. 96-97 et 4 p. 98-99

- Pour une tension alternative sinusoïdale, la tension efficace est **proportionnelle** à la valeur maximale :  $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ .

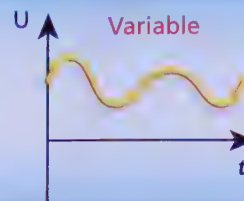


Différents appareils de mesure de la tension.

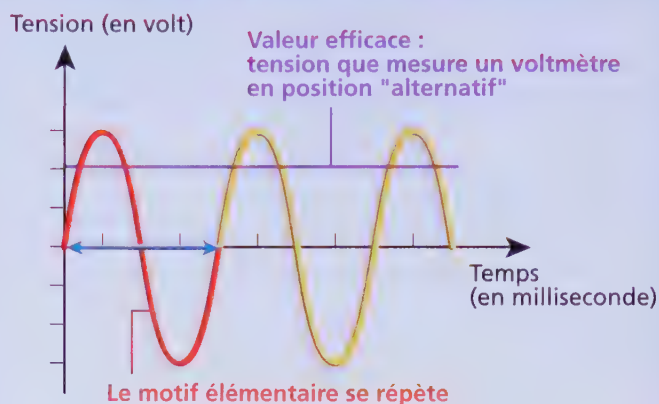
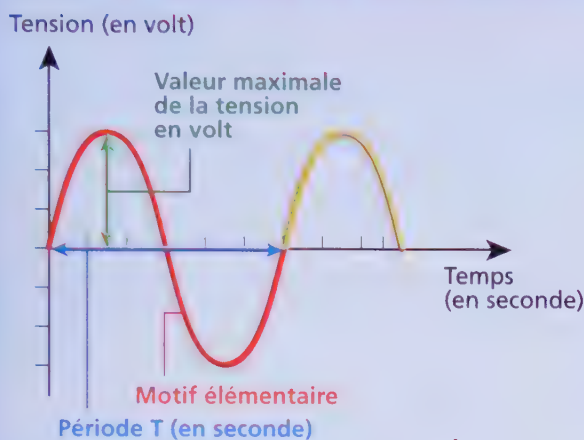
## → par l'image



### Deux types de tension



### Un exemple de tension alternative périodique : la tension sinusoïdale



$$F = \frac{1}{T}$$

Quand la période T diminue, la fréquence F augmente.

Si la fréquence est trop grande, on ne peut plus utiliser le chronomètre pour mesurer la tension. On utilise un oscilloscope ou une interface d'acquisition.

## → par le texte

- La tension fournie par le secteur est alternative périodique sinusoïdale de fréquence 50 Hz et de tension efficace 230 V, contrairement à la tension d'une pile qui est continue. (Co)
- Une tension alternative périodique peut être définie par sa tension maximale et sa période. (Co)
- L'oscilloscope ainsi que l'interface d'acquisition permettent d'obtenir le graphique de l'évolution de la tension au cours du temps et donc de mesurer les deux grandeurs précédentes. (Ca)
- La fréquence en hertz peut se calculer à partir de la période selon la formule suivante :  $F = \frac{1}{T}$ . (Ca)
- Pour une tension variable, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension. (Co)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

### Mots nouveaux

**Alternative** : tension qui varie au cours du temps. Elle prend successivement des valeurs positives et négatives.

**Périodique** : une grandeur est périodique lorsqu'elle possède un motif élémentaire qui se répète au cours du temps.

**Fréquence** : la fréquence (en hertz) d'un signal est le nombre de fois où le motif élémentaire se répète en une seconde.

**Période** : la période d'un signal est la durée d'un motif élémentaire.

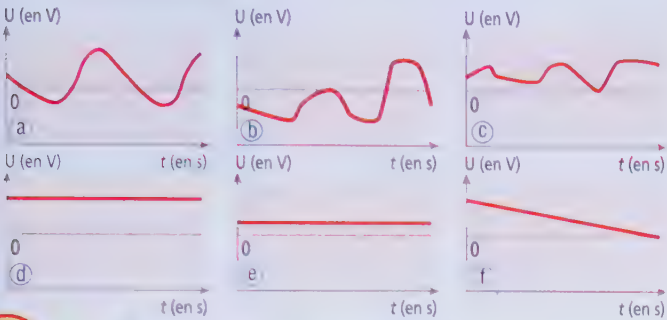
**Sinusoïdale** : tension alternative dont la forme correspond à celle de la tension du secteur.



# EXERCICES

## 10 Continu ou alternatif

- Parmi ces graphiques, quels sont ceux qui représentent une tension continue ?
- Parmi ces graphiques, quels sont ceux qui représentent une tension alternative ?



## B2i 11 Construire un graphique

Hugo mesure toutes les cinq secondes la tension délivrée par un générateur très basse fréquence. Il obtient le tableau de mesure ci-dessous :

t (en s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
U (en V)	0	1,3	2,9	3,7	4	3,7	2,9	1,3	0	-1,3

t (en s)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
U (en V)	-2,9	-3,7	-4	-3,7	-2,9	-1,3	0	1,3	2,9	3,7

t (en s)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
U (en V)	4	3,7	2,9	1,3	0	-1,3	-2,9	-3,7	-4	-3,7

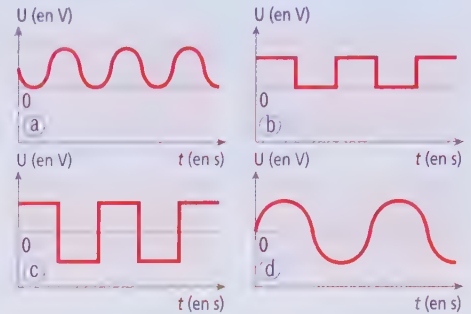
- Tracez la représentation graphique de l'évolution de la tension au cours du temps.

- N'oubliez pas de donner un titre et de placer sur chaque axe la grandeur représentée et son unité.
- Repérez avec un stylo de couleur un motif élémentaire.
- Quelle est la période de la tension représentée ?
- Quelle est la valeur maximale de la tension représentée ?

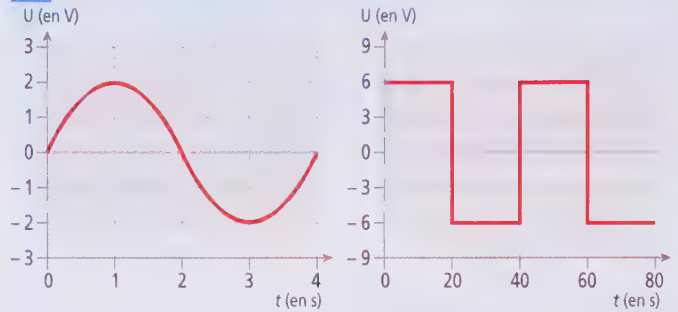
## 12 Identifier des tensions

Parmi les différentes représentations graphiques ci-dessous, lesquelles représentent :

- une tension alternative ?
- une tension périodique ?
- une tension alternative périodique ?



## 13 Exploiter des courbes



- Pour chacune de ces deux courbes, déterminez graphiquement la valeur maximale de la tension.
- Déterminez-en graphiquement la période.

## Attitudes

### 14 Des prises différentes

► Observer les règles élémentaires de sécurité

- En vous aidant des photographies ci-contre, expliquez pourquoi il ne faut jamais forcer pour faire entrer la prise de branchement d'un appareil dans une prise murale et pourquoi il faut toujours vérifier sa compatibilité.

- Quel élément diffère entre les images e, d et b ?

- Comment s'appelle cet élément et quel est son rôle ?

- Est-il possible de brancher un appareil possédant un cordon comme celui de l'image d à une prise comme celle de l'image f ? Pourquoi ?

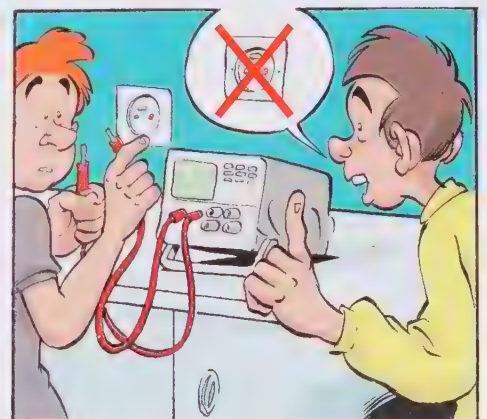


### 15 Attention à l'oscilloscope

► Observer les règles élémentaires de sécurité

- Sachant que le calibre vertical de l'oscilloscope est de 10 V/div, calculez la tension maximale que peut mesurer cet appareil.

- En reliant la tension calculée précédemment à ce que vous connaissez de la tension du secteur, expliquez pourquoi il est totalement interdit de faire le branchement proposé.



# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

### Exercice 16 (10★)

#### 1 Réviser :

- Rappelez la définition de la fréquence. ....
- Rappelez la formule reliant la période et la fréquence d'une tension périodique. ....
- Dans la formule précédente, précisez l'unité de la période et l'unité de la fréquence. ....

#### 2 Résoudre un problème :

Vous voulez visualiser la tension d'un générateur très basse fréquence sur l'écran d'un oscilloscope. Vous savez que le générateur délivre une tension de fréquence 80 Hz. La largeur de l'écran de l'oscilloscope est de dix divisions.

Est-ce que le réglage 1 ms/div est adapté ?

#### Une méthode

- À partir des informations de l'énoncé et de la formule rappelée à la question 1 b, trouvez à combien de secondes correspond une période. ....
- Convertissez ce résultat en milliseconde. ...
- Calculez le nombre de divisions correspondant à une période. ....
- Concluez. ....

- Réfléchir :** Proposez un meilleur réglage de l'oscilloscope : 2 ms/div, 5 ms/div ou 0,1 ms/div ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
★			
★			
★★			
	*		
*			
*	*		
	**		
6	4	0	10

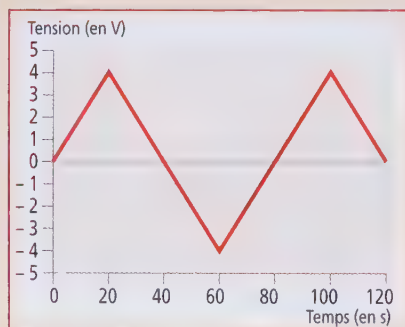
### Exercice 17 (10★)

#### 1 Réviser :

- Rappelez la définition des mots périodique et alternatif. ....
- Rappelez la définition d'un motif élémentaire et d'une période. ....
- Rappelez la définition de la valeur maximale d'une tension. ....

#### 2 Résoudre un problème :

La tension représentée ci-dessous est-elle une tension alternative périodique ? Si oui, calculez la fréquence et la tension maximale.



#### Une méthode

- Identifiez sur le graphique ci-contre un motif élémentaire. ....
- Mesurez la durée de ce motif ainsi que la valeur maximale. ....
- Calculez la fréquence à partir de la mesure précédente. ....

- Réfléchir :** Un générateur délivrant cette tension est relié à un moteur. Allez-vous obtenir le même résultat que pour une tension alternative périodique de forme sinusoïdale, de même fréquence et de même tension maximale ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
★★			
★★			
*			
	*		
	**		
*			
	*		
6	4	0	10

# EXERCICES

## Pour aller plus loin

### 18 Plusieurs mesures de tension

Bécher relie simultanément un voltmètre en position AC et un oscilloscope aux bornes d'un générateur très basse fréquence. Il obtient les mesures suivantes :

Tension avec l'oscilloscope (en V)	0	1	2	2,5	5	6	7,5
Tension avec voltmètre en position AC (en V)	0	0,71	1,41	1,77	3,53	4,24	5,3

1. Quelle est la grandeur mesurée par l'oscilloscope ?
2. Quelle est la grandeur mesurée par le voltmètre ?
3. Tracez la représentation graphique de la tension maximale en fonction de la tension mesurée au voltmètre.
4. Que peut-on dire de la relation entre ces deux grandeurs ? Traduisez-la par une relation mathématique.

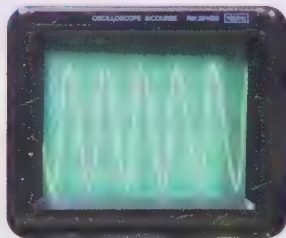
### 19 Conversions

Effectuez les conversions suivantes :

1.  $U = 0,008 \text{ V} = \dots\dots \text{ mV}$  ;
2.  $U = 43 \text{ mV} = \dots\dots \text{ V}$  ;
3.  $T = 0,49 \text{ s} = \dots\dots \text{ ms}$  ;
4.  $T = 66 \text{ ms} = \dots\dots \text{ s}$  ;
5.  $F = 29\,000 \text{ Hz} = \dots\dots \text{ kHz}$  ;
6.  $F = 350\,000 \text{ Hz} = \dots\dots \text{ MHz}$  ;
7.  $F = 0,0007 \text{ kHz} = \dots\dots \text{ Hz}$  ;
8.  $F = 0,58 \text{ MHz} = \dots\dots \text{ kHz}$ .

### 20 Réglage de l'oscilloscope

Hugo fait partie du deuxième groupe de travaux pratiques. En arrivant en salle de sciences, après le premier groupe, il ne touche pas aux réglages. Pour l'oscilloscope, la sensibilité horizontale est  $5 \text{ ms/div}$  et la verticale est  $2 \text{ V/div}$ .



Lorsque le professeur lui demande de mettre en marche les deux appareils, voici l'oscillogramme qu'il obtient.

1. Les réglages de l'oscilloscope sont-ils adaptés...
  - a. pour la mesure de la tension maximale ?
  - b. pour la mesure de la période ?
2. Hugo peut modifier le calibre horizontal. Il a le choix entre  $10 \text{ ms/div}$ ,  $5 \text{ ms/div}$ ,  $2 \text{ ms/div}$  ou  $1 \text{ ms/div}$ . Lequel doit-il choisir ? Pourquoi ?
3. Il peut modifier le calibre vertical (ou gain). Il a le choix entre  $5 \text{ v/div}$ ,  $2 \text{ v/div}$ ,  $1 \text{ v/div}$ . Lequel doit-il choisir ? Pourquoi ?
4. Calculez la valeur maximale de la tension.

### 21 Dans la salle de sciences

Le professeur met à la disposition de Gaëlle deux générateurs, un moteur, une lame et des fils de connexion. En reliant dans un circuit en série le générateur noir et le moteur, elle observe que le moteur tourne régulièrement à la même vitesse. En reliant le générateur bleu et le moteur en série, elle observe que le moteur tourne dans un sens, s'arrête puis tourne dans l'autre sens et ainsi de suite.

1. Quel est le générateur de tension continue ? Argumentez.
2. Quel est le générateur de tension alternative ? Argumentez.
3. Que va observer Gaëlle si elle relie la lampe au générateur bleu ? Au générateur noir ?

### 22 Exploiter un oscillogramme



Le balayage, ou calibre horizontal utilisé, est de  $1 \text{ ms/div}$  et le gain, ou calibre vertical, est de  $0,5 \text{ V/div}$ .

1. Déterminez la valeur maximale de la tension.
2. Déterminez la période de la tension.

### 23 Notation scientifique

La fréquence d'une tension mesurée par un oscilloscope est  $450 \text{ GHz}$ .

1. Sachant que  $1 \text{ GHz} = 1\,000\,000\,000 \text{ Hz}$ , exprimez cette fréquence en hertz.
2. Exprimez cette fréquence en hertz en utilisant la notation scientifique.

### 24 Étudier des tensions avec un tableur

1. Entrez dans un tableur-grapheur les valeurs de tension données à l'exercice 18.
2. En sélectionnant les deux colonnes, réalisez le graphique, sous forme de nuage points, de la tension maximale en fonction de la tension mesurée au voltmètre.
3. Tracez la droite moyenne passant au plus près des points.
4. Que pouvez-vous en conclure sur la relation entre ces deux grandeurs ?
5. Créez une troisième ligne sous le tableau précédent et calculez, pour les six dernières valeurs et en utilisant une formule, le quotient de la tension maximale par la tension mesurée par un voltmètre AC.

voir p. 238

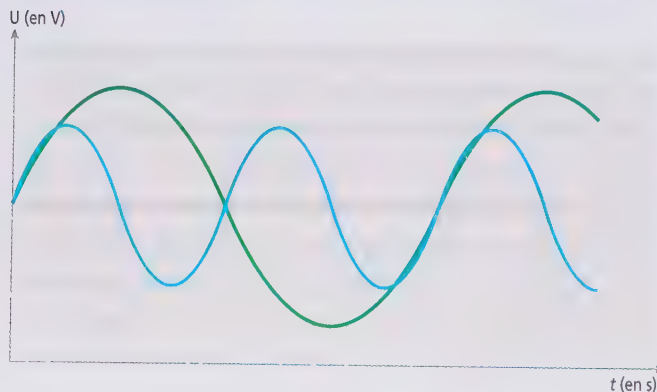


## 25 Histoire des sciences

Choisir la fréquence d'un réseau est déterminant, car on ne peut plus revenir en arrière une fois que le réseau a atteint une certaine taille. Une fréquence élevée est particulièrement intéressante pour les transformateurs, ainsi que les lampes électriques. D'autres applications, comme les moteurs électriques, ont un meilleur rendement avec des fréquences faibles. C'est à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle que cette question s'est posée, mais la faible dimension des réseaux permettait à cette époque d'ajuster la fréquence en fonction de l'utilisation que l'on devait en faire, et des fréquences de 16 Hz à 133 Hz coexistaient. C'est Westinghouse, probablement avec les conseils de Tesla, qui imposa progressivement le 60 Hz aux États-Unis. En Europe, il fut fait le choix du 50 Hz, cette fréquence se diffusa petit à petit. On conserve aujourd'hui ces valeurs historiques et les réseaux actuels sont exploités soit à 50, soit à 60 Hz.

1. Quelle est la fréquence qui a été choisie aux États-Unis ?
2. Calculez la période de la tension correspondant à cette tension.
3. En France, quelle est la fréquence de la tension du secteur ? Calculez la période de la tension correspondante.

## 26 Comparaison de tension alternative périodique



Le professeur met à la disposition de Gaëlle deux générateurs, un moteur, une lame et des fils de connexion.

En reliant dans un circuit en série le générateur noir et le moteur, elle observe que le moteur tourne régulièrement à la même vitesse.

En reliant le générateur bleu et le moteur en série, elle observe que le moteur tourne dans un sens, s'arrête puis tourne dans l'autre sens et ainsi de suite.

1. Quelle est la courbe qui a la plus grande tension maximale ?
2. Quelle est la courbe qui a la période la plus grande ?
3. La tension schématisée en bleu a une période de 40 ms, quelle est la période de la tension verte ?

## 27 Dessiner un oscillogramme

On branche aux bornes d'un générateur de tension alternative un voltmètre et un fréquencemètre. On mesure au voltmètre 10,6 V et au fréquencemètre 50 Hz. Trouvez l'oscillogramme correspondant à cette tension si les calibres choisis sont les suivants : calibre vertical, 5 V/div et calibre horizontal, 5 ms/div.

1. Calculez la période de cette tension.
2. Calculez le nombre de divisions pour la période sur l'oscillogramme.
3. Calculez la tension maximale.
4. Calculez le nombre de divisions pour la tension maximale sur l'oscillogramme.
5. Dessinez l'oscillogramme sachant que la forme est sinusoïdale.

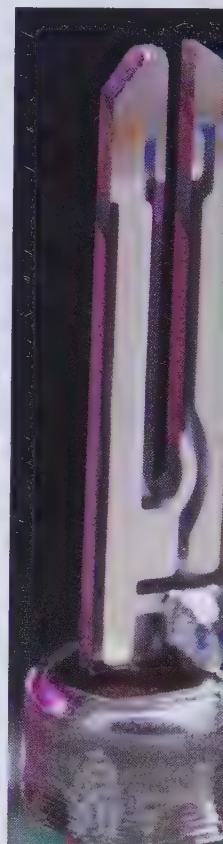
## 28 La montre a quartz

Apparues à la fin des années 1960, les montres électroniques et notamment celles utilisant un quartz se sont rapidement imposées. Dans ces appareils, le quartz a la forme d'un diapason à l'intérieur duquel on place deux électrodes.

Le quartz est un piézoélectrique : si on applique une tension électrique entre les deux électrodes, le quartz se déforme et lorsque, au contraire, on ne l'applique plus, il reprend sa forme initiale et provoque l'apparition d'une tension aux bornes des deux électrodes.

Ce processus se répète 32 768 fois en une seconde, avec une grande régularité.

1. Cherchez dans une encyclopédie ou sur Internet ce qu'est la piézoélectricité.
2. Quelle est la fréquence en hertz de déformation du quartz.
3. Calculez la période correspondante.
4. En quoi le quartz est-il utile à la montre ?



## 29 Un ingénieur devenu physicien



1. À l'aide du logiciel de recherche du CDI, ou en utilisant un moteur de recherche rédigez une courte (entre 20 et 50 mots) biographie précise (*dates importantes ; nationalité ; étude ; une découverte importante*) du scientifique qui donne son nom à l'unité de la fréquence.
2. Ses travaux sur les ondes hertziennes ont donné naissance à plusieurs applications. Citez-en au moins une.

# EXERCICES

## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE



### 30 Ça chauffe

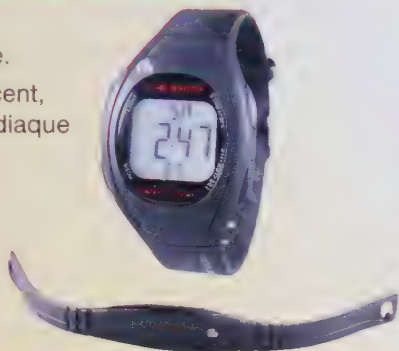
Un jour d'été Tom, veut pouvoir brancher un petit moteur en ventilateur. Il dispose d'un générateur très basse fréquence dont il peut régler la fréquence.

→ Quelle fréquence doit-il régler s'il veut que le moteur tourne dans un sens puis dans l'autre quatre fois par minute ?

### 31 D'autres phénomènes périodiques

Le rythme cardiaque est un phénomène périodique.

Au repos, pour un adolescent, la période de l'activité cardiaque est de 0,8 s.



Selon vous, comment varie cette période en cas d'activité intense ? Expérimentez pour vérifier.

### 32 Oscillogramme perdu

Gaëlle a perdu l'oscillogramme qu'elle avait dessiné en classe. Elle retrouve son brouillon.

4 div de tension maximale  
 $f = 200 \text{ Hz}$   
Réglage : 5 ms / div

→ À votre avis, à partir du brouillon et de ses connaissances, peut-elle redessiner l'oscillogramme ?

### 33 Une DEL toujours allumée

Un générateur est relié à une DEL et à une résistance de protection. La Del est allumée en continue.

→ Ce générateur est-il obligatoirement un générateur de tension continue ?

(Aide : réfléchissez à ce qu'il se passe lorsque la fréquence du GTBF est très grande)

## Une expérience simple et amusante



## Fabriquer une tension alternative avec des piles

### Matériel

- deux piles plates
- deux DEL (ou ampoules)
- fils de connexion

### Protocole

- Réalisez un circuit en dérivation avec les deux DEL têtes bèches.
- Placez les deux fils dénudés de manière à pouvoir les mettre en contact avec une pile.
- Prenez une pile plate dans chaque main.
- Alimentez le circuit en posant alternativement, mais dans un sens différent chacune des piles sur les fils de connexion. Les deux DEL vont clignoter.

1. Cette tension est-elle alternative ?
2. Comparez-la à celle du générateur étudié en classe ?



Pour distribuer l'électricité, on utilise des tensions alternatives périodiques. Mais chaque pays a opté pour une tension ayant des caractéristiques particulières. Ces différences ne sont pas sans conséquences...

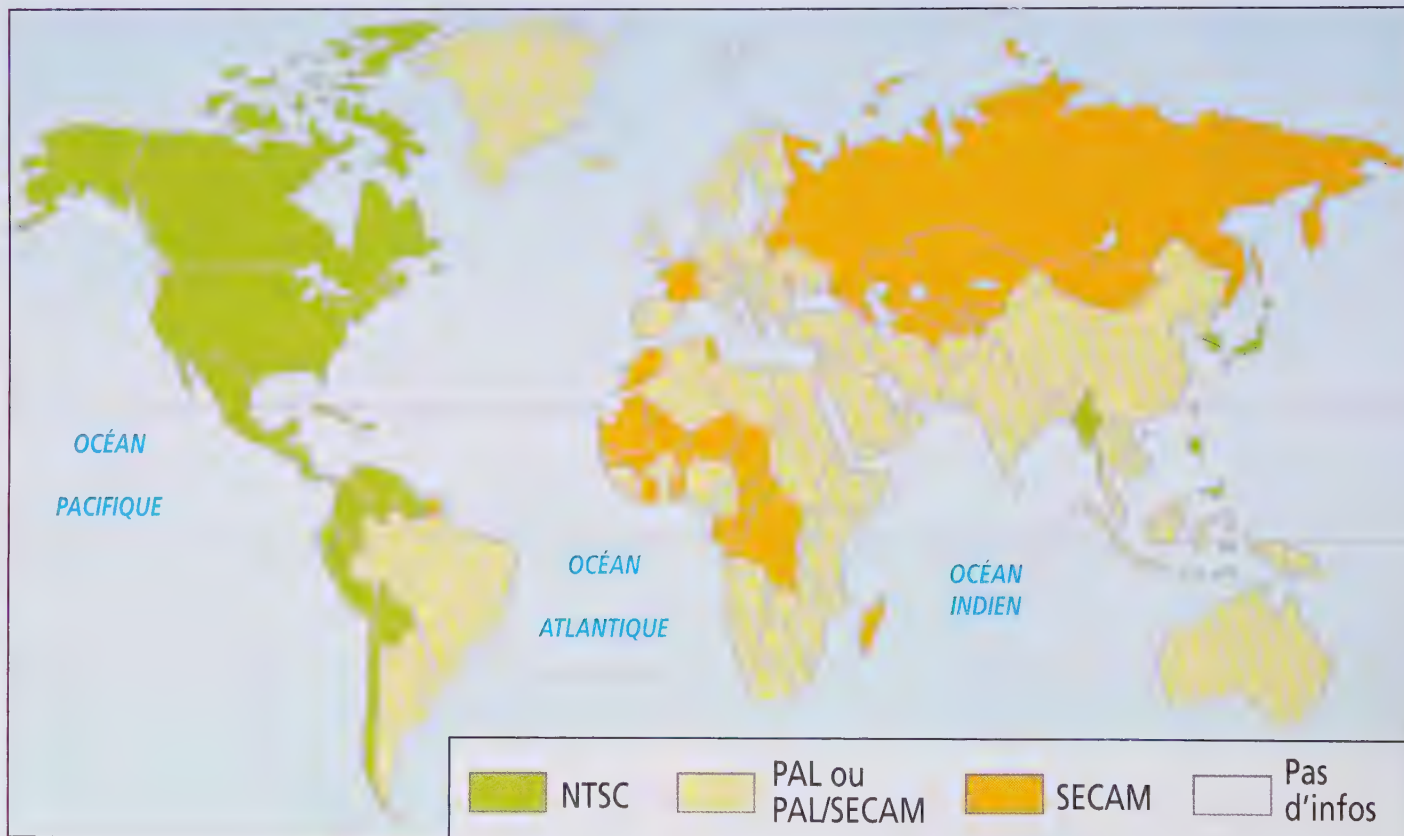


## Développement durable

### Une réalité mondiale

Selon les pays, la tension du secteur varie aussi bien en tension efficace qu'en fréquence. L'utilisation de standards différents a pour conséquence d'obliger les industriels à produire des appareils électriques adaptés aux différentes zones géographiques.

Par exemple, au début de la télévision et des dispositifs informatiques traitant les images, il fallut mettre au point des standards de codage de la vidéo en couleur. Ces standards se sont calés sur la fréquence de la tension distribuée par le secteur. Le premier standard à avoir été inventé est le NTSC aux États-Unis et possède une fréquence verticale de 60 Hz. Alors que le codage en SECAM développé en France se fixe, lui sur, une fréquence verticale de 50 Hz, comme la fréquence de la tension distribuée par le secteur en France.



### Questions

1. Cherchez sur Internet si un appareil acheté au Maroc peut être utilisé aux États-Unis.
2. Expliquez pourquoi ces différences entraînent des coûts de production plus importants et plus de déchets.
3. Quel lien peut-on établir entre la tension du secteur et le standard choisi pour la vidéo ?
4. À votre avis, dans le cadre actuel d'un commerce mondialisé, comment évolueront les standards vidéo ?

## Histoire des sciences

## Le transformateur



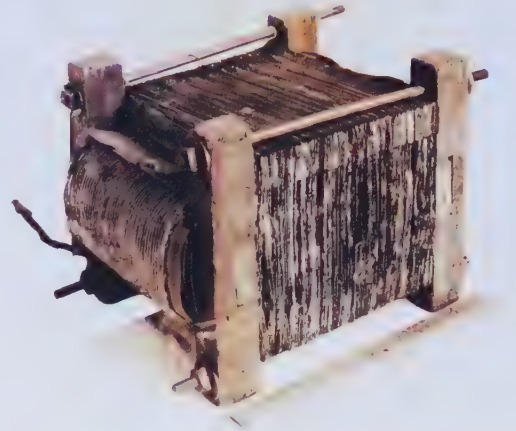
À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, l'utilisation de l'électricité prend son essor dans de nombreux domaines, mais l'expansion de ses applications bute toujours sur un choix non résolu : tension alternative ou tension continue.

Le transport de l'électricité se traduit par des pertes par échauffement. Plus la tension est élevée et plus ces pertes sont faibles, rendant ainsi possible le voyage de l'électricité sur de longues distances.

Le transformateur, inventé par Lucien Gaulard, permet d'élever une tension alternative en conservant sa fréquence et sa forme.

En 1883, Lucien Gaulard et John Dixon Gibbs réussissent à transporter de l'électricité sur une distance de 40 km à l'aide d'un courant alternatif sous une tension de 2 000 volts.

Cette invention du transformateur va consacrer, dans le monde entier, la victoire de l'alternatif sur le continu.



Prototype de transformateur réalisé par Lucien Gaulard.

### Questions

1. Quelle est l'invention qui va permettre la victoire de l'alternatif sur le continu ?
2. Recherchez à quelle valeur de tension est actuellement transportée l'électricité sur les longues distances en France.

## MÉTIER Domoticien



**Jean-Marc** (25 ans)  
• Chef d'entreprise  
• Brevet professionnel

### LA MAISON INTELLIGENTE

« **M**on métier consiste à apporter du confort dans la maison en améliorant les installations électriques par la vidéophonie, des commandes d'éclairage, etc. Ce qui me plaît, c'est la diversité des tâches à réaliser en fonction du type d'équipements. J'éprouve aussi une grande satisfaction à répondre aux attentes du client, particulièrement quand il me remercie pour mon travail. »

« Ce qui me plaît, c'est la diversité des tâches à réaliser en fonction du type d'équipements. »

Mon parcours est très court : j'ai d'abord passé mon CAP en électrotechnique puis j'ai obtenu le brevet professionnel « installation et équipement électrique ». Depuis deux ans, j'ai créé ma propre entreprise. La machine est de plus en plus présente dans la maison, nécessitant toujours d'avantage de maintenance.

Propos recueillis par Alice et Leslie ■

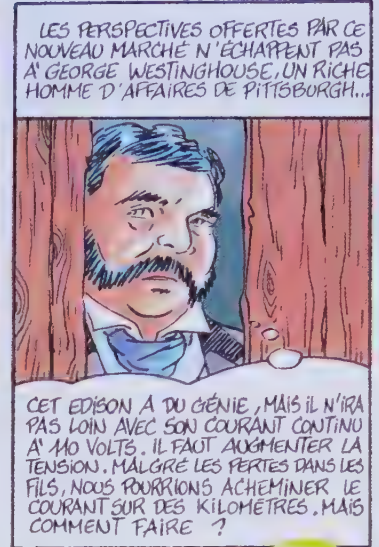
Dans ce chapitre, vous allez...

- **produire** une tension variable dans le temps avec un aimant et une bobine ;
- **découvrir** l'alternateur ;
- **comprendre** pourquoi on distribue aujourd'hui le courant en « alternatif ».

La nuit, l'Europe s'illumine...  
Mais comment produire  
de l'électricité loin des villes  
qui l'utilisent ?

# d'une tension variable

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, T.A. Edison et G. Westinghouse s'affrontent pour imposer le système de distribution qui leur paraît le meilleur.



De nos jours, on transporte le courant électrique sur des centaines de kilomètres ; mais est-ce en alternatif ou en continu ?

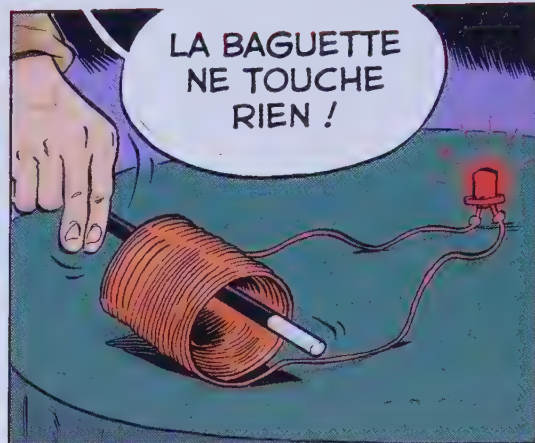
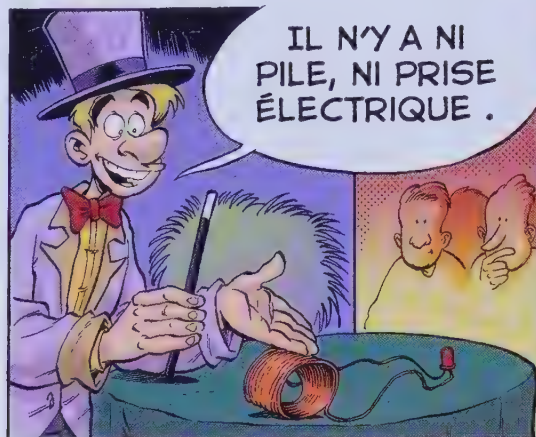
Un petit tour de manivelle et Adeline peut continuer sa conversation.



Mais quel est son secret ?



## Merci monsieur Faraday !



### OBJECTIF **A** Reproduire une expérience historique

#### ► CAPACITÉ : Participer à la conception d'un protocole

Léo et Adeline ont découvert ce document dans un livre sur l'histoire des sciences. Ils voudraient bien réaliser l'expérience de Faraday.

« En 1831, Michael Faraday fait une découverte importante, il montre expérimentalement qu'on peut fabriquer un générateur électrique avec une bobine\* et un aimant.

Faraday utilise un aimant droit et une bobine de fil de cuivre. Il relie les bornes de la bobine conductrice\* à un détecteur de courant à aiguille, appelé galvanomètre.

Faraday constate alors que, lorsqu'il introduit l'aimant à l'intérieur de la bobine, l'aiguille du galvanomètre dévie et que, lorsqu'il retire l'aimant, l'aiguille dévie à nouveau, mais cette fois-ci dans l'autre sens. Faraday affirme alors qu'avec l'aimant et la bobine, on peut fabriquer un générateur. En effet, une tension est apparue aux bornes de la bobine, ce qui a conduit à la circulation d'un courant passager dans le circuit fermé constitué par la bobine et le détecteur de courant. »

#### ▲ L'expérience historique de Faraday et le matériel pour la réaliser au laboratoire.



Pourriez-vous reproduire l'expérience de Faraday avec le matériel dont vous disposez ?

### Guide de travail

#### ► Élaborer un protocole et expérimenter :

1. Comparez les objets du laboratoire avec ceux décrits dans le texte. Pourrait-on utiliser un autre appareil de mesure ?
2. Proposez, sous forme de schéma, les étapes du protocole expérimental permettant de réaliser l'expérience de Faraday, puis réalisez-la.

#### ► Exprimer les résultats :

3. Rédigez un texte court qui décrit les observations et les conclusions de votre expérience.

# Électricité sans pile ?

## OBJECTIF **B** Visualiser la tension produite

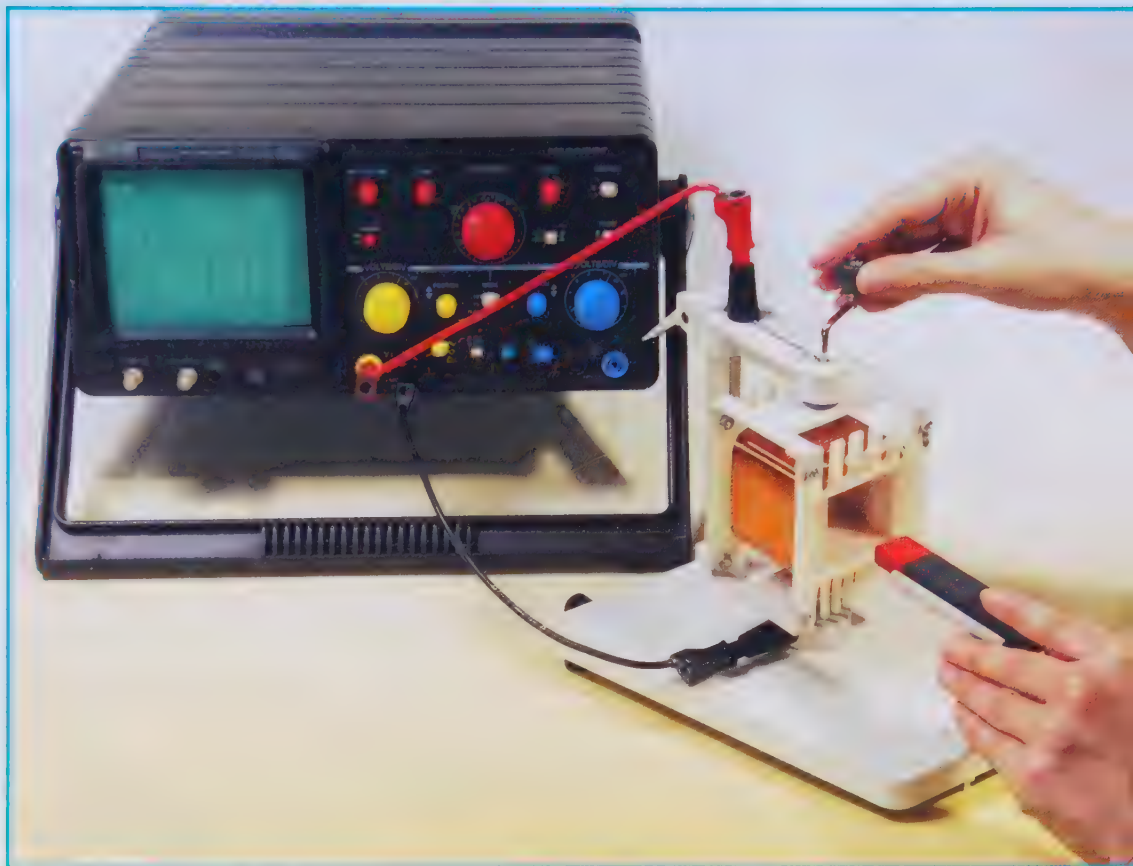
► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique

Grâce au déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine conductrice\*, on peut produire une tension électrique.

L'ensemble aimant-bobine se comporte donc comme un « générateur ».

On peut visualiser la tension de ce « générateur ».

Pour cela, on va utiliser un appareil de mesure : l'oscilloscope sans balayage.



voir début du manuel



Que va-t-on observer sur l'écran de l'oscilloscope ?

### Guide de travail

► **Formuler une hypothèse** :

1. Utilisez vos connaissances (voir page de gauche) pour prévoir ce que l'on va observer sur l'écran de l'oscilloscope.

► **Expérimenter** :

2. Réalisez le montage de la photographie. Précisez les réglages de l'oscilloscope.
3. Imaginez puis testez différents types de mouvements entre l'aimant et la bobine, en agissant sur un seul à la fois.
4. Dans quel(s) cas le signe de la tension produite change-t-il ?

► **Conclure** :

5. Présentez vos résultats sous la forme d'un tableau.

### Mini-dico

**Bobine conductrice** : dipôle constitué d'un enroulement de fil conducteur recouvert d'un isolant.

**Alternativement** : en alternant, d'une manière successive, à tour de rôle.

**Vers le bilan...** Proposez une phrase de synthèse utilisant le vocabulaire suivant : aimant, bobine, tension.



## Une lampe magique !

Adélaïde et Zoé ont acheté cette lampe, intriguées par le slogan qui figure sur l'emballage :

« Avec la lampe Aladin, plus de problème de pile déchargée.

Un simple coup de manivelle et la lumière luit ! »



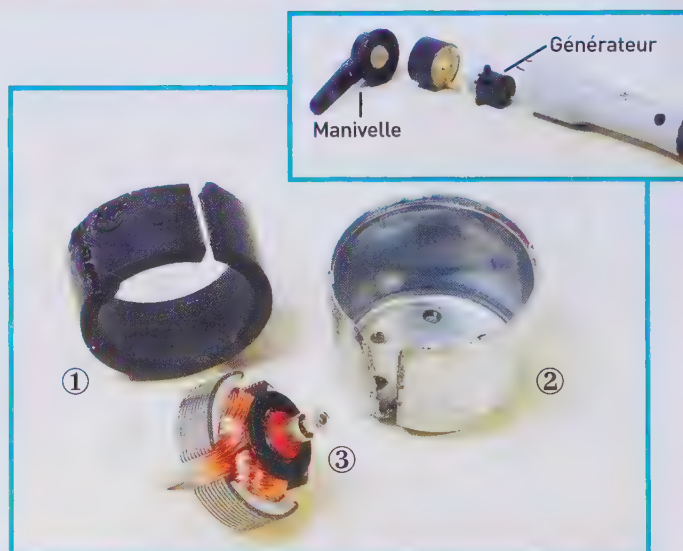
### OBJECTIF **A** Découvrir le générateur d'une lampe à manivelle

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique

En démontant la lampe à manivelle, Adélaïde et Zoé s'aperçoivent que la lampe ne contient pas de pile (voir photographie en vignette). Elles démontent entièrement le générateur pour voir de quoi il est constitué.



De quoi est constitué le générateur de cette lampe à manivelle ?



### Guide de travail

► **Formuler une hypothèse** :

1. À votre avis, comment est produite la tension électrique nécessaire au fonctionnement de cette lampe ?
2. Quels sont les deux éléments indispensables à la fabrication de son générateur\* ?

► **Valider une hypothèse** :

3. L'un d'entre eux est facilement identifiable sur la photographie. Lequel ?
4. Le second peut être identifié par une expérience simple. Laquelle ?
5. Quel est le rôle de la manivelle ?

► **Exprimer les résultats** :

6. Proposez un schéma simple d'un dispositif qui produit une tension variable à l'aide des éléments identifiés.

# on avec une manivelle ?

## OBJECTIF **B** Comprendre le fonctionnement du générateur

### ► CAPACITÉ : Expérimenter

Les résultats de Faraday étaient à peine connus qu'on chercha à les appliquer pour produire du courant électrique.

Les premiers alternateurs réalisés dans ce but apparurent dès 1832. Ces machines avaient un point commun, elles possédaient des bobines et des aimants. Elles étaient constituées d'une partie fixe : le « stator » et d'une partie tournante le « rotor ».

Pour améliorer leurs machines, les inventeurs firent des essais, en faisant varier la vitesse de rotation ou en ajoutant des noyaux de fer doux dans les bobines.

▲ a. Les premières machines pour produire un courant électrique.



▲ b. La maquette d'un générateur à manivelle peut être branchée à un oscilloscope.



Pourquoi appelle-t-on « alternateur » un générateur constitué d'un aimant tournant devant une bobine ?

### Guide de travail

#### ► Rechercher l'information utile :

1. En vous aidant du doc. a, nommez les éléments du doc. b.

#### ► Expérimenter :

2. En utilisant un oscilloscope correctement branché, visualisez la tension aux bornes du générateur.
3. Observez les changements de la courbe à l'écran (amplitude et fréquence) en fonction de la vitesse de la manivelle.

#### ► Exprimer les résultats et conclure :

4. Utilisez la forme « si... alors... » pour présenter vos résultats.
5. Quel type de tension produit ce générateur ? Concluez.

voir début du manuel

### Mini-dico

**Tension alternative :** tension qui varie au cours du temps. Elle prend successivement des valeurs positives et négatives.

**Générateur :** dipôle permettant la circulation d'un courant électrique dans un circuit fermé.

**Vers le bilan...** En réunissant l'ensemble de vos résultats, expliquez le principe de fonctionnement d'un alternateur.

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, T. A. Edison et G. Westinghouse s'affrontent pour imposer le système de distribution du courant qui leur paraît le meilleur. C'est la bataille des courants : il faut choisir entre une distribution du courant en « continu » et une autre distribution du courant en « alternatif ».

Saurez-vous deviner qui a gagné cette bataille cruciale ?

**1882**

« Je m'appelle Thomas Alva Edison, je suis né en 1847. Je n'ai pas pu aller à l'école et j'ai appris ce que je sais par moi-même.

J'ai eu plusieurs métiers. Mon laboratoire est à Menlo-Park (New Jersey).

J'ai inventé la lampe à incandescence.

Ce soir, à 7 heures, j'illuminerai le quartier de Pearl-Street. »

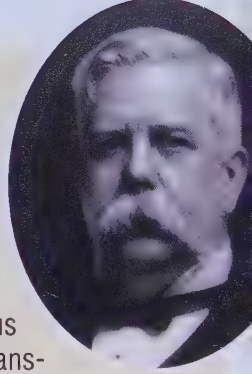
**1893**

« Je pense que je vais remporter le concours pour l'exposition de Chicago. Mes générateurs produisent un courant continu sous une tension de 110 V. Ce qui permet tous les usages connus aujourd'hui. Depuis Volta, on sait produire des piles, je pense que le courant continu\* est l'avenir. »



**1885**

« Je m'appelle George Westinghouse, je suis né en 1846. Je sais m'entourer des meilleurs techniciens ou ingénieurs de mon temps. Je suis un homme d'affaires, je viens d'acquérir le brevet d'un nouvel appareil, le transformateur\*. Avec W. Stanley, nous avons installé le premier réseau de transport en alternatif\* à Great Barrington. »



**1893**

« Je pense que je vais remporter le concours pour l'exposition de Chicago, car mon système est moins coûteux. La distribution en alternatif est la voie d'avenir. Elle permet un transport en haute tension qui permet de placer les usines loin des villes. »

▲ b. Interviews de G. Westinghouse en 1885 puis en 1893 et sa photographie quelques années plus tard.

▲ a. Interviews de T. A. Edison en 1882 puis en 1893 et sa photographie quelques années plus tard.

La petite ville de Great Barrington est l'une des premières au monde à bénéficier d'une distribution en alternatif, grâce à la firme de monsieur Westinghouse. L'usine électrique est située à plusieurs kilomètres de la ville, ce qui limite les nuisances.

Pour produire l'électricité, on utilise l'eau de la rivière. Elle fait tourner une turbine\* qui entraîne la machine de Stanley. Cet alternateur produit une tension alternative.

On sait depuis peu de temps grâce à une invention récente, le transformateur\*, augmenter une tension alternative et obtenir la haute tension qui permet de transporter le courant en limitant les pertes par échauffement.

Des lignes aériennes transportent alors le courant. Comme l'intensité du courant qui circule dans les fils est petite, on utilise des fils de faible section, ce qui réduit les coûts.



▲ c. L'éclairage de la ville de Great Barrington en 1886. La gravure de droite d'Albert Robida, datant de 1883, imagine un futur dans lequel le système proposé par G. Westinghouse est sortie vainqueur.

Cinq compagnies proposent, selon des techniques diverses, d'introduire la lumière électrique à New York. La compagnie d'Edison propose de distribuer du courant continu avec une tension faible de 110 V, ce qui permet un transport par câble souterrain, pour plus de sécurité. Ce transport est impossible sur de grandes distances, car les pertes par échauffement sont trop importantes.

Pour les réduire, il faudrait pouvoir augmenter la tension avant le transport, or on ne sait pas transformer une tension continue.

La production d'électricité se fait donc sur place. Dans le sous-sol de chaque immeuble, il y a une machine qui fournit l'électricité pour l'éclairage et les ascenseurs.



▲ d. La « lumière électrique » à New York en 1881.

Le problème du transport électrique a fait depuis quelque temps des progrès considérables grâce à l'utilisation de hautes tensions. Ce choix impose de produire des courants alternatifs, mais les avantages sont importants. Il n'est plus nécessaire de produire l'électricité sur place.

Il sera ainsi possible d'utiliser la force de l'eau des chutes du Niagara pour produire l'électricité qui alimentera la ville de Buffalo, distante de 41 km.



▲ e. Les chutes du Niagara au service de l'électricité de Buffalo en 1893.

## Guide de travail

### ► Résumer les informations utiles :

1. Quelle sorte de distribution propose Edison ?  
Et Westinghouse ?

### ► Argumenter :

2. Comment expliquez-vous le choix qui a été fait à New York ?
3. Comment expliquez-vous le choix qui a été fait pour la ville de Buffalo ?

### ► Exprimer vos résultats :

4. Dressez un tableau comparatif des deux distributions du courant.
5. Pourquoi le transformateur est-il si important dans la bataille des courants ?

## Mini-dico

**Transformateur** : appareil qui ne fonctionne qu'en alternatif et permet d'élever ou d'abaisser la tension.

**Tension alternative** : une tension qui varie au cours du temps. Elle prend successivement des valeurs positives et négatives.

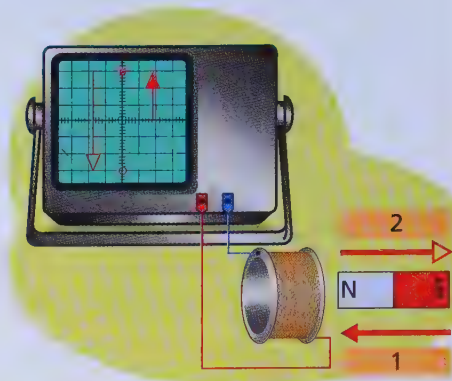
**Tension continue** : une tension qui ne varie pas au cours du temps.

**Turbine** : roue qui porte des pales et qui tourne grâce à l'action d'un liquide ou d'un gaz en mouvement.

**Vers le bilan...** Expliquez pourquoi aujourd'hui la distribution se fait en alternatif ?

## 1 Produire une tension sans pile

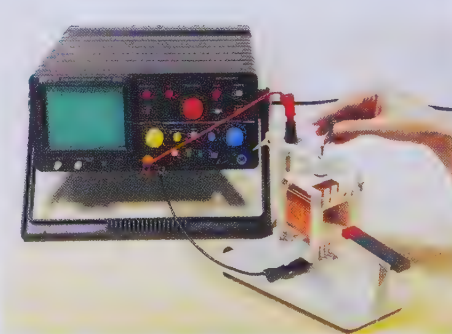
- Le déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine crée une tension aux bornes de cette bobine. Cette tension est une **tension variable**. 1A p. 112
- On relie une **bobine** à un oscilloscope sans activer le balayage :
  - si on approche un **aimant droit** d'une bobine, le spot sur l'écran se déplace verticalement (vers le haut, sur le schéma). Une tension (positive sur le schéma) est donc apparue aux bornes de la bobine ;
  - si on éloigne l'aimant droit de la bobine, le spot sur l'écran se déplace verticalement dans le sens inverse (vers le bas, sur le schéma). Une tension de signe opposé (négative, sur le schéma) est donc apparue aux bornes de la bobine.
- Quand le mouvement de l'aimant se répète de façon identique, la tension change de signe lorsque le mouvement de l'aimant change de sens. On a produit une **tension alternative**. 1B p. 113



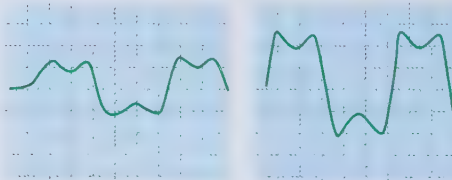
Le déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine crée une tension variable aux bornes de celle-ci.

## 2 Produire une tension alternative

- Si l'on fait tourner un aimant droit devant une bobine, la tension à ses bornes change de signe à chaque demi-tour de l'aimant droit. On a fabriqué un **alternateur**.
- C'est le mouvement de l'aimant par rapport à la bobine qui crée une tension alternative aux bornes de celle-ci.
- Si l'aimant tourne plus vite, la fréquence et l'amplitude de la tension augmentent.
- Un alternateur comporte deux parties :
  - une partie fixe qu'on appelle le **stator** ;
  - une partie qui tourne qu'on appelle le **rotor**.



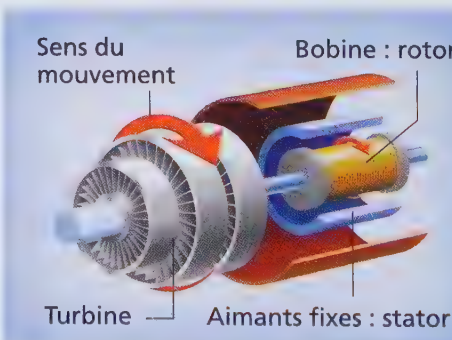
Bobine à manivelle devant un aimant.



La tension maximale et la fréquence dépendent de la vitesse de rotation du rotor.

## 3 Production industrielle de l'électricité

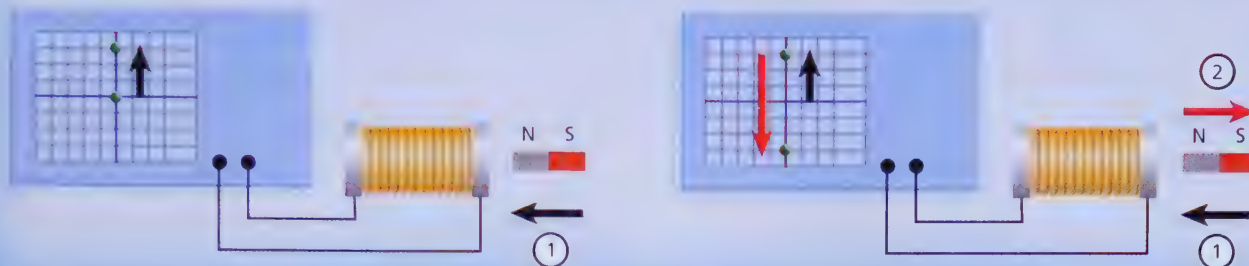
- Aujourd'hui, le choix de la distribution du **courant en alternatif** s'est imposé car il permet le transport du courant en limitant les pertes par échauffement (effet joule). Grâce à des transformateurs, on augmente préalablement la tension, afin de transporter le courant électrique sous haute tension.
- Pour produire de façon industrielle l'électricité, on utilise des alternateurs. L'alternateur industriel produit une tension alternative **sinusoïdale**.
- Pour faire tourner l'alternateur industriel, on utilise une **turbine**. Cette turbine entraîne le rotor de l'alternateur. 3 B p. 117
- Un alternateur permet de produire une tension électrique à partir d'un mouvement.



Un alternateur de centrale électrique.

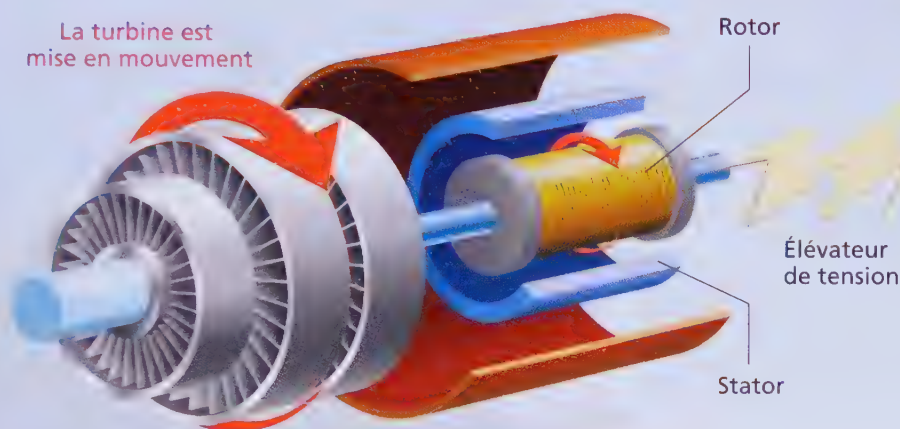
## → par l'image

**Un mouvement relatif d'un aimant par rapport à une turbine produit une tension**



## Fonctionnement d'un alternateur

La turbine est mise en mouvement



L'alternateur transforme le courant en électricité

Élévateur de tension



## → par le texte

- Le mouvement d'un aimant au voisinage d'une bobine crée une tension variable aux bornes de cette bobine. (Co)
- Quand le mouvement de l'aimant se répète de façon identique devant la bobine, la tension produite est alternative. L'ensemble constitué par la bobine et l'aimant est alors nommé « alternateur ». (Co)
- L'alternateur est un générateur de tension électrique. Il produit une tension alternative. (Ca)
- Un alternateur (rotor et stator) est le système qui est commun à toute centrale électrique permettant de produire de l'électricité. (Co)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

## Mots nouveaux

**Alternateur** : générateur qui produit une tension alternative, par le déplacement relatif d'un aimant devant une bobine.

**Turbine** : roue qui porte des pales et qui tourne grâce à l'action d'un liquide ou d'un gaz en mouvement.

**Sinusoidale** : tension alternative dont la forme correspond à celle du secteur.

## Connaissances

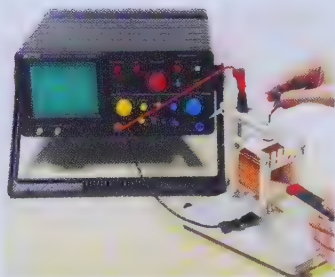
### Je dois connaître

- une méthode permettant d'obtenir une tension variable dans le temps → ex. 1, 2 ;
- le fonctionnement d'un alternateur → ex. 3, 4, 5 ;
- le rôle de l'alternateur dans la centrale électrique → ex. 6.

### 1 Aimant et bobine

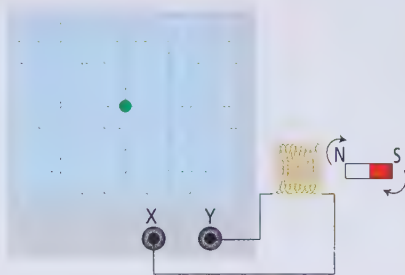
Dans quelles situations apparaît-il une tension aux bornes de la bobine ?

- L'aimant est immobile devant la bobine.
- On introduit l'aimant dans la bobine.
- On fait tourner l'aimant devant la bobine.
- On déplace la bobine devant l'aimant.



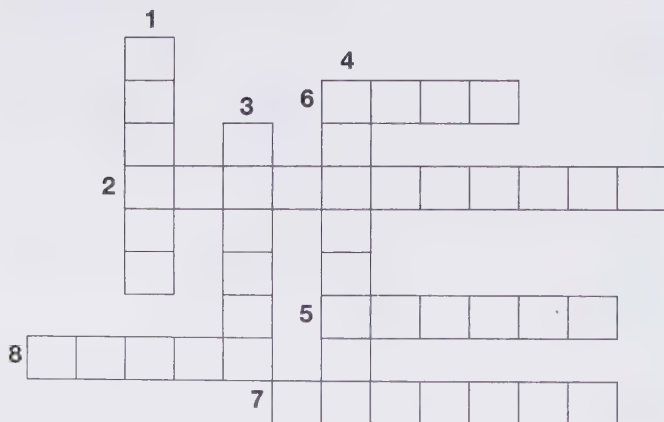
### 2 Restituer des connaissances

- Comment évolue la tension à chaque demi-tour de l'aimant droit ?
- Que se passe-t-il si on augmente la vitesse de rotation de l'aimant droit ?



### 3 Des mots pour le dire

- 1 : Attire les métaux ferreux.
- 2 : Générateur qui produit une tension alternative.
- 3 : Partie fixe d'un alternateur.
- 4 : Se dit d'une tension qui change au cours du temps.
- 5 : Enroulement d'un fil conducteur.
- 6 : Unité de tension.
- 7 : Grandeur qui s'exprime en volt.
- 8 : Partie mobile d'un alternateur.



### 4 Pile ou alternateur ?

Attribuez à chaque générateur les propriétés qui le caractérisent.

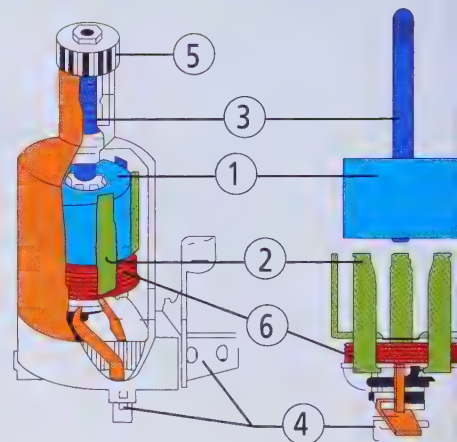
- |               |                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------|
| Pile •        | • possède un aimant.                                |
|               | • possède une bobine.                               |
|               | • produit de l'électricité à partir d'un mouvement. |
|               | • produit une tension continue.                     |
| Alternateur • | • produit une tension variable dans le temps.       |
|               | • possède une borne + et une borne -.               |

### 5 Les différentes parties d'un alternateur

Le dessin ci-contre représente les différents éléments d'un alternateur de vélo.

En frottant sur le pneu, le galet tourne et entraîne l'axe de rotation solide de l'aimant cylindrique qui possède huit pôles. La bobine est constituée de fil de cuivre isolé et verni dont les extrémités sont reliées aux deux bornes externes. Les lamelles entourent la bobine. Lorsque l'aimant tourne, il est mis en mouvement face à la bobine, ce qui crée une tension à ses bornes.

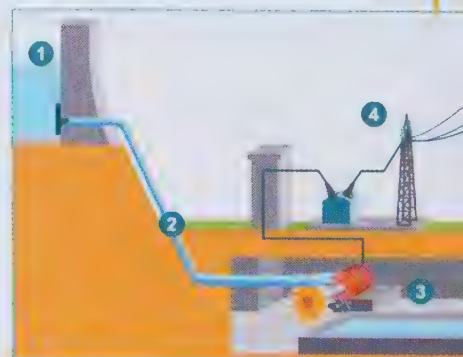
En vous aidant du texte, associez chaque élément numéroté à un des mots suivants : *galet* ; *axe de rotation* ; *aimant* ; *lamelles* ; *bobines* ; *bornes*.



### 6 Exploiter des informations.

L'image ci-dessous a été extraite du site Internet d'EDF : [www.edf.com/html/panorama/production/renouvelable/hydro/fonctionnement.html](http://www.edf.com/html/panorama/production/renouvelable/hydro/fonctionnement.html)

1. En vous aidant d'Internet, cherchez où est l'alternateur.
2. Dans une centrale hydraulique de haute chute, qu'utilise-t-on pour faire tourner l'alternateur ?
3. Quel est le rôle de l'alternateur dans la centrale ?



# EXERCICES

## Capacités

### Je dois être capable de

- illustrer expérimentalement comment un mouvement relatif entre un aimant et une bobine peut créer une tension → ex. 7.

### 7 Prévoir un phénomène

Lorsqu'on introduit le pôle nord d'un aimant droit dans une bobine reliée à un oscilloscope sans balayage, le spot se déplace comme l'indique le schéma.

Si maintenant, l'aimant est déplacé dans le sens indiqué par la flèche, observera-t-on l'oscillogramme A, B, ou C ? Justifiez votre réponse.



Oscillogramme A

Oscillogramme B

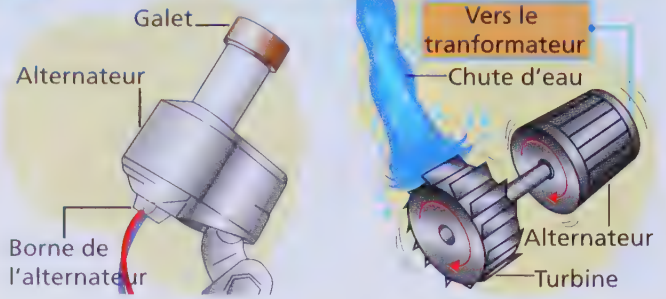
Oscillogramme C

### 8 Le fonctionnement d'une maquette



1. Identifiez les différentes parties de la maquette et proposez une légende.
2. Quels sont les éléments qui correspondent au bloc alternateur ?
3. Pourquoi utilise-t-on plusieurs aimants droits ?

### 9 Deux systèmes qui produisent une tension



1. Comparez les deux schémas. Quelles sont les parties communes ?
2. Qu'est-ce qui fait tourner le galet ? Qu'est-ce qui fait tourner la turbine ?
3. En utilisant vos connaissances, rédigez un court texte pour expliquer comment ces deux dispositifs produisent une tension alternative.

### 10 Identifier une tension

Ces trois oscillogrammes ont été obtenus avec la même sensibilité verticale (1 V/div) et le même balayage (5 ms/div).



1. Pour chaque oscillogramme, choisissez le (ou les) adjectif(s) adapté(s) : *continue, variable, périodique, alternative*.
2. Quel(s) oscillogramme(s) correspond(ent) à celui d'une pile ? À celui d'un alternateur ?
3. Reproduisez l'oscillogramme c. Graduez les axes et donnez la valeur de la tension maximale.

## Attitudes

### 11 Alternateur ou dynamo ?

► Avoir l'esprit critique

1. Recherchez qui était Zénobe Théophile Gramme.
2. Qu'a-t-il inventé ?
3. Est-il exact d'employer le mot « dynamo » pour désigner la génératrice de bicyclette ?
4. Pourquoi utilise-t-on plusieurs aimants droits ?

### 12 À pile ou à manivelle ?

► Avoir l'esprit critique

Les torches à manivelles sont plus coûteuses que les torches à pile. À votre avis, fait-on des économies en utilisant une torche à manivelle ?

### 13 Piles ou alternateur ?

► Avoir une attitude responsable face à l'environnement

Quel générateur Paul devrait-il choisir s'il souhaite préserver l'environnement ? Justifiez votre réponse.



# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

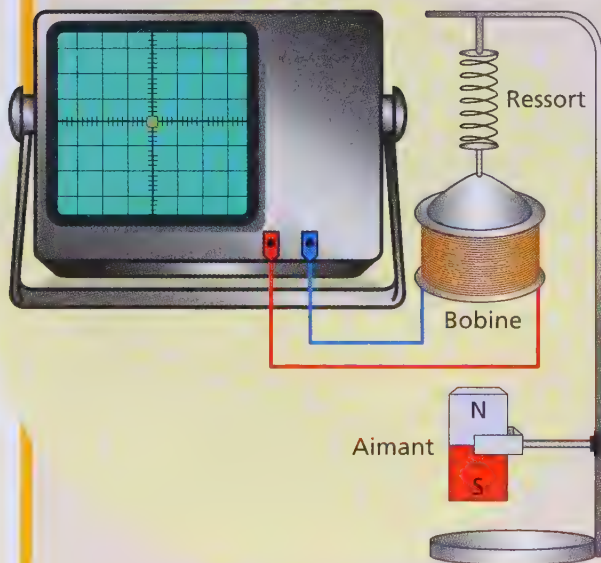
### Exercice 14 (20★)

#### 1 Réviser :

- Que produit le mouvement d'un aimant au voisinage d'une bobine ? .....
- Comment évolue le signe de la tension si l'aimant a un mouvement de va-et-vient ? .....
- Qu'est-ce qu'une tension alternative ? .....
- Qu'est-ce qu'un alternateur ? .....
- Citez trois parties d'un alternateur. ....

#### 2 Résoudre un problème :

Une bobine est suspendue à un ressort. Au-dessous de la bobine, on place un aimant fixe. On tire sur la bobine et on la laisse osciller au voisinage de l'aimant fixe.



On a relié les deux bornes de la bobine à un oscilloscope sans balayage. Sur l'écran, on voit le spot se déplacer verticalement de bas en haut puis de haut en bas. Le mouvement du spot se poursuit ainsi de part et d'autre de la ligne médiane de l'écran jusqu'à ce que la bobine soit au repos.

Comment interpréter cette expérience ?

#### 3 Réfléchir :

Dans les alternateurs industriels, on utilise un aimant tournant. Quels sont les avantages de ce choix par rapport au dispositif proposé ? .....

#### Une méthode

- Relevez dans l'énoncé un indice qui montre qu'il existe une tension aux bornes de la bobine en mouvement. ....
- Cette tension change-t-elle au cours du temps ? .....
- Cette tension est-elle alternative ? .....
- Obtiendrait-on le même résultat si on inversait le dispositif en suspendant l'aimant au-dessus de la bobine fixe ? .....
- Obtient-on une tension aux bornes de la bobine lorsqu'elle est immobile ? .....
- Représentez la position qu'aurait le spot si la bobine était immobile. ....

Co	Ca	At	TOTAL
★			
★			
★			
★			
★★			
	★		
	★		
★			
★★	★★		
★	★		
		★★	
	★★	★	
10	9	1	20

# EXERCICES

## Pour aller plus loin

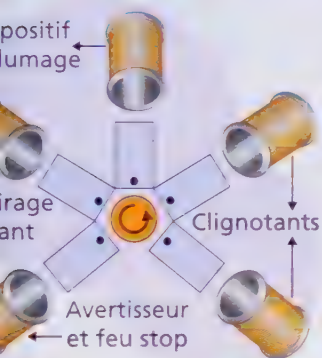
### 15 Exploiter des oscillogrammes

On a relié un alternateur de bicyclette à un oscilloscope. Voici les oscillogrammes qu'on obtient pour différentes valeurs de la vitesse de rotation du galet. Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants : sensibilité verticale (1 V/div) et balayage (5 ms/div).



1. Dans chaque cas, calculez la tension maximale.
2. Dans chaque cas, calculez la période de la tension.
3. Dans chaque cas, calculez la fréquence de la tension.
4. La phrase suivante : « Si la vitesse de rotation de l'alternateur augmente, la fréquence de la tension produite augmente. » est-elle vraie ?

### 16 L'éclairage du cyclomoteur



L'électricité du cyclomoteur est produite par un « volant magnétique ».

Il possède deux parties : une partie fixe avec trois ou cinq bobines, une partie mobile avec 4 ou 6 aimants en couronne. La partie mobile tourne grâce à l'arbre moteur. Lorsque les pôles des aimants se déplacent au voisinage des bobines, des tensions alternatives sont créées dans les bobines et

alimentent différents circuits :

- le **circuit d'allumage** qui provoque l'étincelle à l'origine de l'explosion du mélange air-essence ;
- les **circuits de l'éclairage** avant, des feux stop, des clignotants et de l'avertisseur.

1. Quels éléments de l'alternateur reconnaissez-vous dans le volant magnétique du cyclomoteur ?
2. Expliquez comment le volant magnétique du cyclomoteur produit des tensions alternatives.

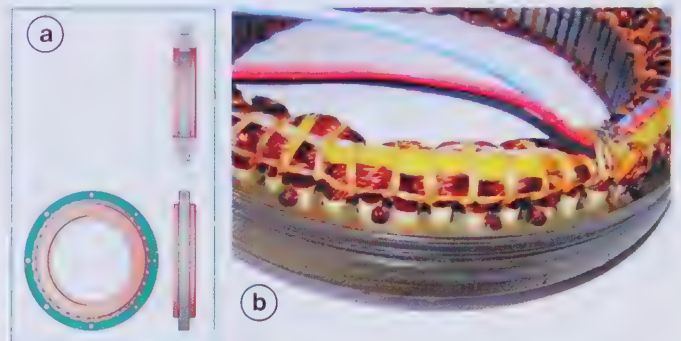
### 17 La production industrielle d'électricité

Les alternateurs industriels produisent une tension alternative. Les alternateurs hydroélectriques ont une vitesse de rotation relativement peu élevée, de 60 à 600 tours par minute. Le nombre de paires de pôles du rotor est calculé pour assurer une fréquence de 50 hertz.

1. Un alternateur a une vitesse de 600 tours par minute. Combien de tours fait-il en une seconde ?
2. Que signifie l'expression « fréquence de 50 hertz » ?

### 18 Un lampadaire particulier

Le lampadaire « Windela », installé dans la ville d'Issy-les-Moulineaux, utilise un système éolien. L'électricité est produite par un alternateur multipôle. Le stator, placé au centre, comprend des bobinages et est fixé sur l'axe de l'éolienne. Le rotor externe comporte des aimants très puissants montés sur une culasse en acier.



Différentes vues schématiques de l'alternateur Windela (doc. a) et sa photographie (doc. b).

1. Identifiez sur le schéma les deux parties de l'alternateur.
2. Qu'est-ce qui fait tourner l'alternateur ?
3. La tension produite est-elle alternative ou continue ? Pourquoi ?

### 19 L'aérogénérateur

1. Qu'est-ce qu'un aérogénérateur ?
2. Cherchez l'usage de cet appareil.

### 20 Utiliser une simulation

Ouvrez le document Faraday's electromagnetic lab (1.04) situé à l'adresse suivante : <http://phet.colorado.edu/simulations/faraday/faraday.jnlp>.

Choisissez l'onglet : « Pickup coil ».

1. Quelle est l'expérience représentée ? Manipulez le simulateur.
2. Que faut-il faire pour obtenir un éclat de la lampe ?
3. Que se passe-t-il quand on inverse la polarité de l'aimant ?
4. Que se passe-t-il quand on augmente le nombre de spires de la bobine ?
5. Que se passe-t-il quand on augmente l'aire de la bobine ?
6. Que se passe-t-il quand on augmente la force de l'aimant ?
7. Rédigez une courte conclusion.



# EXERCICES

B2i

## 21 En anglais : Using a Simulation

Open Faraday's electromagnetic lab (1.04) using the link below:

<http://phet.colorado.edu/simulations/faraday/faraday.jnlp>

Click on Generator:

1. Start the simulation using the tap.
2. What causes the magnet to move?
3. Which type of generator does this software simulate?
4. What should you do to reach the highest tension?
5. Write a short conclusion.

## 22 L'alternateur, un allié précieux

« Pour que le marché des éoliennes devienne un jour rentable, il faudra peut-être regarder non pas du côté des gigantesques pales, mais du côté d'une pièce méconnue, l'alternateur.

Le fonctionnement d'une éolienne est relativement

simple. Le vent fait tourner les trois pales, qui constituent le rotor. Celui-ci fait tourner l'alternateur, qui produit de l'électricité. Les pales d'une éolienne tournent à des vitesses allant de 20 à 250 tours par minute. Puisque les alternateurs conventionnels doivent tourner à une vitesse beaucoup plus élevée pour produire de l'électricité, l'usage d'une boîte d'engrenages pour adapter la vitesse des pales à celle de l'alternateur est requis.

Éocycle utilise plutôt de puissants aimants qui permettent d'obtenir, dans des dimensions réduites, un alternateur qui peut fournir, assure-t-on, autant de puissance à faible vitesse. Si ce type de détour permettait de réduire la facture, le coût de revient de l'énergie éolienne deviendrait de plus en plus compétitif. »

Marielle Thibault

D'après [www.sciencepresse.qc.ca/archives/quebec/capque1004c.html](http://www.sciencepresse.qc.ca/archives/quebec/capque1004c.html)



1. Expliquez le fonctionnement d'une éolienne.
2. Quelle difficulté doit-on résoudre quand on veut associer un alternateur à une éolienne ?
3. À votre avis, la solution proposée par Éocycle est-elle scientifiquement correcte ?

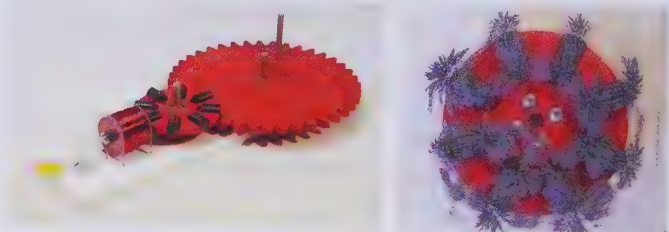
## 23 Dévoiler la réponse

Adeline trouve dans une encyclopédie la phrase suivante : « Un aimant droit possède deux pôles : un pôle nord et un pôle sud. Les aimants des alternateurs de bicyclette sont multipolaires. » Elle s'interroge sur le nombre de pôles que possède l'aimant de son alternateur de bicyclette (photographie a). Elle verse un peu de limaille sur l'aimant (photographie b).



Pouvez-vous l'aider à compter le nombre de pôles ?

Pour vous aider, observez ces deux photographies obtenues avec une maquette d'alternateur.



La maquette de l'alternateur

Les pôles visualisés

## 24 Faire un graphique

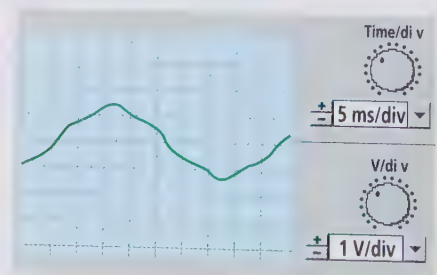
Voici une série de données fournies par un constructeur d'alternateur :

Vitesse du cycliste (en km/h)	5	10	12	15	25	30
Fréquence de la tension (en Hz)	60	120	144	180	300	360

1. En choisissant une échelle adaptée, représentez la variation de la fréquence en fonction de la vitesse du cycliste.
2. La fréquence de la tension produite est-elle proportionnelle à la vitesse du cycliste ?

## 25 Exploiter un oscillogramme

On a relié un alternateur de bicyclette à la voie Y d'un oscilloscope.



1. Quelle est la sensibilité verticale ?
2. Quelle est la base de temps ?
3. La tension est-elle alternative ?
4. Calculez la période de cette tension.

# EXERCICES

## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE



### 26 Moteur et alternateur

Les moteurs et les alternateurs se ressemblent : ils comportent des bobines et des aimants se déplaçant les uns par rapport aux autres.

Quelle expérience proposeriez-vous pour vérifier qu'un alternateur peut fonctionner comme un moteur ?

#### Démarche

1. Expliquez quelles manipulations vous devez faire avec votre alternateur.
2. Que devez-vous observer pour répondre à la question ?

### 27 Clignote ou clignote pas ?



→ Quelle expérience proposeriez-vous pour expliquer à Adeline ce qu'il se passe ?



COUP DE POUCE

Pensez à faire une liste du matériel et un schéma de montage.

### 28 Ni plus, ni moins

→ À votre avis, pourquoi les deux bornes d'une génératrice de bicyclette ne sont-elles jamais repérées par les signes + et - ?

### 29 Le secret de la baguette



→ Pour réaliser au laboratoire, le « tour » de magie proposé par ce magicien, quel matériel réuniriez-vous ? Et quel circuit réaliseriez-vous pour que les DEL ne s'allument pas en même temps ?

## Un détecteur de courant électrique

#### Fabrication :

- Découpez le carton et fixez la boussole dessus avec l'adhésif double face.
- Entourez le fil autour de la boussole. Chaque tour de fil s'appelle une « spire ».

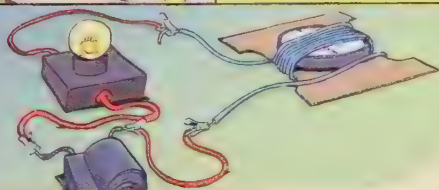
#### Matériel

- environ 5 m de fil de cuivre isolé très fin
- une boussole
- une pile plate
- une lampe de 3,5 V
- un alternateur de bicyclette

#### Utilisation :

- Réalisez un circuit en série avec une lampe, le détecteur et la pile dans un premier temps, puis l'alternateur de bicyclette.

Une expérience simple et amusante



1. Que se passe-t-il lorsqu'on fait varier le nombre de spires ? Quel nombre de spires permet un déplacement maximal de l'aiguille ?
2. Que se passe-t-il lorsqu'on tourne le galet de l'alternateur de bicyclette à la main ?

La nuit, par temps brumeux, dans la pénombre... la visibilité naturelle est insuffisante. Pour voir et être vu, il faut alors respecter certaines conditions. La physique peut vous aider à choisir le bon équipement...



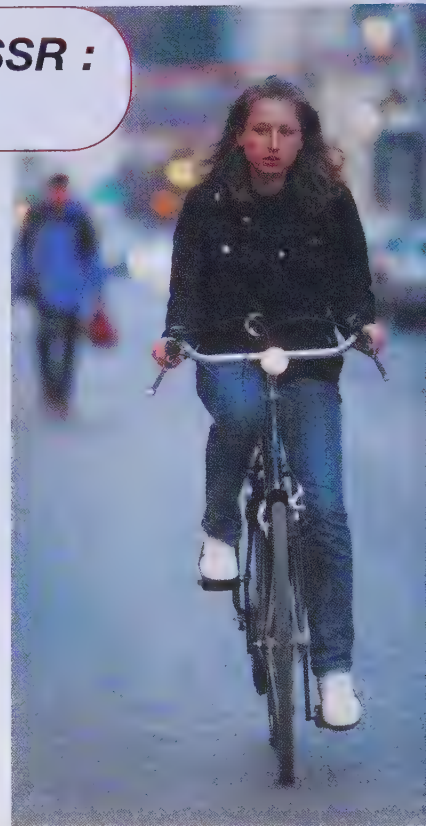
## Sécurité

### En route vers l'ASSR : voir et être vu !

Dès que le jour baisse, par temps de pluie ou de brouillard, un cycliste doit voir et être vu. En zone rurale, son éclairage lui permet de bien se repérer. En ville l'éclairage public permet au cycliste de voir, mais son propre éclairage est indispensable pour être vu.

Pour rendre le cycliste visible, un certain nombre d'équipements sont obligatoires. Des dispositifs d'éclairage passifs : réflecteurs, catadioptrés ou bandeaux réfléchissants. Ils doivent être blancs à l'avant, rouges à l'arrière, orange sur les côtés. Très efficaces, ils ne sont utiles que lorsque le cycliste se trouve dans le faisceau des phares

d'un véhicule. L'éclairage actif prend la relève des réflecteurs lorsque ceux-ci sont inopérants. La lampe à l'avant peut être blanche ou jaune, elle doit être rouge à l'arrière.



#### Questions

1. Indiquez l'équipement obligatoire qui permet au cycliste de voir et d'être vu.
2. Expliquez ce qu'est un éclairage « passif », un éclairage « actif ». Lequel émet de la lumière, lequel la diffuse ?



## Technologie

### Piles et accumulateurs

Choisir un éclairage à piles offre des avantages. Il est facile à installer (pas de fils, pas de problèmes de contact). Il offre un éclairage puissant, même à l'arrêt. Avec des ampoules à incandescence, l'autonomie est de quelques heures. Avec des DEL, en revanche, l'autonomie peut atteindre une trentaine d'heures. Il est nécessaire de vérifier régulièrement l'état des piles, sinon c'est la panne ! L'éclairage à piles est donc coûteux. Par temps froid, il y a une baisse de puissance. Certaines piles peuvent « couler » et endommager les contacts par oxydation.

Plutôt que des piles jetables, on peut choisir des accumulateurs rechargeables (avec deux jeux d'accumulateurs, on ne tombe jamais en panne). À taille égale, on dispose d'une capacité plus faible que celle des piles. Un accumulateur perd sa charge lentement, même s'il n'est pas utilisé. Il peut être facilement endommagé en cas de surcharge ou de décharge incomplète et son recyclage est aussi problématique que celui d'une pile en raison de ses constituants toxiques.

#### Questions

1. Pourquoi l'éclairage à pile ne devient-il vraiment pratique que lorsqu'il est combiné avec la technologie des DEL ?
2. Quels sont les avantages d'une utilisation d'accumulateurs ?



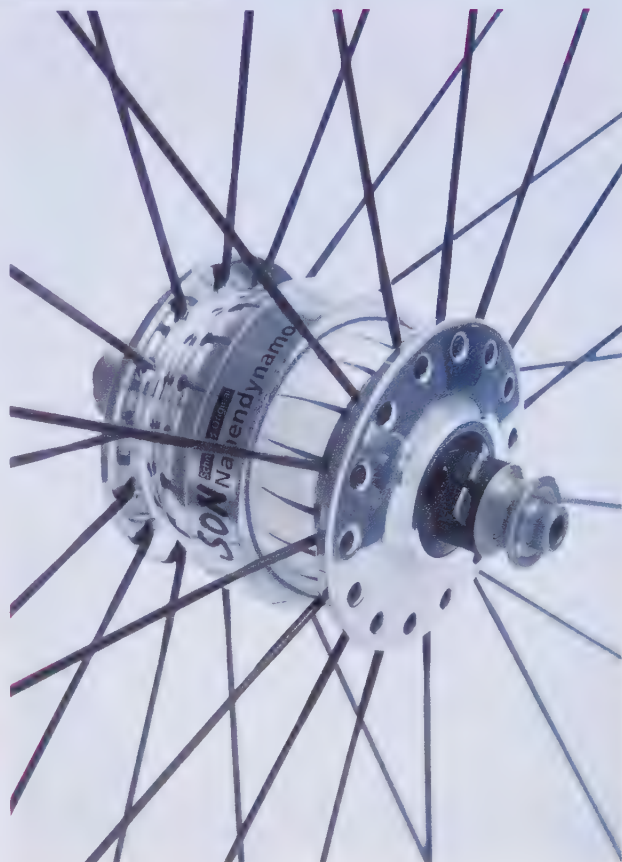
## Technologie L'alternateur

L'alternateur (parfois nommé à tort « dynamo ») produit de l'électricité grâce au mouvement de la roue.

Avec lui, plus besoin de changer ses piles. On lui reproche parfois de ne pas éclairer suffisamment, ou de présenter une résistance excessive au roulement. En fait, c'est une question de qualité. Si les alternateurs bas de gamme ont un rendement ne dépassant pas 30 %, les modèles « dans le moyeu » atteignent 90 % avec une résistance au roulement très faible !

### Questions

1. Si le cycliste choisit un alternateur, sa lampe brillera-t-elle lorsqu'il sera à l'arrêt ? Donnez une explication.
2. À partir de l'ensemble du texte, chercher les avantages et les inconvénients de chaque générateur.
3. À quel choix correspond une énergie durable ?



Alternateur « dans le moyeu »

## MÉTIER Ingénieur en énergie solaire



Jean-Claude (59 ans)

- Ingénieur de recherche
- Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle en électronique du solide

### BRILLANT !

« Quand j'ai débuté ma carrière d'ingénieur en 1978, la fabrication des cellules photovoltaïques demandait beaucoup d'énergie. Mon objectif était alors de développer un équipement et des techniques permettant de réduire ce coût énergétique. Aujourd'hui, il est dix fois moindre, fruit d'un travail de longue haleine au niveau européen.

“ L'avenir du photovoltaïque est prometteur ”

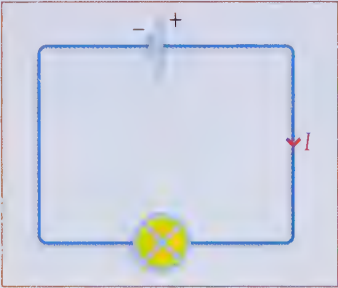
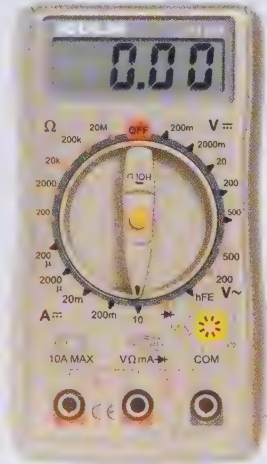
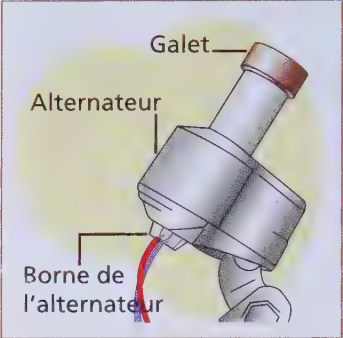
Actuellement, l'énergie solaire représente 0,03 % de la consommation mondiale d'électricité. Selon les prévisions, elle s'élèvera à 15 % en 2040 ! Autant dire que l'avenir du photovoltaïque est prometteur. Et la recherche dans ce domaine est pluridisciplinaire. On y trouve de la chimie, de la physique, de l'électronique des solides, etc. »

Propos recueillis par Romain et Débora ■

# L'INDISPENSABLE EN.

À la fin du collège, vous devez avoir acquis un certain nombre de compétences en électricité. Ces compétences sont récapitulées dans ces tableaux.

## Les connaissances

en 5 <sup>e</sup>	en 4 <sup>e</sup>	en 3 <sup>e</sup>
<p>Les symboles normalisés des dipôles et les règles de représentation de circuits électriques simples en courant continu</p>  <p>Le sens conventionnel du courant</p> <p>Les solides conducteurs et isolants</p> <p>Les circuits en boucle simple (ou série) et les circuits comportant des dérivations</p> <p>Le court-circuit et les dispositifs qui les détectent</p> <p>Les règles de sécurité élémentaires</p>	<p>Les grandeurs :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- intensité du courant électrique</li><li>- tension électrique aux bornes d'un dipôle</li><li>- résistance d'un dipôle ohmique</li></ul> <p>Les appareils de mesure (voltmètre, ampèremètre, ohmmètre) permettant de mesurer ces grandeurs</p>  <p>Les lois</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- d'unicité de l'intensité et d'additivité des tensions aux bornes de dipôles dans un circuit série</li><li>- d'additivité des intensités et d'égalité des tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation</li></ul> <p>Le modèle de la loi d'Ohm aux bornes d'un dipôle ohmique</p>	<p>Ce qu'est un alternateur et de quoi il est constitué</p>  <p>La différence entre une tension continue et une tension variable dans le temps (alternative, périodique, voire sinusoïdale)</p> <p>L'oscilloscope et/ou l'interface d'acquisition comme outil de visualisation et d'étude de tensions variables (période, tension maximale...)</p> <p>La relation entre période et fréquence</p> <p>La notion de tension efficace en alternatif</p>

## Les capacités expérimentales et les règles de sécurité

### Techniques expérimentales

**Réaliser** à partir d'un schéma un circuit électrique en série ou en dérivation comportant un générateur et différents dipôles récepteurs (lampes, DEL, diodes, moteurs, interrupteur...)

**Réaliser** le court-circuit d'un dipôle avec un fil et connaître ses effets

**Réaliser** des mesures de tension, d'intensité et de résistance en utilisant un multimètre (respectivement en voltmètre, ampèremètre et ohmmètre) correctement réglé

**Réaliser**, un montage permettant d'étudier la tension aux bornes d'un dipôle ohmique et l'intensité qui le parcourt afin de vérifier la loi qui relie ces deux grandeurs

**Illustrer** expérimentalement l'influence du mouvement relatif d'un aimant et d'une bobine pour produire une tension

**Réaliser** avec un voltmètre en position alternatif, des mesures de tensions (notamment pour un conducteur ohmique) pour une tension périodique générée par un GTBF (12V)

**Réaliser** un montage électrique permettant de relever point par point (manuellement ou assisté par ordinateur ExAO) les variations au cours du temps d'une tension alternative périodique

**Mesurer** sur un oscilloscope la tension maximale et la période en utilisant les divisions de l'écran et les indications portées sur les boutons de sensibilité en tension et en temps de l'oscilloscope

### Tests chimiques ou physico-chimiques

#### Vérifier

- qu'il peut exister une tension nulle malgré un courant et un courant nul malgré une tension aux bornes d'un interrupteur par exemple
- que le courant électrique a un sens, en construisant un montage avec un moteur ou une DEL

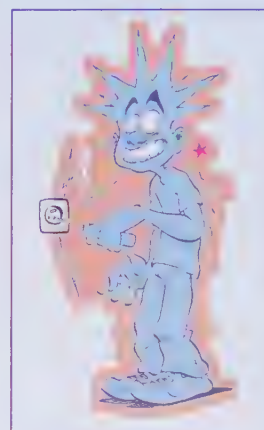
**Réaliser** un montage électrique permettant de comparer le caractère conducteur ou isolant de différents matériaux



**Utiliser** une photopile afin de vérifier qu'elle transforme de l'énergie lumineuse en énergie électrique.

### Sécurité

**Ne jamais réaliser les expériences avec la tension du secteur !**





# Musique Effets spéciaux en studio...

Créer de nouveaux instruments de musique et des voix, c'est possible... Grâce à une pincée d'inventivité et une bonne dose de tension électrique. Explication en direct des studios.

## VOIX SUR ÉCOUTE

Vous êtes - vous déjà demandé comment la boîte vocale de votre mobile arrive à vous obéir quand vous lui demandez d'effacer un message, en criant « supprimer ». Et comment il arrive à être aussi docile quand, cette fois, c'est votre cousine avec sa voix suraiguë qui parle... Évidemment, nos téléphones ne peuvent pas avoir en mémoire toutes les voix humaines. Or, chacun d'entre nous sur Terre a la chance d'avoir un timbre parfaitement unique. En fait, le secret des téléphones portables et de la plupart des systèmes de reconnaissance vocale réside dans la comparaison de bêtes tensions électriques. Quand on confronte l'enregistrement de deux personnes qui prononcent le même mot (par exemple « supprimer »), les formes des voix, représentées par un signal en volts, se ressemblent étonnamment même si l'amplitude peut être différente. Du coup, il suffit d'entraîner les boîtes vocales en leur mettant en mémoire plein de voix différentes, en train de prononcer certains mots, et le tour est joué : à chaque ordre, nos portables arriveront à identifier par comparaison ce que l'on a pu baragouiner.

« Tension », « amplitude », « fréquence »...

Il n'y a pas qu'en cours de physique-chimie que ces mots résonnent (voir chapitre 5). Certains musiciens les manient en permanence, au service d'activités ultra-étonnantes : la création d'effets musicaux ! Direction : l'IRCAM (Institut de recherche et coordination acoustique/musique), au cœur de Paris. Ici, des musiciens de tout poil se côtoient dans des studios high-tech, pour inventer des arrangements électriques encore jamais vus. Bizarre ? Oui, car si le lien entre musique et électricité est bien connu quand on parle de synthétiseur, il saute moins aux yeux quand on croise, par exemple, un basson, un tam-tam et une tension en volts... Pourtant, il suffit de tendre l'oreille pour saisir ce lien : les sons que nous entendons sont en fait produits par les vibrations de l'air. Quand un tambour vibre, les molécules d'air qui sont à côté de lui se mettent également à vibrer, les molécules voisines suivent aussi par ricochet. Et ainsi de suite, jusqu'à vos tympans. Pour bidouiller de nouveaux sons, les musiciens vont donc jouer les apprentis électriciens avec ces vibrations : ils vont les capter avec un micro, les transformer en tension électrique puis les triturer à leur guise. Comment ? En modifiant



Voilà le type de courbes des tensions sur lesquelles vont agir les musiciens

simplement, à coup de bouton ou de clic de souris, la courbe de tension qu'ils obtiennent sous les yeux... Exemple : si un guitariste envie d'expérimenter un son plus grave, il va diminuer le nombre de vibrations par seconde (ce qui correspond à une fréquence en Hertz) du son qu'il a enregistré, et il va ainsi inventer un son plus grave, sur lequel il va pouvoir travailler (voir Zoom). Bien sûr, ce n'est pas qu'un exemple de bidouillage simple, car les sons peuvent à la fois se trafiquer seuls mais aussi être superposés et mélangés. Hugues Vinet, directeur scientifique de l'IRCAM, raconte ainsi quelques résultats bien plus surprenants d'effets spéciaux : « En jouant sur les signaux, on a réussi à créer des instruments

## ZOOM

Trois instruments jouent la même note (Do) : la période est la même (environ 3,8 millisecondes pour une fréquence de l'ordre de 264 Hertz) mais le timbre est bien différent. Du coup, la forme du signal varie.

qui ont un son intermédiaire entre une clarinette et un hautbois. Ou à modifier des voix humaines pour qu'elles parlent plus vite ou plus lentement. On est même capable de transformer la voix d'un homme en celle d'une femme ! » Spectaculaire, surtout si l'on essaie de s'imaginer la voix de Johnny Hallyday en version féminine...

## Technologie

# Les livres s'électrisent...



Alerte ! Chers élèves, vous tenez peut-être entre vos mains l'un des derniers livres scolaires en papier... Et oui, le papier électronique arrive en trombe et essaie de piquer la place de son ancêtre, en fibres de cellulose. Il faut dire que ce support électronique dernier cri cache plus d'un tour dans son boîtier ultrasouple : son encre magique contient en

effet un lot de capsules qui renferment des particules blanches chargées positivement et des particules noires chargées négativement. Résultat ? Lorsque l'on applique une tension entre elles, les particules blanches migrent sur une extrémité de la capsule et les noires sur l'autre, si bien que le texte apparaît au fil des impulsions électriques... Et voilà comment naissent en ce moment des livres dont on ne tournera plus jamais les pages !

### il a dit

*Pour créer, il suffit d'avoir une grande imagination et une pile de vieilleries*

a déclaré un certain **Thomas Edison**, le célèbre inventeur de la lampe à incandescence en 1879 et de la première pile alcaline nickel-fer en 1915



Un **CHIFFRE !**

**22 400**  
**Mégawatts**

*c'est ce que fournit le barrage des Trois Gorges, le plus grand barrage*

*hydroélectrique du monde. Il vient d'être construit en Chine, sur 2,3 kilomètres de large, et produit autant d'électricité que quinze centrales nucléaires !*

## Écologie

# Une tour dans le vent !

Prévoir d'allure, cette tour-gruyère ? C'est une invention de l'architecte américain Chad Oppenheim qui a décidé de bâtir un gratte-ciel ultra-écologique à Miami (États-Unis). Son idée ? Percer des trous dans la façade de son immeuble de 25 étages pour y loger des dizaines d'éoliennes. Ainsi, une partie de l'énergie électrique est directement assurée par l'air ambiant qui fait tourner les pales des éoliennes. Et si le vent se fait soudainement rare, là-bas ? Pas de souci, des panneaux photovoltaïques installés sur l'immeuble prennent le relais et fournissent du courant, grâce à l'énergie solaire. Bref, voilà un projet qui ne manque vraiment pas d'air...

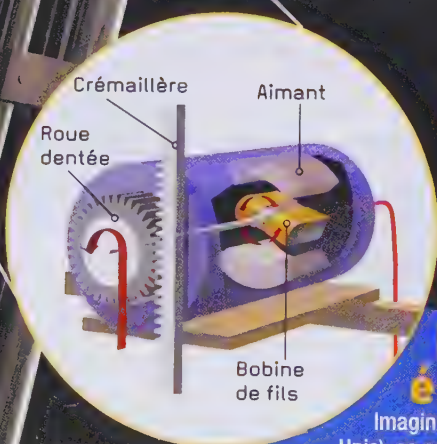
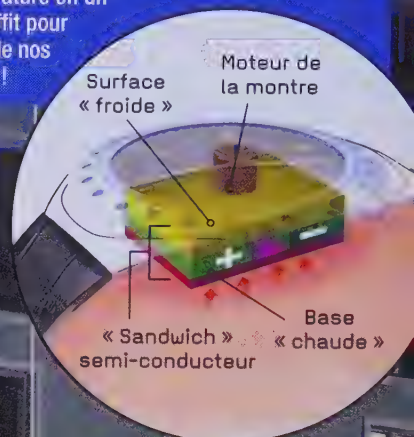


## TOUS BRANCHÉS

**M**archer, courir, porter, rouler... Que d'énergie dépensée chaque jour par chacun d'entre nous ! Pour rien ? Pas forcément. Des ingénieurs planchent sur la possibilité de profiter de tous nos gestes quotidiens pour produire de l'électricité. Pas des énergies colossales, mais quelques volts et ampères par-ci, par-là qui seraient suffisants pour alimenter, par exemple, nos chers téléphones, lecteurs MP3 et autres joujoux électroniques portables. Zoom sur quatre prototypes qui vont à contre-courant de nos manières habituelles de recharger nos batteries !

## L'heure pile sans... pile

Une montre qui fonctionne à la chaleur du corps ? Et pourquoi pas, penso t-on chez le fabricant Seiko, qui cherche là une solution pour se passer de pile. Principe : assembler un « sandwich » de matériaux semi-conducteurs (ils ne sont ni vraiment conducteurs d'électricité ni vraiment isolants), sous les aiguilles de la montre. La base de ce sandwich, chauffée par la peau, est plus chaude que sa surface exposée à l'air. Or, les matériaux utilisés ont la propriété de transformer cette différence de température en un courant. Voilà qui suffit pour alimenter le moteur de nos montres... sans pile !

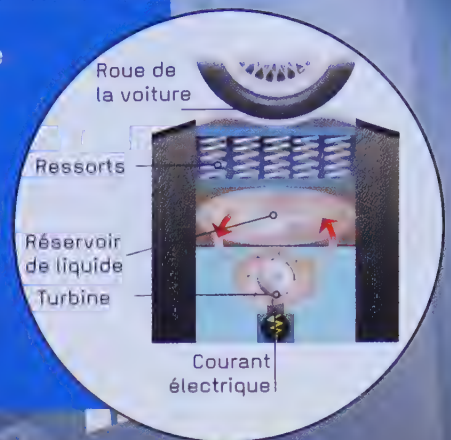


## Le sac à dos énergétique

Imaginé par l'université de Pennsylvanie (États-Unis), ce sac à malice profite des secousses verticales que son propriétaire, en marche, fait subir au ressort. Ce dernier, en se comprimant et en se détendant, entraîne une crémaillère reliée à une roue dentée. Le dernier maillon est une bobine de fil de cuivre qui tourne dans un aimant, ce qui produit de l'électricité. Bilan des courses : avec une charge de 20 kg sur le dos, ce sac est capable de délivrer une tension d'environ 20 volts et peut largement recharger un téléphone portable. Finies les coupures imprévisibles de conversation !

## Routes pompeuses

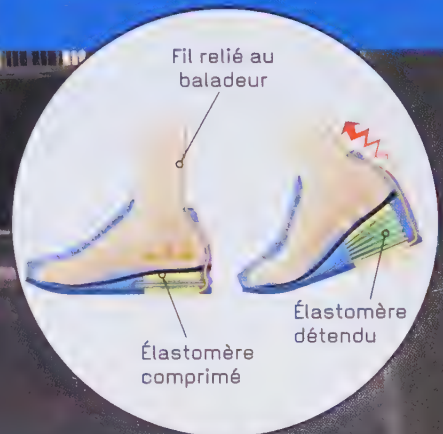
Comment récupérer l'énergie du trafic routier ? Grâce à une pompe, propose Gravitational Systems, une entreprise implantée à Washington (États-Unis). Cachée sous la chaussée, elle est écrasée par les roues des voitures et du coup, elle comprime un réservoir rempli de liquide. Résultat ? Sous la pression, ce dernier entraîne une turbine qui produit immédiatement de l'électricité, pour alimenter par exemple un feu tricolore. Pour l'instant, le système n'est pas encore déployé (sauf comme pompes à eau pour... des vaches !). Mais à terme, l'entreprise espère générer une tension et un courant suffisants, pour obtenir une puissance de 80 Watts (voir p. 202) à chaque passage de voiture !



*L'astuce des ingénieurs ? transformer un piéton en mini-centrale électrique*

## Des chaussures qui donnent du jus

Pour recharger à tout moment les piles de son baladeur, voici une solution très pratique : des tennis électriques, inventées par SRI international, un institut de recherche en Californie (États-Unis). Leur secret : une couche de plastique – baptisée « élastomère diélectrique » – qui, lorsqu'elle se contracte ou se détend, fait varier la tension qui la traverse et crée ainsi un courant. Placée dans la semelle du joggeur, la couche a donc uniquement besoin de se faire écraser par les talons pour produire une intensité électrique dans chaque chaussure. Le pied pour alimenter une pile !



## Électrotechnicien Énergie éolienne

### La profession :

Le technicien éolien est chargé de l'installation, de la maintenance et des réparations des éoliennes. Il travaille sur les éoliennes offshore et onshore. Il est responsable de la mise en service des éoliennes et de leur maintenance. Il travaille en équipe et doit être capable de travailler dans des conditions difficiles.

### La formation :

BT ou DUT (2 ans) ou BTS (3 ans) en électricité industrielle ou en maintenance des équipements électriques.

### Le candidat idéal :

Il doit être capable de travailler dans des conditions difficiles, d'être autonome et de travailler en équipe. Il doit avoir une bonne connaissance des équipements électriques et une bonne maîtrise de l'anglais.

### Le temps de travail :

Horaires normaux. Les éoliennes sont souvent situées dans des zones isolées, ce qui peut entraîner des déplacements fréquents.

### Les débouchés :

Le secteur éolien est en plein essor, ce qui rend très prometteur. Les éoliennes sont présentes dans de nombreux pays, ce qui offre de nombreuses opportunités de travail.

# 6 métiers de l'élect

Votre réveil sonne, vous allumez la lumière, une douche chaude vous attend... L'électricité est indispensable à notre confort quotidien.

Des métiers où règnent tension et intensité !

## Chef de projet éolien

### La profession :

Il est en charge de la gestion du développement du parc éolien, de sa conception à sa réalisation. Les tâches sont diverses : réfléchir à l'optimisation de la configuration du parc éolien, obtenir les différentes autorisations comme le permis de construire, coordonner les sous-traitants, être en relation directe avec les élus locaux et les administrations, gérer le budget du projet et veiller au bon déroulement du chantier durant les travaux.

### La formation :

Cet expert a effectué une formation d'au moins 5 ans : école d'ingénieurs généraliste/spécialisée ou maîtrise dans le domaine de l'énergie.

### Le candidat idéal :

Pour mener à bien sa mission, le chef de projet doit avoir des qualités relationnelles et faire preuve de rigueur et d'autonomie. Bien entendu, il doit avoir des connaissances et un intérêt certain pour les énergies renouvelables !

### Le temps de travail :

Horaires normaux. Il travaille au sein d'un bureau d'étude, mais se déplace souvent sur le terrain.

### Les débouchés :

Le secteur éolien est en plein essor, ce qui le rend très prometteur.

Des mots-clés pour une recherche efficace :

**Métier + électricité OU électronique :** des informations sur les métiers d'électricien, d'électronicien...

**Métier + développement durable :** des métiers consacrés aux énergies renouvelables



# Électricité

## Ingénieur électricien

**La profession :** l'ingénieur électricien intervient sur tous les produits construits avec des composants électroniques. Dans un laboratoire, il transforme les découvertes des physiciens en applications concrètes et trouve des solutions techniques aux problèmes de fabrication de systèmes électroniques complexes.

**La formation :** école d'ingénieurs ou mastère (bac + 5).

**Le candidat idéal :** il est doué de grandes facultés d'adaptation et de réactivité pour intervenir à toutes les étapes de fabrication des composants électroniques. Les mathématiques et l'informatique sont ses domaines de prédilection.

**Le temps de travail :** horaires normaux.

**Les débouchés :** l'ingénieur électricien peut exercer en laboratoire de recherche (CNRS par exemple) ou en entreprise.

Après les transports (SNCF, RATP), le secteur de l'énergie (EDF) est celui qui recrute le plus d'ingénieurs électriciens.

## Électricien/Électronicien aéronautique

**La profession :** L'électricien aéronautique intervient sur les équipements électriques des avions, hélicoptères, avions militaires, etc. Il est responsable de l'installation, de la maintenance et de la réparation de ces équipements. Il assure également le fonctionnement de ces équipements dans un avion.

**La formation :** le bac Pro a été remplacé par le CAP « Électronicien aéronautique » qui est préparé en deux ans dans les lycées professionnels ou les centres de formation des adultes.

**Le candidat idéal :** il a une bonne maîtrise de l'anglais et doit être capable de travailler dans un environnement où la précision est primordiale. Il doit également être capable de travailler dans des conditions de travail difficiles, notamment en hauteur et dans des environnements de qualité, de nuit et de silence. Il doit être capable de travailler de manière autonome et de respecter la sécurité des passagers.

**Le temps de travail :** l'électricien aéronautique travaille parfois en horaires décalés.

**Les débouchés :** il est en demande dans les entreprises de construction et de maintenance aéronautique. Sa spécialité le rend très recherché en tant que technicien en aéronautique.

## Monteur électricien réseaux de distribution

**La profession :** la construction de réseaux électriques, l'installation d'éclairage public et de feux de circulation, la vérification de l'état des lignes et des postes électriques font partie de son quotidien. En cas de panne, il est toujours présent pour assurer à tous la fourniture en électricité. Le monteur-électricien améliore constamment les performances du réseau afin de mieux répondre aux besoins des usagers.

**La formation :** BEP « Métiers de l'électrotechnique » suivi d'un Bac Pro « Monteur technicien en réseaux électriques ».

**Le candidat idéal :** une bonne condition physique est indispensable. De jour comme de nuit, quelles que soient les conditions climatiques, il œuvre souvent en hauteur et dans les tranchées. Mieux vaut ne pas avoir le vertige au sommet de pylônes de 16 m de haut ! Le goût du relationnel facilite le contact avec les clients.

**Le temps de travail :** pour assurer la fourniture d'électricité 24h/24, il est soumis au régime des astreintes et peut être appelé à tout moment pour des interventions immédiates.

**Les débouchés :** l'essentiel des débouchés est offert par les entreprises privées et EDF. Une évolution vers un poste de chef d'équipe puis de chef de chantier est possible.

## Bobinier

**La profession :** son activité consiste à fabriquer, réparer, régler ou contrôler les bobinages. Ce sont des enroulements de fils de cuivre destinés à équiper les moteurs électriques ou les alternateurs. Le bobinier sélectionne la grosseur du fil et en règle la tension.

**La formation :** aucune n'apprend le bobinage. Les bobiniers sont détenteurs d'un CAP ou BEP « Électrotechnique » ou « Électronique », puis sont formés par les entreprises qui les embauchent. Le métier s'apprend en un mois environ ; il faut ensuite plusieurs mois pour acquérir une certaine rapidité.

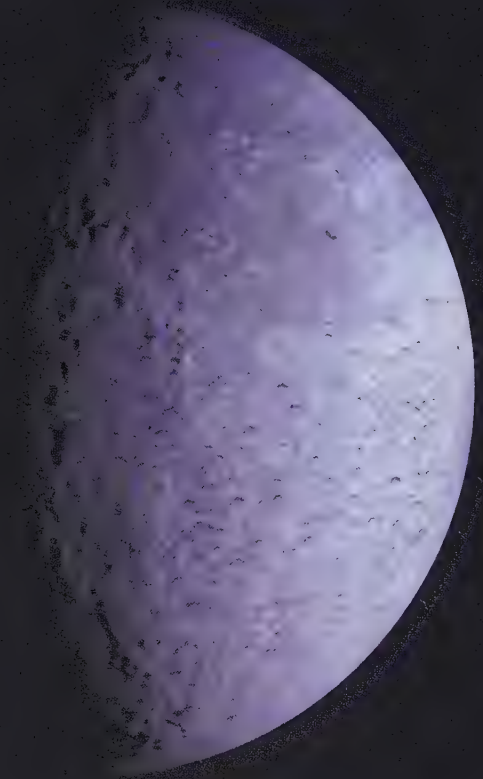
**Le candidat idéal :** le bobinier doit être minutieux, calme et habile, afin de réaliser une tâche de précision.

**Le temps de travail :** horaires normaux. En cas de réparation, les urgences existent parfois.

**Les débouchés :** de nombreux postes sont actuellement à pourvoir, soit dans les entreprises spécialisées en bobinage, soit dans les entreprises de fabrication ou de réparation de matériels électriques. En effet, peu de personnes sont formées au métier et beaucoup d'artisans partent actuellement à la retraite. Cependant, du fait de l'importante désindustrialisation, la profession tend à se raréfier en France.

# Mécanique: mouvements e

Une « force » exercée sur un objet peut le déformer, mais elle peut aussi le mettre en mouvement ou modifier sa trajectoire. C'est ainsi qu'une voiture peut démarrer, accélérer ou s'arrêter, que la Terre nous attire, qu'un objet tombe sur le sol, que les planètes tournent autour du Soleil...

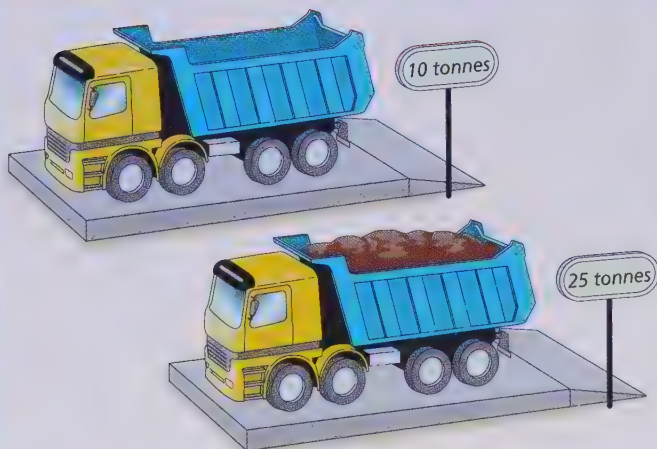


# Interaction gravitationnelle



# Avant de commencer...

En 5<sup>e</sup> et en 4<sup>e</sup>...



## 1. Des pesées utiles.

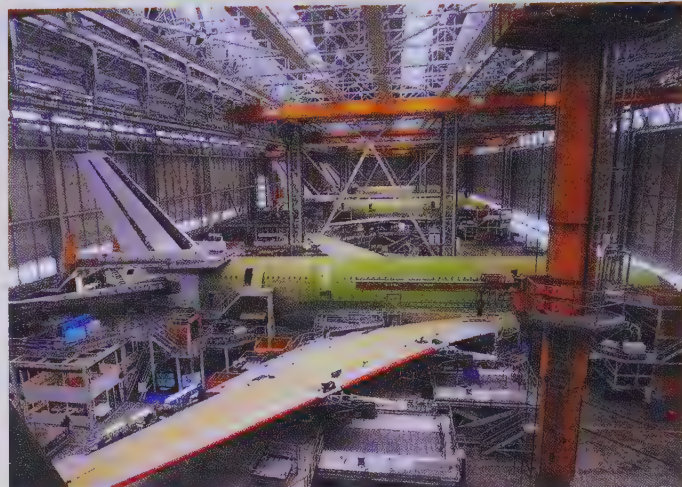
Pour vérifier que ce camion ne dépasse pas la charge autorisée, on fait une mesure.

Rappelez le nom de l'instrument qui permet de faire cette mesure ainsi que le nom de la grandeur physique.



## 3. Mouvements dans le système solaire.

On dit souvent que le Soleil se lève et se couche. Saurez-vous expliquer pourquoi cette phrase n'est pas exacte.



## 2. Calculer une masse.

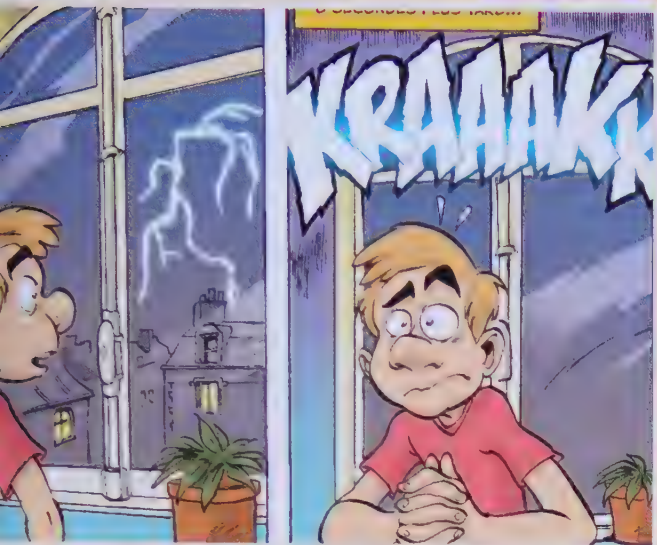
Pour construire l'airbus A 380, on utilise des matériaux performants afin de réduire la masse de l'avion. La masse maximale au décollage est de 560 tonnes. Exprimez, en utilisant une écriture scientifique, la valeur de cette masse en kg.



## 4. Décollage.

Grâce aux fusées, l'homme peut aller dans l'espace. Quelle est l'origine de l'énergie qui permet à la fusée de décoller ?

En 3<sup>e</sup>



5. Vitesse du son.

Le son se déplace dans l'air à la vitesse de 340 m/s. Expliquez comment on peut évaluer la distance à laquelle est tombée la foudre.

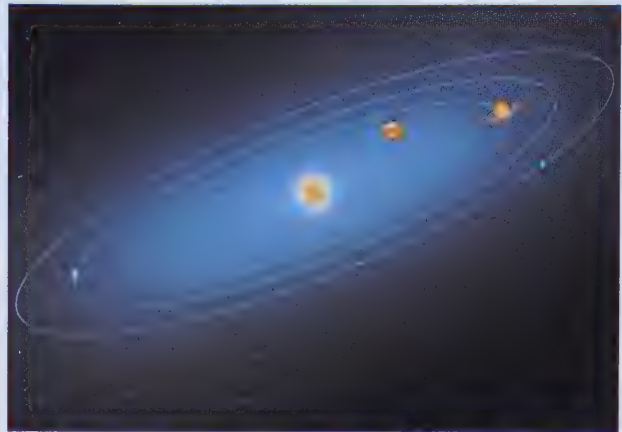
Test

Choisissez la ou les bonne(s) réponse(s).

- a. Au laboratoire, j'utilise une balance pour mesurer :  
 un volume.                       une masse.
- b. Le Soleil est une :  
 étoile.                                       planète.
- c. La distance Terre-Soleil est de :  
  $1,5 \cdot 10^8$  km.                        $1,5 \cdot 10^6$  km.
- d. Un satellite est objet qui tourne autour d'une :  
 étoile.                                       planète.
- e. C'est dans le vide que la vitesse de la lumière est la plus :  
 grande.                                       petite.
- f. La vitesse d'une auto peut s'exprimer en :  
 kilomètre par heure.                       kilomètre heure.

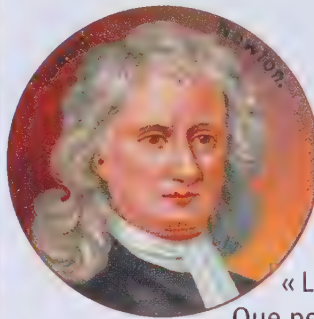
f. kilomètre par heure.

Réponses : a. masse ; b. étoile ; c.  $1,5 \cdot 10^8$  km ; d. planète ; e. grande ;



1. Mouvements dans le système solaire.

Les planètes du système solaire tournent autour du Soleil. Savez-vous pourquoi ?



2. Citation historique.

« La gravitation est universelle. »  
 Que pensez-vous de cette citation ?

« Ciel ! 45 kg !... J'ai perdu du poids ! »

3. Une phrase courante...

Que pensez-vous de cette phrase ?



4. Vitesse et sécurité routière.

Savez-vous pourquoi une grande vitesse aggrave les effets d'un accident ?



### Dans ce chapitre, vous allez...

- **apprendre** à décrire le mouvement d'un corps ;
- **découvrir** le mouvement des planètes du système solaire ;
- **décrire** le mouvement de chute d'un corps ;
- **découvrir** les causes de ces deux mouvements.

Tête en haut ou tête en bas ?  
 À votre avis, comment pourrait-on  
 décrire le mouvement de ce manège ?

# dans notre univers



Pourquoi est-il dangereux de rouler près de la voiture de devant ?



Ciel étoilé : la prise de vue a duré quatre heures.

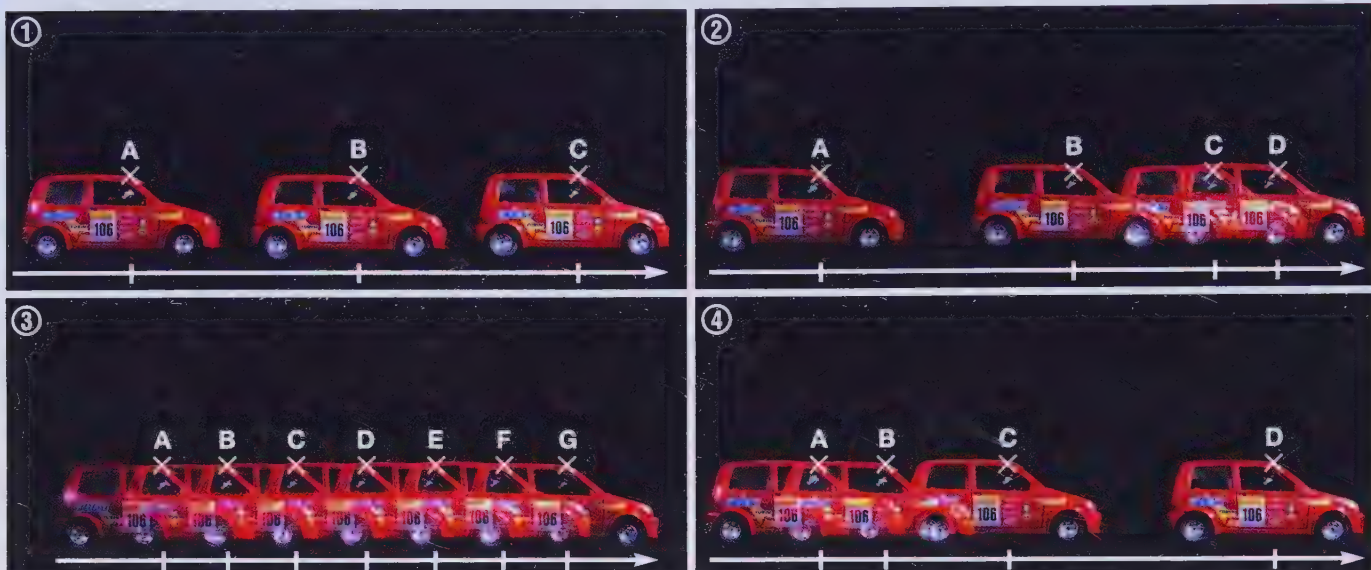
À votre avis, que nous apprend ce cliché sur le mouvement de la Terre ?





## Je vois flou !

Ce type de photographie est un instrument très utile pour comprendre et décrire un mouvement, notamment dans le cadre de la sécurité routière. Les positions successives d'un point de la voiture au cours du mouvement sont représentées. Ici un 1 cm représente 10 m dans la réalité.



### OBJECTIF **A** Décrire un mouvement

#### ► CAPACITÉ : Étudier un document

Les successions de photographies superposées ci-dessus s'appellent des *chronophotographies*. Cela consiste à prendre des photographies d'un corps en mouvement à intervalles de temps égaux, par exemple toutes les deux secondes, comme ici. L'étude de ces mouvements est faite par rapport au sol, pris comme repère de référence d'étude.

#### Guide de travail

##### ► Résumer les informations :

1. Sur une chronophotographie, comment varie le temps entre chacune des prises de vue superposées ?
2. Comment évolue la distance entre deux points pour chacun des mouvements ?

##### ► Analyser :

3. Comment peut-on en déduire sans calcul la nature (ralenti, accéléré ou uniforme\*) de chacun des mouvements ?
4. Proposez un calcul pour estimer la vitesse de la voiture à différents instants du mouvement. Aidez-vous du mini-dico.

##### ► Mesurer :

5. Réalisez les mesures et effectuez les calculs.

##### ► Conclure :

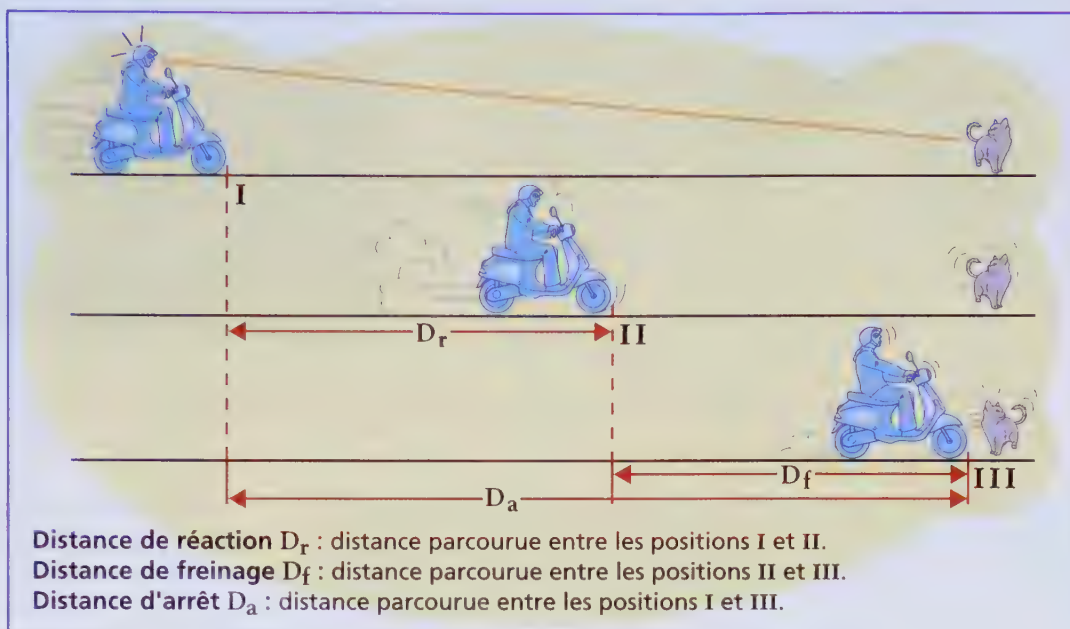
6. En déduire la nature du mouvement pour chacune des chronophotographies. Est-ce en accord avec vos déductions précédentes ?

# Étude des mouvements ?

## OBJECTIF B Relier vitesse et distance d'arrêt

### ► CAPACITÉ : Étudier un document

Un élève brillant à l'épreuve de l'ASSR a malheureusement renversé de l'encre sur les tableaux (doc. b et c) qu'il voulait présenter à ses camarades sur la situation de freinage décrite dans le doc. a.



▲ a. Lisa voit le chien (I). Deux secondes plus tard (temps de réaction), Lisa commence à freiner (II). Lisa est à l'arrêt (III).

**?** Pouvez-vous compléter les cases tachées ?

Vitesse entre I et II (m/s)	Distance de réaction (m)	Distance de freinage (m)	Distance d'arrêt (m)
	0	0	
	11	9	
	22	36	
	33	81	

▲ b. Freinage sur route sèche.

Vitesse entre I et II (m/s)	Distance de réaction (m)	Distance de freinage (m)	Distance d'arrêt (m)
0		0	
5,5		17	
11		69	
16,5		155	

▲ c. Freinage sur route mouillée.

### Guide de travail

#### ► Analyser et critiquer :

1. Écrivez la relation mathématique existant entre la distance d'arrêt  $D_a$ , la distance de freinage  $D_f$  et la distance de réaction  $D_r$ .
2. Expliquez comment compléter les tableaux.
3. Lorsque la vitesse double, les distances de réaction et de freinage doublent-elles aussi ?

#### ► Exprimer les résultats :

4. Tracez sur un même graphe les deux courbes (sur route mouillée et sèche) représentant la vitesse en fonction de la distance d'arrêt et interprétez-les.

### Mini-dico

**Vitesse moyenne** : rapport entre distance parcourue  $d$  et temps de parcours  $t$ .

**Vitesse instantanée** : vitesse à un instant donné. On peut l'estimer par la vitesse moyenne sur un trajet commençant un peu avant et se terminant un peu après l'instant considéré.

**Mouvement uniforme** : mouvement au cours duquel la vitesse reste constante.

**Vers le bilan...** Expliquez le slogan : « Sur autoroute, un trait danger, deux traits sécurité ».



## Sauter dans le vide !

Une fois qu'il aura sauté, cet homme va tomber en « chute libre » jusqu'au moment où il ouvrira son parachute.

On souhaite déterminer la nature de ce mouvement.



### OBJECTIF **A** Modéliser et étudier la chute d'un corps

► **CAPACITÉ : Expérimenter**



Comment étudier la chute d'un parachutiste dans l'air sans sortir de la salle de TP ?

Eh bien en modélisant cette chute par le mouvement d'une goutte de permanganate de potassium (violet) tombant dans l'huile.

La goutte de permanganate jouera le rôle du parachutiste et l'huile celui de l'air.



Quelles mesures faut-il effectuer pour calculer la vitesse de la goutte de permanganate au cours de sa chute ?

### Guide de travail

► **Avant de commencer :**

1. Expliquez pourquoi la goutte de permanganate tombe.
2. D'après vous, quelle est la nature du mouvement de la goutte dans l'huile ? À quoi ressemblera sa trajectoire\* ?

► **Élaborer un protocole et expérimenter :**

3. Proposez, sous forme de schémas détaillés, l'expérience que vous réaliseriez. Précisez comment mesurer la vitesse de la goutte pendant sa chute, en différents points de sa trajectoire. Réalisez l'expérience.

► **Exprimer les résultats :**

4. Présentez vos résultats sous forme de tableau.

# Surface de la Terre ?

## OBJECTIF **B** Déterminer avec un tableur la nature du mouvement

► **CAPACITÉ** : Se familiariser avec certains gestes techniques

Préparer le **B2i**

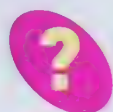
On a modélisé la chute d'un parachutiste par la chute d'une goutte de permanganate de potassium dans de l'huile.

Les mesures sont entrées dans les cellules d'un tableur-grapheur. Les résultats sont exploitables mais peu visuels.

Souvent, les scientifiques tracent des graphiques avec les valeurs obtenues, ce qui leur permet d'interpréter plus facilement les mesures.

D'après l'observation de ces mesures, le mouvement de chute de la goutte de permanganate de potassium est-il toujours accéléré ?

	A	B	C	D
	Graduation	Distance (en cm)	Temps (en s)	Vitesse instantanée (en cm/s)
1				
2	250	0	0	0
3	230	1,6	2,0	0,8
4	210	3,2	3,8	0,9
5	190	4,8	5,4	1,0
6	170	6,4	6,9	1,2
7	150	8,0	8,1	1,3
8	130	9,6	9,3	1,3
9	110	11,2	10,6	1,3
10	90	12,8	11,8	1,3
11	70	14,4	13,0	1,3
12	50	16,0	14,3	1,3
13	30	17,6	15,5	



À votre avis, quelles sont les phases du mouvement de la goutte de permanganate ?

### Guide de travail

#### ► Formuler une hypothèse :

1. D'après vous, quelle devrait être l'allure de la courbe représentant la vitesse  $v$  de la goutte en fonction de la durée  $t$  de la chute ?

#### ► Utiliser un tableur :

2. Entrez vos données dans un tableur-grapheur.
3. Visualisez le tracé du graphique.
4. La courbe ressemble-t-elle à celle que vous aviez prévue ?

#### ► Conclure :

5. Interprétez la courbe obtenue en indiquant la nature des différentes phases du mouvement de la goutte lors de sa chute.
6. Comment expliquer la nature du mouvement en fin de chute ?

voir  
méthode,  
p. 234

### Mini-dico

**Trajectoire** : ensemble des points que décrit un solide en mouvement au cours du temps.

**Verticale** : direction du centre de la Terre. La verticale peut être donnée par un fil à plomb.

**Vers le bilan...** La vitesse d'un parachutiste au cours de sa chute va-t-elle toujours augmenter ?

**OBJECTIF A Étudier les mouvements dans le système solaire**► **CAPACITÉ :** Étudier un document**Soleil :**

Durée de la journée : 35 jours terrestres (pôles),  
25 jours terrestres (équateurs)  
Masse :  $1,98 \cdot 10^{30}$  kg  
Diamètre :  $1,39 \cdot 10^6$  km

**Mercure :**

Distance au Soleil :  $57,9 \cdot 10^6$  km  
Durée de l'année : 88 jours terrestres  
Durée de la journée : 58,6 jours terrestres  
Diamètre : 4 878 km  
Masse :  $0,33 \cdot 10^{24}$  kg

**Vénus :**

Distance au Soleil :  $108 \cdot 10^6$  km  
Durée de l'année : 225 jours terrestres  
Durée de la journée : 243 jours terrestres  
Diamètre : 12 100 km  
Masse :  $4,87 \cdot 10^{24}$  kg

**Terre :**

Distance au Soleil :  $150 \cdot 10^6$  km  
Durée de l'année : 365,25 jours terrestres  
Durée de la journée : 24 heures  
Diamètre : 12 756 km  
Masse :  $5,97 \cdot 10^{24}$  kg

**Mars :**

Distance au Soleil :  $228 \cdot 10^6$  km  
Durée de l'année : 1,88 an  
Durée de la journée : 24,6 heures  
Diamètre : 6 790 km  
Masse :  $0,64 \cdot 10^{24}$  kg

**Jupiter :**

Distance au Soleil :  $778 \cdot 10^6$  km  
Durée de l'année : 11,9 ans  
Durée de la journée : 9,9 heures  
Diamètre : 142 800 km  
Masse :  $1,90 \cdot 10^{27}$  kg

**Saturne :**

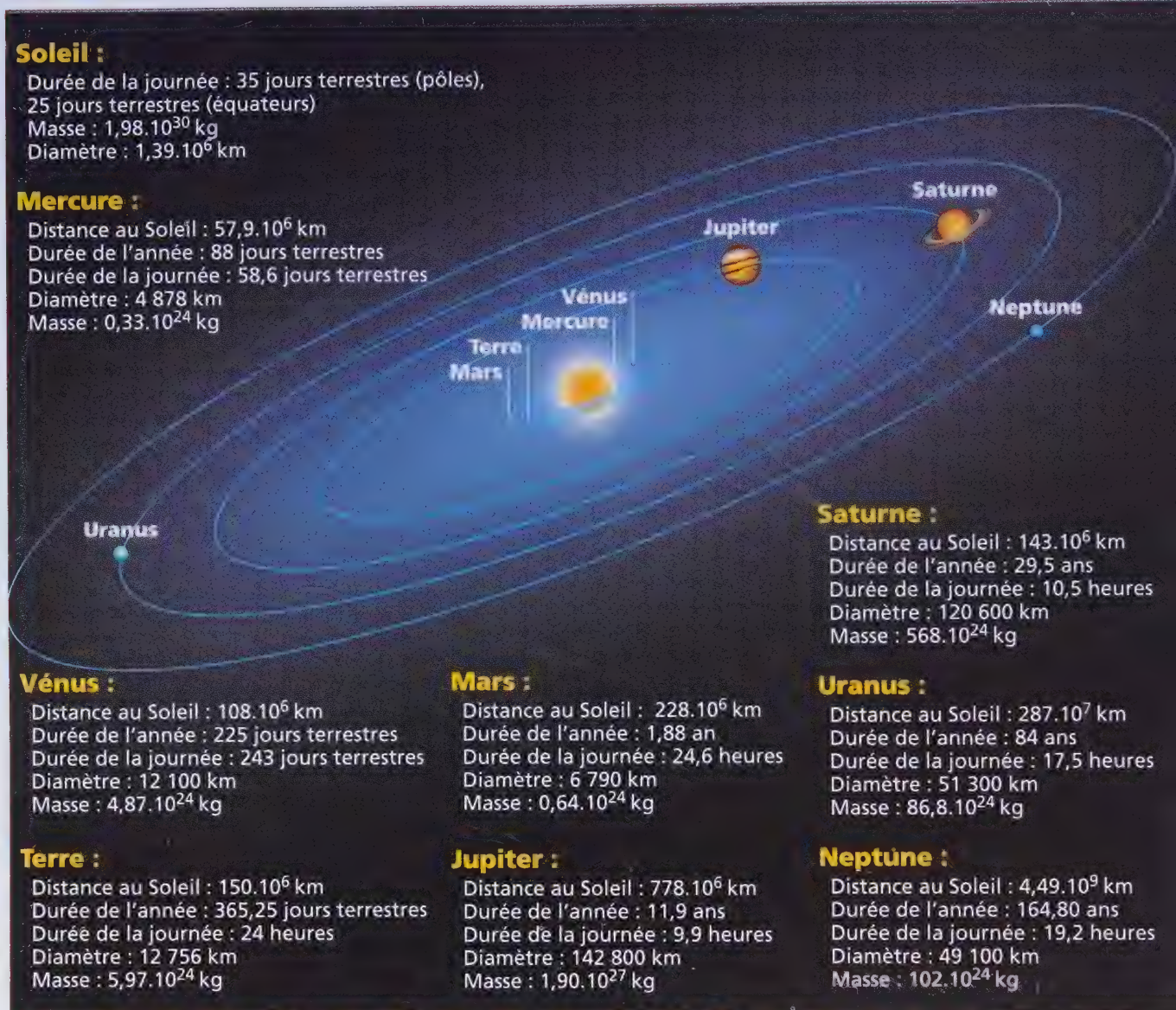
Distance au Soleil :  $143 \cdot 10^6$  km  
Durée de l'année : 29,5 ans  
Durée de la journée : 10,5 heures  
Diamètre : 120 600 km  
Masse :  $568 \cdot 10^{24}$  kg

**Uranus :**

Distance au Soleil :  $287 \cdot 10^7$  km  
Durée de l'année : 84 ans  
Durée de la journée : 17,5 heures  
Diamètre : 51 300 km  
Masse :  $86,8 \cdot 10^{24}$  kg

**Neptune :**

Distance au Soleil :  $4,49 \cdot 10^9$  km  
Durée de l'année : 164,80 ans  
Durée de la journée : 19,2 heures  
Diamètre : 49 100 km  
Masse :  $102 \cdot 10^{24}$  kg



▲ Le système solaire et quelques-unes de ses caractéristiques.

**Guide de travail**► **Résumer les informations :**

1. À chaque planète sont associées deux périodes\*. Donnez leurs noms et le type de mouvement auxquels elles correspondent.
2. Quelle trajectoire décrivent les planètes autour du Soleil ?

► **Analyser :**

3. Quel est le mouvement d'un point à la surface d'une planète par rapport à son centre ? Et par rapport au Soleil ?
4. Que faut-il préciser quand on veut décrire un mouvement ?

► **Formuler une hypothèse :**

5. À votre avis, quelle interaction\* pourrait être responsable des mouvements de ces planètes ?

# cause des mouvements...

## OBJECTIF **B** Comprendre les causes du mouvement

► **CAPACITÉ : Étudier un document**

### ? les quat'saisons

Viens dans la ronde avec Alberto!  
Les mains de ses copains  
le retiennent comme la Terre  
retient la Lune. S'il les lâche,  
la force centrifuge le propulsera  
hors de la danse.



### Entre deux forces

Pourquoi la Lune est-elle toujours restée dans les jupes de sa mère? Parce qu'elle est tirillée entre deux forces opposées qui la maintiennent à cet endroit en équilibre. Regarde Alberto et ses copains qui tournent en se tenant la main. Plus leur ronde est endiablée, plus ils sont entraînés vers l'extérieur du cercle. Si l'un d'eux lâche brusquement les mains de ses voisins, patatras! il valse dans le décor. Comme la Lune tourne autour de la Terre, elle est soumise elle aussi à cette force, appelée la force centrifuge. Elle devrait donc s'éloigner à jamais de la Terre. Mais voilà... quelque chose d'invisible (une autre force) la retient. C'est l'attraction terrestre ou force de gravité. Ce phénomène physique qui veut qu'un gros corps agisse tel un aimant sur tout

ce qui passe près de lui. Autrement dit, la Terre attire tout ce qui se trouve dans ses parages. La pomme, qui vient d'assommer Alberto, tout comme la Lune, n'échappe pas à cette règle. Ainsi, entre la force centrifuge qui l'éloigne, et la gravité qui l'attire, elle reste en équilibre. Tu peux dormir tranquille. Ce n'est pas demain la veille que la Lune s'écrasera sur la Terre.

Selon l'endroit où la Lune se trouve dans le ciel, les rayons solaires l'éclairent d'un côté ou d'un autre. C'est pourquoi, vue de la Terre, elle change d'aspect.



e John Sanford/S.P.L./Comos

◀ D'après *Science et vie Découverte*, n° 21-août 2000.

### Guide de travail

#### ► Résumer les informations :

1. Citez les différents noms des deux « forces » évoquées dans le document.
2. Quelle trajectoire décrit la Lune autour de la Terre ?

#### ► Analyser :

3. Expliquez pourquoi la pomme chute.
4. Expliquez pourquoi la Lune ne tombe pas sur la Terre.
5. Expliquez le mouvement des planètes autour du Soleil.

#### ► Conclure :

6. Quel est le point commun entre la pomme, la Lune et les planètes ?

### Mini-dico

**Interaction gravitationnelle** : action attractive et réciproque exercée entre deux corps.

**Période du mouvement** : intervalle de temps entre deux passages par la même position.

**Repère de référence** : repère par rapport auquel on décrit le mouvement.

**Mouvement de rotation** : mouvement de rotation d'un objet sur lui-même.

**Mouvement de révolution** : mouvement circulaire d'un objet autour d'un point fixe.

**Vers le bilan...** Pourquoi dit-on de l'interaction gravitationnelle qu'elle est universelle ?

## 1 Le mouvement : description et vitesse

- Pour étudier le mouvement d'un objet, il faut choisir un **repère de référence**.
- La courbe qui relie les positions successives d'un point particulier d'un objet s'appelle la **trajectoire**. Elle est rectiligne si la courbe est une droite ; circulaire si la courbe est un cercle, curviligne sinon.
- La vitesse, dont l'unité est le m/s (ou usuellement en km/h), est calculée en faisant le rapport entre distance parcourue  $d$  et temps de parcours  $t$ , soit  $\frac{d}{t}$ . La vitesse est dite moyenne si on la calcule sur un trajet et instantanée si on la calcule en un instant donné.
- Lorsque les distances mesurées entre deux points sur une **chronophotographie** :
  - sont identiques, le mouvement est qualifié d'**uniforme**, la vitesse est constante.
  - augmentent, le mouvement est qualifié d'**accélééré**, la vitesse augmente au cours du temps.
  - diminuent, le mouvement est qualifié de **ralenti**, la vitesse diminue au cours du temps.

1A p. 142

## 2 Vitesse et sécurité routière

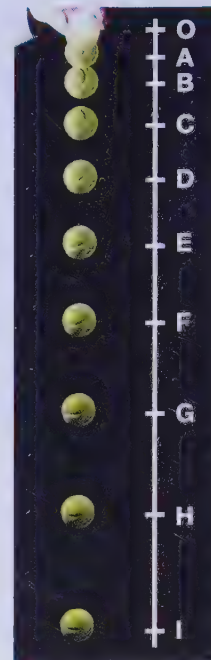
- La **distance de réaction** dépend de l'état de vigilance du conducteur, la **distance de freinage** dépend de l'état de la voiture et des conditions météorologiques.
- Lorsque la vitesse d'un véhicule augmente, les distances de réaction et de freinage augmentent : la **distance d'arrêt** augmente très vite.

1B p. 143

## 3 Mouvements et interaction gravitationnelle

- Le système solaire est composé de huit planètes décrivant chacune une trajectoire quasi circulaire à vitesse constante autour du Soleil. Ce mouvement est appelé **mouvement de révolution**. De plus, chaque planète tourne sur elle-même : on parle de mouvement de rotation.
- Le mouvement des planètes autour du soleil est dû à l'**interaction gravitationnelle** (ou gravitation) exercée par le Soleil sur chacune des planètes. Cette force d'attraction est exercée également par la Terre sur chacun de ses satellites (naturels, comme la Lune, mais aussi artificiels) et est responsable du mouvement quasi circulaire de ceux-ci.
- Elle est également responsable du mouvement de **chute libre** d'un objet lâché à la surface de la Terre. Lors d'une chute libre dans le vide, la trajectoire est rectiligne et le mouvement accéléré.
- La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxies).

3B p. 147



• Vitesse instantanée en D :

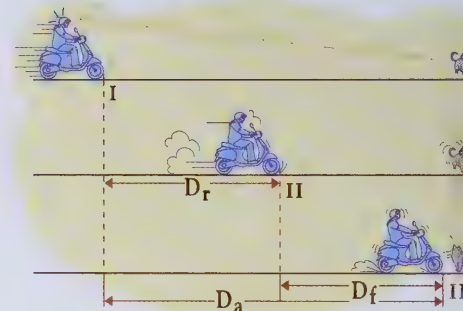
$$v = \frac{CE}{2t}$$

• Vitesse moyenne entre 0 et I :

$$v = \frac{OI}{9t}$$

( $t$  est l'intervalle de temps entre les deux clichés.)

Chronophotographie d'une chute libre. Elle permet de déterminer que la trajectoire est rectiligne et le mouvement accéléré.



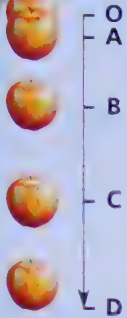
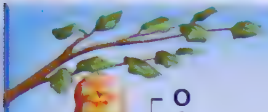
Distance d'arrêt d'un véhicule.

$D_a$  = distance de réaction + distance de freinage.

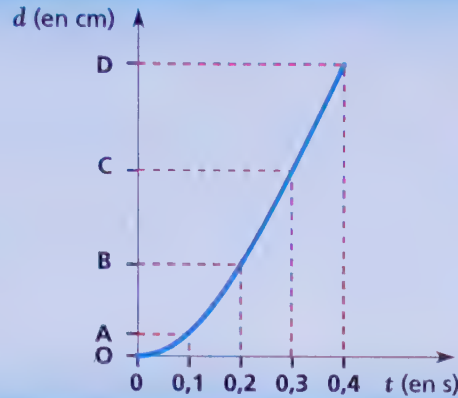


Les formes des galaxies, ici NGC 1997, sont dues à l'interaction gravitationnelle.

## → par l'image



Intervalle de temps entre chaque position :  $t = 0,1 \text{ s}$



### Le mouvement : description et vitesse

Vitesse instantanée en B :

$$V_i = \frac{AC}{2t}$$

Vitesse moyenne de O à D :

$$V_m = \frac{OD}{4t}$$

## Interaction gravitationnelle et mouvements dans le système solaire



La gravitation gouverne tout l'univers : le mouvement de révolution d'une planète autour du Soleil comme la chute d'un objet sur Terre.

## → par le texte

- Pour décrire un mouvement (nature, trajectoire), il est nécessaire de préciser le repère de référence par rapport auquel on l'étudie. (Ca)
- Certaines trajectoires particulières sont rectilignes (comme le mouvement de chute libre) ou pratiquement circulaires (comme le mouvement des planètes autour du Soleil). (Co)
- Le mouvement d'un corps peut être ralenti, accéléré ou uniforme. Dans ces cas, sa vitesse diminue, augmente ou reste constante respectivement. (Ca)
- L'interaction gravitationnelle est responsable à la fois du mouvement de révolution des planètes autour du Soleil et de la chute des corps sur Terre. (Ca)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

### Mots nouveaux

**Chronophotographie** : succession de photographies prises à intervalles de temps réguliers.

**Distance d'arrêt** : distance parcourue avant de s'arrêter. Elle se décompose en distance de réaction et distance de freinage.

**Interaction gravitationnelle** : action attractive et réciproque exercée entre deux corps. On l'appelle aussi la gravité, ou gravitation.

**Repère de référence** : repère par rapport auquel on décrit le mouvement.

**Trajectoire** : ensemble des points que décrit un solide en mouvement.

## Connaissances

### Je dois connaître

- quelques caractéristiques du système solaire → ex. 1, 2, 3, 4 ;
- quelques notions sur l'interaction gravitationnelle → ex. 5, 6 ;
- quelques notions de sécurité routière → ex. 7.

### 1 Le système solaire

1. Quel est l'astre autour duquel tournent les planètes du système solaire ?
2. Quelle trajectoire décrivent les planètes autour de cet astre ?
3. La période de la rotation est-elle la même pour toutes les planètes ?

### 2 Composition du système solaire

1. Citez les planètes appartenant au système solaire.
2. Pourquoi la Lune n'en fait-elle pas partie ?

### 3 Mouvement d'une planète

1. Quel est le nom du mouvement qu'effectue la Terre autour du Soleil ?
2. Quel autre mouvement décrit la Terre lors de ce mouvement autour du Soleil ?

### 4 Les satellites de Jupiter



Jupiter possède quatre satellites naturels : Io (cliché), Ganymède, Callisto et Europe.

1. Quel est le mouvement de ces satellites ?
2. Citez la ou les interaction(s) s'exerçant sur ces satellites.

### 5 La pomme et la Lune

1. Quel est le point commun entre la chute d'une pomme et le mouvement de la Lune ?
2. Ces deux mouvements sont-ils de même nature ?

### 6 Interaction dans le système solaire

1. Quelle interaction exerce le Soleil sur chacune des planètes du système solaire ?
2. Est-ce la même qu'exerce la Terre sur la Lune ?

### 7 Sécurité routière

Donnez les définitions de : *distance d'arrêt* ; *distance de réaction* ; *distance de freinage*.

### 8 Chute d'un corps

Victor lâche une balle depuis la fenêtre du premier étage.

1. Quelle est la trajectoire de cette balle ?
2. Sa vitesse reste-t-elle constante ?

### 9 Observation d'un mouvement

Un astronaute est dans un satellite en orbite géostationnaire, c'est-à-dire toujours à la verticale du même point de la surface de la Terre.

Quel mouvement de la Terre observera-t-il ?

### 10 Reconnaître un repère de référence

Mathilde se rend au collège en moto derrière son père.

1. Lorsque la moto roule, Mathilde voit-elle son père se déplacer ?
2. Le père de Mathilde est-il en mouvement pour le conducteur de la voiture qu'ils viennent de doubler ?
3. Est-il en mouvement pour un piéton attendant de traverser ?

### 11 Reconnaître une trajectoire

Enzo va au collège en vélo.

1. Rappelez la définition de la trajectoire d'un point.
2. Enzo est sur une portion de route droite et plane. Quelle est la trajectoire d'un point situé sur le cadre de son vélo par rapport à la route ?
3. Quelle est la trajectoire de la valve d'une des roues par rapport au cadre du vélo ?

### 12 « Elle tombe »



1. Quel est le nom de l'interaction à laquelle sont soumises la pomme et la Lune ?
2. Quelle est leur trajectoire et la nature de leur mouvement ?

# EXERCICES

## Capacités

### Je dois être capable de

- exploiter des documents relatifs à la sécurité routière

→ ex. 13, 14, 16.

### 13 Tracer une courbe et l'analyser

Le tableau ci-dessous donne la distance de freinage sur route sèche à différentes vitesses.

Complétez les cases vides, sachant que le temps de réaction d'un conducteur en bonne santé est 2 s.

Vitesse (km/h)	Distance de freinage (m)	Distance de réaction (m)	Distance d'arrêt (m)
0	0		
30	6,9		
60	23,2		
90	52		

A31

### 14 Sécurité routière

- Que représentent les deux valeurs que l'on peut lire sur les panneaux ?
- Comment expliquer ces différences de vitesse ?



### 15 Exoplanète

« Une planète de 5,5 masses terrestres a été découverte à plus de 20 000 années-lumière de notre système solaire. C'est la plus petite exoplanète connue à ce jour. »

*La Recherche, janvier 2007*

Cherchez ce qu'est une exoplanète et comment on peut en découvrir.

### 16 Vitesse moyenne et instantanée

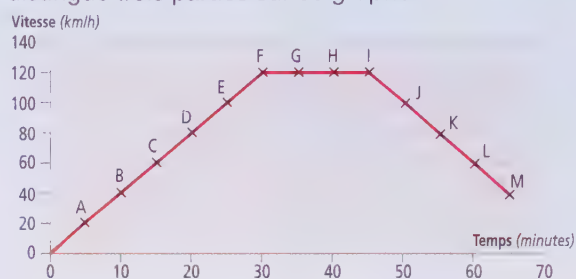
Wadley est au volant de sa voiture, il effectue le trajet Paris-Versailles, soit 20 km. Le compteur lui indique 60.

- Quelle est l'unité de la vitesse lue au compteur ?
- Est-ce une vitesse instantanée ou une vitesse moyenne ? Justifiez votre réponse.
- La durée de son trajet est 15 minutes. Calculez la vitesse moyenne en km/h. Comparez.

### 17 Extraire des informations d'un graphe

Voici le graphe d'une voiture se déplaçant sur une portion d'autoroute.

On distingue trois parties sur ce graphe.



- Quel mouvement correspond à chaque partie ? Justifiez votre réponse.
- Rappelez la formule qui permet d'évaluer une vitesse instantanée à partir d'une chronophotographie. Quelle est la vitesse de la voiture à  $t = 30$  mn ?

### 18 Connaître les unités des vitesses

- Au cours de l'expérience de l'activité 2 (p. 145), quelle est l'unité de la vitesse de la goutte de permanganate ?
- Comment convertir cette vitesse en km/h ? Et en m/s ?

B2i

## Attitudes

### 19 Chute ou attraction ?

► Avoir un sens critique

À l'affirmation du professeur : « Le Soleil exerce une force attractive à distance sur la Terre », un élève demande : « Dans combien de temps allons-nous nous écraser sur le Soleil ? » Quelle réponse pouvez-vous donner ?

### 20 Vitesse ou sécurité

► Observer des règles de sécurité



Théo pense qu'une voiture de sport, qui roule plus vite, permettrait de gagner beaucoup de temps. Il estime qu'il pourrait effectuer en 1 h 15 la distance Paris-Caen, soit 200 km.

Quels conseils pourriez-vous donner à Théo ?

### 21 Fonctionnement d'un radar

► Intérêt pour les progrès scientifiques et techniques

- Comment un radar peut-il détecter un dépassement de vitesse ?
- Quelle mesure peut-il effectuer pour mesurer une vitesse ?
- S'agit-il d'une vitesse instantanée ou moyenne ?



### 22 Erreur de lecture

► Avoir l'esprit critique

Tidiane dit avoir lu dans un magazine auto qu'une série de voitures récemment sorties pourraient avoir des vitesses de pointe de 45 m/s. Est-ce possible ?

# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

### Exercice 23 (10★)

#### 1 Réviser :

- Combien de planètes constituent le système solaire ? .....
- Autour de quel astre tournent ces planètes ? .....
- Quelle est l'interaction responsable de ce mouvement ? .....

#### 2 Résoudre un problème :

Un élève souhaite représenter le Soleil et les planètes du système solaire sur sa feuille format A4 (21 cm x 29,7 cm) en conservant l'échelle des distances (sans respecter la taille des planètes).

Comment doit-il faire ?

#### Une méthode

- À partir des informations du schéma de la page 146, trouvez la distance maximale qui existe entre le Soleil et une planète. Cette distance correspond à la taille de votre feuille. En déduire à quelle distance correspond 1 cm sur votre feuille. ....
- Calculez ensuite, pour chaque planète, sa distance au Soleil (en cm) puis placez-les sur votre feuille. ....

- Réfléchir :** Peut-on à la fois respecter l'échelle des distances et la taille des planètes ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
**			
*			
*			
	**		
	**		
*		*	
5	4	1	10

### Exercice 24 (10★)

#### 1 Réviser :

- Rappelez les noms des planètes du système solaire qui sont situées au-delà de la Terre. ....
- Sont-elles plutôt petites et légères ou grosses et lourdes ? .....

#### 2 Résoudre un problème :

Dans les années 1840, les astronomes, qui disposent de lunettes de plus en plus précises, observent des irrégularités dans la trajectoire d'Uranus (la planète la plus lointaine connue à l'époque).

En 1846, l'astronome Urbain Le Verrier explique ces écarts de trajectoire par la présence d'une nouvelle planète : Neptune.

Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

#### Une méthode

- Quelle interaction explique le mouvement de révolution d'Uranus autour du Soleil ? ....
- En fait, toutes les planètes proches d'Uranus tendent à perturber sa trajectoire autour du Soleil.  
Si vous étiez un astronome du début du XIX<sup>e</sup> siècle, avec quelles planètes Uranus pourrait-elle être en interaction ? .....
- Si, en tenant compte de toutes ces planètes, la trajectoire d'Uranus n'est pas expliquée, quel raisonnement a pu suivre Le Verrier ? .....

- Réfléchir :** À votre avis, comment a été découverte Pluton (qui n'est plus maintenant considérée comme une planète) ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
*			
*			
*			
*	*	*	
	*	**	
		*	
4	2	4	10

# EXERCICES

## Pour aller plus loin

### 25 Le tapis roulant



Vous êtes sur un tapis roulant à double sens. Immobile, vous observez ce qui se passe autour de vous.

1. Réalisez un schéma de la situation.
2. Représentez par une flèche bleue le déplacement des personnes sur la même voie que vous et qui marchent.

3. Comment représenteriez-vous le déplacement des personnes sur la même voie que vous et qui sont immobiles sur le tapis ?
4. Ajoutez une flèche verte représentant le déplacement des personnes sur la voie circulant en sens inverse et qui sont immobiles sur le tapis.
5. Que voit une personne immobile en dehors du tapis roulant ?



CONSEIL DE PROFO

La longueur de la flèche doit être proportionnelle à la vitesse du déplacement.

### 26 Distance de sécurité

1. Expliquez, en utilisant le vocabulaire technique correct, en quoi un seul trait représente un danger tandis que deux traits représentent la sécurité ?
2. À votre avis, cette photographie (voir aussi p. 141) serait-elle valable sur route ?

### 27 Infraction ou non ?

Un automobiliste traverse un village en 1 minute 30 secondes.

À la sortie du village, celui-ci est interpellé par la police pour excès de vitesse.



1. Sachant que le village s'étend sur 1,4 km, y a-t-il bien eu excès de vitesse ?
2. Si le village ne s'étend plus que sur 800 m, que pouvez-vous conclure ?

### 28 Comparaison de vitesses

1. Quelle est la vitesse moyenne d'une pomme qui tombe d'un arbre, sachant qu'elle met 1 seconde à tomber d'une branche située à 2 m du sol ?
2. Quelle est la vitesse de révolution de la Lune autour de la Terre, sachant que la Lune tourne en 27 jours autour de la Terre en décrivant un cercle de rayon 380 000 km ?
3. Comparez les vitesses et les trajectoires de la pomme et de la Lune.

### 29 Déterminer la vitesse de la Terre

1. Déterminer la distance moyenne Terre-Soleil d'après l'activité 3 (p. 146).
2. Quelle est la période de révolution de la Terre ?
3. Déterminer alors la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil en km/h, puis en m/s.
4. Combien de tours/an effectue la Terre autour du Soleil ?

### 30 Le pendule de Foucault

1. Cherchez qui était Jean Bernard Léon Foucault. Donnez ses dates de naissance et de mort et décrivez ses principaux travaux.
2. Qu'a démontré Foucault avec son pendule ?



### 31 Prévoir l'allure d'une courbe

1. Comment traceriez-vous le graphe de la vitesse d'un véhicule en fonction du temps si celle-ci est constante ?
2. Tracez ensuite le graphe d'un avion pendant un vol : envol, vitesse de croisière et atterrissage. Justifiez vos choix.

### 32 Des satellites artificiels nombreux

B2i

1. Cherchez sur Internet le nombre approximatif de satellites artificiels en orbite autour de la Terre actuellement.
2. Combien ont été lancés dans l'espace depuis 1957 ?
3. Que sont devenus ceux qui ont quitté l'orbite terrestre ?

### 33 Premier satellite artificiel

B2i

1. Cherchez quel a été le premier satellite artificiel (photographie) ? Quel pays l'a envoyé et en quelle année ?
2. Cherchez sa masse et son diamètre. Comparez à la Lune.



3. Combien de temps a-t-il mis pour faire son premier tour de la Terre ? Comparez à la Lune.

# EXERCICES

## 34 Retrouver la bonne vitesse



En faisant une recherche, reliez chaque vitesse à sa valeur.

Vitesse du son dans l'air	•	•	30 km/s
Vitesse de la lumière dans le vide	•	•	12 000 m/s
Vitesse maximale du TGV	•	•	548 km/h
Vitesse de libération d'un objet sur Terre	•	•	300 000 km/s
Vitesse moyenne de révolution de la Terre	•	•	340 m/s
Vitesse de rotation de la Terre	•	•	1 675 km/h

B2i

## 35 Premier homme dans l'espace

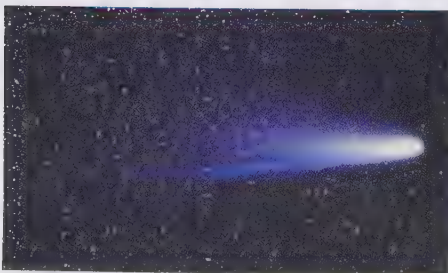
1. Quel a été le premier homme dans l'espace (ci-contre) ? Quelle était sa nationalité ?
2. Combien de temps a-t-il passé dans l'espace ?
2. Combien de fois est-il passé à la verticale du même point ?



## 36 Vitesse et fréquence de rotation

1. Comparez le nombre de tours qu'effectuent une personne habitant au pôle Nord, une personne habitant dans le sud de la France et une personne habitant à l'équateur en 24 heures.
2. Calculez le nombre de tours en 1 heure.
3. Le nombre de tours effectué par unité de temps s'appelle la fréquence de rotation. Que peut-on dire de la fréquence de rotation de la terre ?

## 37 Comète de Halley



1. Qu'est-ce qu'une comète ?
2. Quelle est la trajectoire de la comète de Halley (cliché ci-contre) ?
3. À quelle interaction est-elle soumise ?

## 38 Terre qui tourne

1. Combien de tours sur elle-même la Terre effectue-t-elle par jour ?
2. Sachant que le rayon de la terre est de 6 400 km, calculez la vitesse de rotation d'un point situé sur l'équateur.
3. Calculez la vitesse d'un point situé au pôle Sud.

## 39 Sécurité et urbanisme

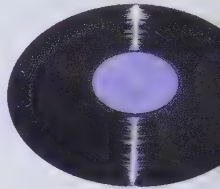
Sur ce bâtiment, le filet protège les passants de la chute éventuelle d'une dalle. Ces filets ne couvrent la façade qu'à partir du premier étage.




1. Pourquoi le rez-de-chaussée ne peut-il être recouvert d'un filet ?
2. Pourquoi la chute d'une dalle tombant du dixième étage est-elle plus dangereuse que celle d'une dalle tombant du premier étage ?
3. Conclure sur la raison pour laquelle les ouvriers du bâtiment ont posé un filet de protection à partir du premier étage seulement.

## 40 Le 33 tours

1. Découpez un disque de 15 cm de rayon dans du carton. Dessinez un point sur le disque. Faites le tourner d'un quart de tour et marquez un nouveau point. Recommencez pour un demi puis trois quarts de tour.
2. Quel outil pourrait vous être utile pour dessiner sa trajectoire complète ?
3. Quelle distance parcourt un point situé à 10 cm du centre du disque quand le disque effectue un tour ?
4. 33 tours signifie que le disque tourne 33 fois par minute. Quelle distance parcourt le point situé à 10 cm du centre du disque pendant une minute ?



 **Utilisez quatre couleurs différentes.**

## 41 Combien de satellites naturels pour la Terre ?

La réponse peut paraître évidente car chacun sait que seule la Lune tourne autour de notre planète. Pourtant, certains astéroïdes, bien qu'en orbite autour du Soleil, ont des caractéristiques très proches de celles de notre satellite. C'est le cas d'un rocher de 20 mètres de diamètre qui ne s'éloignait jamais très loin de la terre depuis 1995 ; c'est aussi le cas d'au moins trois autres corps.

*La Recherche, septembre 2006*

1. Cherchez ce qu'est un astéroïde.
2. Quelle est la force responsable de cette mise en orbite des astéroïdes ?

# EXERCICES

## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE



### 42 Expérience de pensée

→ Comment expliquer à Arthur qu'il a tort ?

(Aide : proposez une hypothèse puis imaginez une situation qui permette de montrer que l'on peut être à la fois en mouvement et au repos.)

### 44 Mise en orbite

Althéa lance de toutes ses forces un petit caillou en espérant pouvoir le mettre en orbite autour de la Terre. Est-ce envisageable pour Althéa ?

→ Quelles conditions devraient être réunies ?

### 43 Mouvement d'un satellite artificiel

Les satellites géostationnaires sont toujours situés à la verticale du même point de la Terre à une altitude de 36 000 km.

Quels raisonnements et calculs devriez-vous faire pour trouver la vitesse de ce type de satellite par rapport à la Terre ?

#### Démarche

1. Quel est leur mouvement par rapport au centre de la Terre ?
2. Quelle est la période de révolution de leur mouvement ?
3. Déduire de la période et du rayon de l'orbite la vitesse du satellite.

### 45 Parachutiste

Lors de sa chute d'une hauteur  $h$  la vitesse limite atteinte par un parachutiste de masse  $m = 80$  kg sautant d'un avion à 3 800 m d'altitude est atteinte au bout de 12 s environ. Elle est calculable en bonne approximation à partir de la formule :

$$V_{lim} = \sqrt{\frac{9,81 \times m}{0,26}}$$

Calculez d'abord la valeur de cette vitesse limite (en km/h).

→ Comment pourriez-vous représenter qualitativement, sur un graphe, la vitesse de ce parachutiste en fonction du temps ?

(Aide : les grandeurs ne sont pas proportionnelles entre elles.)



## Une expérience simple et amusante



### Évaluer un temps de réflexe

Pour cette expérience, il faut être deux.

#### Protocole

- Tenue à bout de doigts, la règle doit pendre verticalement. La deuxième personne place ses mains juste au-dessous, paumes dirigées l'une vers l'autre.
- Lorsque la première personne lâche la règle, la seconde doit la rattraper. On lit directement la graduation où se sont posés les doigts.
- Recommencez pour améliorer votre temps de réflexe.

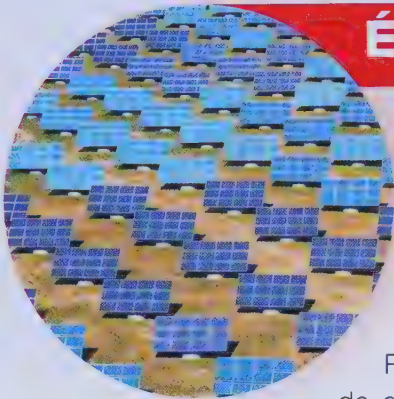
#### Matériel

- une règle de 30 cm

1. Quelle relation permet de relier une distance à un temps de réflexe ?
2. Comment savoir celui qui est le plus rapide ?



Depuis la nuit des temps, l'homme observe le monde pour en comprendre les mécanismes. À mesure que ses connaissances s'accroissent, il développe de nouveaux outils permettant d'aller toujours plus loin dans cette soif de découvertes.



## Énergie Les étoiles

La forme sphérique d'une étoile est due à la gravitation universelle. Au début, un nuage de gaz (principalement de l'hydrogène) commence à se contracter sous l'effet de sa propre gravité. La température augmente progressivement. Quand elle dépasse 10 millions de kelvin, les noyaux d'hydrogène fusionnent en noyaux d'hélium. L'énergie libérée contrebalance l'effet de la gravité : l'étoile atteint un premier équilibre.

Riche en hydrogène, l'étoile dispose alors d'un combustible qui lui fournit une grande quantité d'énergie. Le Soleil est à ce stade depuis 5 milliards d'années et pour encore autant.

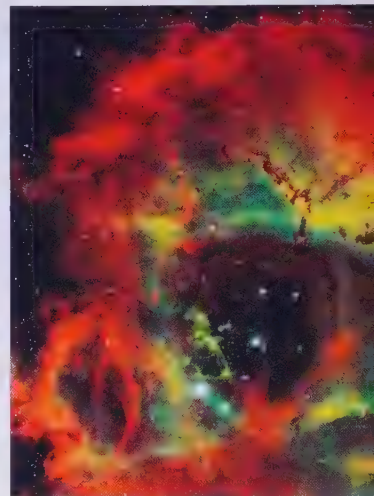
Au bout d'un certain temps, il ne reste plus assez d'hydrogène dans le cœur de l'étoile pour contrebalancer l'effet de la gravitation. Elle se contracte et sa température augmente : à  $10^8$  kelvins environ, la fusion de l'hélium peut s'amorcer.

Cette fusion de l'hélium produit des atomes de carbone et d'oxygène, qui fusionnent à leur tour. Ces fusions successives vont produire tous les éléments que l'on connaît, jusqu'au fer.

Les réactions de fusion nucléaire dégagent de l'énergie sous forme de lumière. C'est cette énergie dégagée par le Soleil, qui permet le développement de la vie sur Terre.

### Questions

1. Cherchez la correspondance entre le kelvin et le degré Celsius.
2. Que produit la principale réaction qui se déroule au sein d'une étoile ?
3. Cherchez la signification du terme « fusion » en sciences physiques.



## Histoire des techniques La chronophotographie

En 1882, Étienne Jules Marey invente la chronophotographie. Cette technique photographique permet d'analyser un mouvement grâce à des prises de vue à intervalles de temps fixes et très rapprochés. Les applications se multiplient rapidement.

On peut par exemple définir avec exactitude la course d'un cheval, et l'on découvre qu'à certains moments, il n'a plus aucun appui au sol !

Dans le monde artistique, les cubistes s'inspirent de la décomposition du mouvement, l'idée étant de capturer l'essence d'un objet en montrant des vues différentes et simultanées

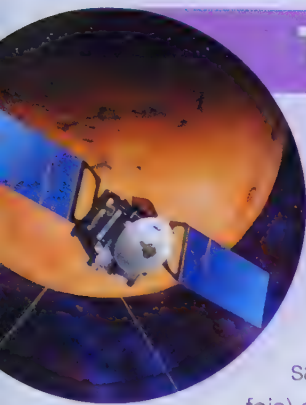
de cet objet. Rodin se sert de la chronophotographie pour sculpter les diverses positions du corps ainsi que Degas dans ses peintures de danseuses.

Au  $xx^e$  siècle, le mouvement s'étend : mobiles de Calder, effets d'optique de Vasarely ou encore œuvres sculpturales de Tinguely. Enfin, la chronophotographie donnera naissance au cinéma qui fait défiler devant notre œil plus de 25 images à la seconde, nous donnant l'illusion d'un mouvement continu.

### Questions

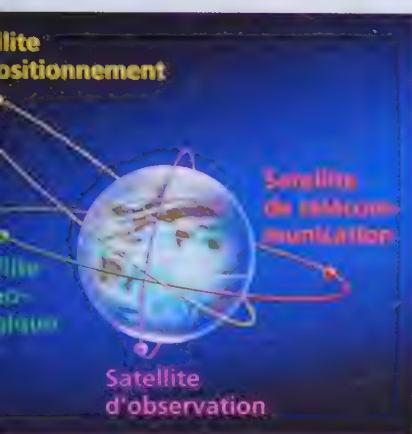
1. Recherchez qui était Étienne Marey.
2. Quel est le sens étymologique du terme chronophotographie ? Quelle est son origine ?
3. Quel est le mouvement du chat (en médaillon) ?
4. Peut-on calculer la vitesse du chat d'après ces chronophotographies ?

## Technologie Les satellites



Les satellites artificiels qui tournent autour de la Terre nous fournissent des informations aussi bien sur notre planète que sur l'espace.

Leur vitesse (de l'ordre de quelques milliers de km/h) leur permet de se maintenir sur leur orbite. Cette orbite peut être *géostationnaire* : il s'agit alors d'une orbite circulaire dans le plan de l'équateur, décrite avec la même période que celle de la rotation de la Terre (ils paraissent donc immobiles pour un observateur terrestre). Elle peut être aussi *polaire* (un tel satellite passe à chaque révolution au-dessus des pôles, et suit un méridien différent à chaque fois) ou *elliptique* (cf. schéma). Plus l'orbite d'un satellite est basse, plus l'attraction gravitationnelle de la Terre est grande, plus la force centrifuge doit être grande pour compenser... donc plus la vitesse du satellite doit être grande.



On distingue plusieurs types de satellites en fonction de l'utilisation qui en est faite.

- **Les satellites d'observation** : observation des mouvements des plaques tectoniques, de la banquise ou de l'étendue d'un incendie..., mesures sur la haute atmosphère terrestre ou sur l'univers.
- **Les satellites météorologiques** : clichés photographiques de la Terre et mesures météorologiques. Ils renseignent sur l'état de la couverture nuageuse, et permettent de prévoir l'évolution des phénomènes naturels.
- **Les satellites de télécommunications** : retransmission des informations d'un continent à un autre (télévision, téléphonie, données numériques).
- **Les satellites de positionnement** : détermination de la position d'objets à la surface de la Terre, en mer et dans les airs. Ils permettent aussi de localiser les appels de détresse, la position d'un navire et de tracer les cartes des courants marins.

### Questions

1. Comparer satellite géostationnaire et satellite de défilement (trajectoire, vitesse...).
2. À quel type de satellite correspond le système GPS ? Chercher sur Internet son principe de fonctionnement.

## MÉTIER Planétologue



**Alain** (39 ans)

- Maître de conférences
- Laboratoire de planétologie
- Doctorat


### MATÉRIEL INTERSIDÉRAL

« Je fais partie des planétologues qui s'intéressent aux instruments de mesure embarqués dans les missions spatiales. Mes activités sont très variées, allant de la conception des appareils à l'analyse des données qu'ils envoient. Les informations ainsi recueillies permettent de mieux comprendre la formation du système solaire. J'ai travaillé sur l'instrument CONSERT, embarqué à bord de la sonde

« ... de la conception des appareils à l'analyse des données... »

Rosetta. Partie en 2004, celle-ci n'arrivera à destination qu'en 2014, car elle doit atteindre une comète située à  $\frac{1}{2}$  milliards de kilomètres de la Terre. À la manière d'un radar, CONSERT dévoilera la structure interne de la comète. Je jouis d'une grande liberté d'action dans mes recherches et collabore à des expériences internationales, ce qui m'amène à voyager souvent. »

Propos recueillis par Line et Marion ■

A photograph of two sumo wrestlers in a struggle. They are wearing traditional mawashi (loincloths) and are pushing against each other. The background is dark, and the lighting highlights their muscular bodies.

Les sumos sont de formidables athlètes capables de soulever des masses qui dépassent parfois 300 kg. Si c'était possible, leur serait-il plus facile de combattre sur la Lune ou sur Terre ?

### Dans ce chapitre, vous allez...

- **approfondir** vos connaissances sur l'interaction gravitationnelle ;
- **découvrir** le poids et ses caractéristiques ;
- **établir** la relation entre le poids d'un corps et sa masse ;
- **découvrir** l'intensité de la pesanteur.

# gouverne notre Univers

Quel instrument pourriez-vous utiliser pour trouver la direction du centre de la Terre ?



Un pilote peut subir jusqu'à huit ou neuf g dans cette centrifugeuse.

Huit, neuf g, qu'est-ce que ça veut dire ?



Ce marchand a-t-il raison de parler de poids ?

► CAPACITÉ : Étudier des documents

Dans ce document, vous allez découvrir quelques propriétés de l'interaction gravitationnelle et la comparer à d'autres interactions\*, aux propriétés proches, mais néanmoins différentes.

LANCE LA BALLE DE TOUTES TES FORCES !

EUH... JE NE VOIS PAS TROP LE RAPPORT...

SI ! TU VAS VOIR, LANCE...

BON SI TU LE DIS...

HAN !

VOF

MAIS LA GRAVITÉ\* DE LA TERRE FAIT QUE LA BALLE RETOMBE TOUJOURS AU SOL...

LA BALLE EST LANCÉE TOUT DROIT (1) MAIS LA GRAVITATION\*\* ATTIRE LA BALLE VERS LE BAS (2)...

AUTREMENT DIT...

LA BALLE VA DONC SUIVRE UNE COURBE DESCENDANTE (3)...

IMAGINE QU'ON LANCE LA BALLE AVEC TELLEMENT DE FORCE QUE'ELLE VA CETTE FOIS TRÈS TRÈS LOIN...

PAM

REGARDEZ, LA BALLE EST RETOMBÉE !

ÉVIDEMMENT !

MAINTENANT, IMAGINE LA BALLE LANCÉE AVEC PLUS DE FORCE ET DONC UNE PLUS GRANDE VITESSE...

TA BALLE IRA PLUS LOIN...

ET PLUS TU AUGMENTERAS LA FORCE, PLUS LA BALLE IRA VITE ET LOIN...

LA BALLE EST TOUJOURS ATTIRÉE PAR LA TERRE, ELLE SUIVRA AUTOMATIQUÉMENT UNE COURBE DESCENDANTE...

QUE SE PASSE-T-IL SI LA COURBE DE LA BALLE DEVIENT EXACTEMENT LA MÊME QUE CELLE DE LA TERRE ?

MAIS LA TERRE EST RONDE\*\*\*

C'EST SIMPLE : LA BALLE NE RETOMBE PAS SUR LE SOL...

▲ a. L'interaction gravitationnelle à la surface de la Terre.

Selon la légende, c'est en observant la chute d'une pomme qu'Isaac Newton comprit l'interaction gravitationnelle\* et son caractère universel : le poids n'est rien d'autre que l'interaction gravitationnelle entre un corps et la Terre.



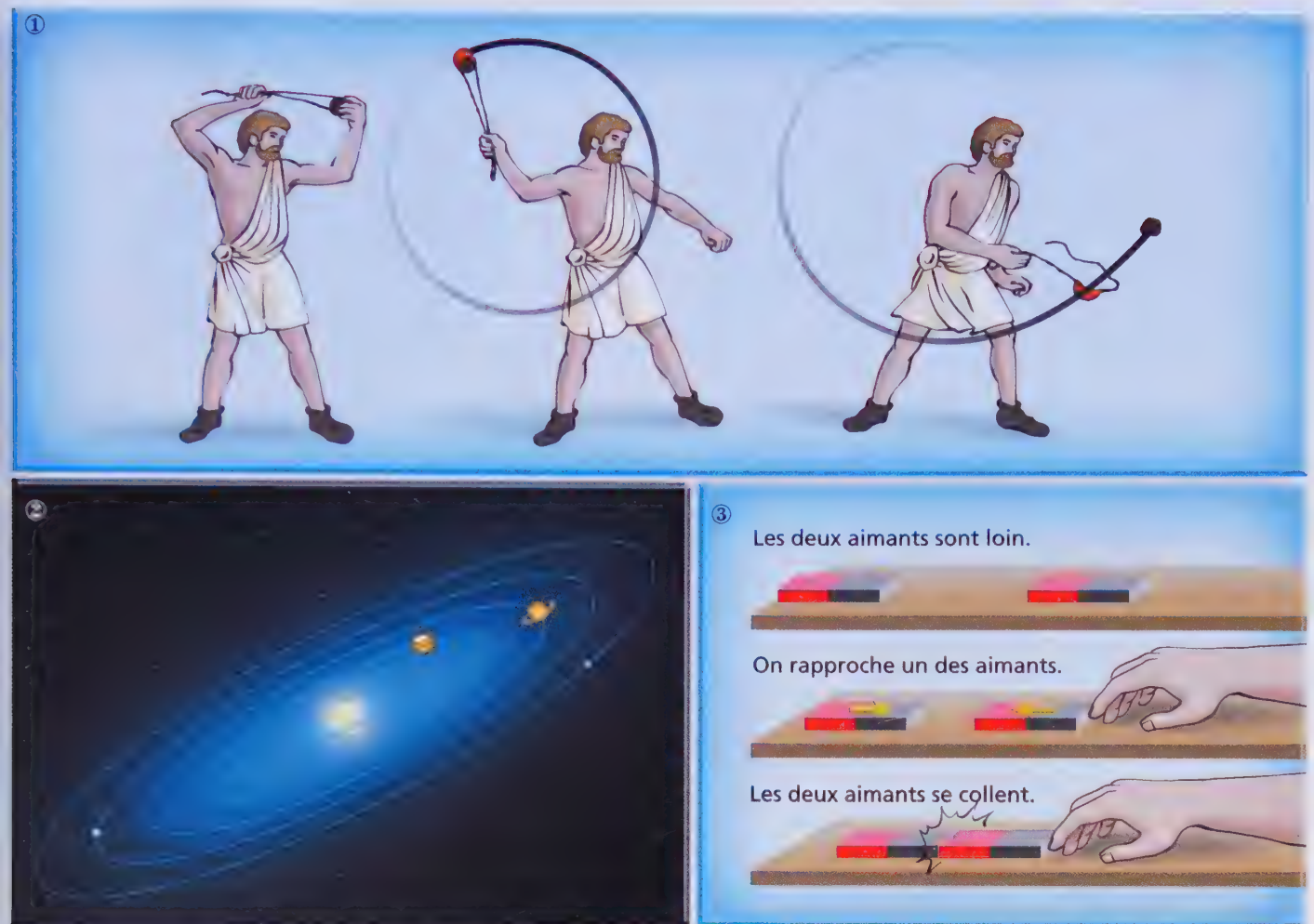
Rubrique à Brac © Gotlib - Dargaud

« Deux corps massiques quelconques s'attirent avec une force\* directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance. »

Isaac Newton, dans son ouvrage *Principia Mathematica*, 1687.

▲ b. « Isaac Newton, ce génie... »

# Gravitationnelle et le poids ?



▲ c. Quelques possibles analogies entre : ① une fronde ; ② le système solaire ; ③ des aimants.

## Guide de travail

### ► Résumer les informations :

1. Identifiez dans les documents les trois interactions\* différentes et indiquez entre quels « corps » elles s'appliquent.
2. Comparez le mouvement de la balle lancée « très fort » et celui de la fronde par rapport au lanceur.

### ► Analyser :

3. L'interaction entre deux aimants est-elle attractive, répulsive, ou les deux ? Est-elle plus forte si les aimants sont proches ? Est-elle identique pour les deux aimants ?
4. L'interaction entre la main et la fronde s'exerce-t-elle au contact ou à distance ?

### ► Exprimer les résultats :

5. À l'aide du doc. b, récapitulez les différentes propriétés de l'interaction gravitationnelle et précisez les similitudes (et différences) avec les deux autres interactions.

### Mini-dico

**Interaction** : action réciproque qu'exercent deux corps l'un envers l'autre.

**Force** : toute action sur un corps permettant de le mettre en mouvement ou de modifier son mouvement.

**Vers le bilan...** Expliquez l'analogie entre la fronde et le mouvement des planètes.



## Un objet bien utile !

Les Grecs anciens prêtent à Dédale, le génial concepteur du labyrinthe, l'invention du fil à plomb.

À votre avis, d'après le dessin, quelle direction indique-t-il ?



### OBJECTIF A Étudier quelques caractéristiques du poids

► CAPACITÉ : Expérimenter



Le fil à plomb est un outil indispensable aux maçons. Sans lui, le clocher de cette église ne pourrait pas être parfaitement vertical.

Vous allez fabriquer votre propre fil à plomb en accrochant divers objets à un fil.



Comment représenter sur un schéma certaines caractéristiques du poids\* ?

### Guide de travail

► Expérimenter :

1. Suspendez différents objets à un fil et notez vos observations sur la direction du fil.

► Analyser :

2. La direction du fil à plomb varie-t-elle en fonction de l'objet que l'on suspend ?
3. Quelle interaction attire l'objet vers le bas ? Quel est son nom usuel ?
4. En quoi un fil à plomb peut-il donner des informations sur la direction et le sens du poids ?

► Exprimer les résultats :

5. Comment représenteriez-vous, sur un dessin, le poids des différents objets suspendus, de manière à rendre compte de sa direction et de son sens ?

# la masse et le poids d'un objet ?

## OBJECTIF **B** Mesurer des masses d'objets et leur poids

### ► CAPACITÉ : Expérimenter

Marion a trouvé deux notices d'appareil permettant de mesurer des masses et des poids. Elle est un peu perplexe, car elle a toujours pensé que masse et poids étaient la même grandeur.

- ① Allumez la balance ; si l'affichage est différent de 0.0, appuyez sur le bouton « Tare ».
- ② Posez ensuite l'objet dont on veut mesurer la masse sur le plateau.
- ③ Lisez la mesure et ajoutez-y son unité (affichée sur la balance).

#### ▲ a. Notice d'une balance.

- ① Placez le dynamomètre sur son support.
- ② Vérifiez que le triangle indicateur pointe sur la graduation 0 N. Si ce n'est pas le cas, réglez le dynamomètre avec la vis adéquate.
- ③ Suspendez l'objet dont on veut mesurer le poids.
- ④ Lisez la mesure et ajoutez-y son unité (affichée sur le dynamomètre).

#### ▲ b. Notice d'un dynamomètre.



▲ c. Un dynamomètre démonté et un ensemble de masses.



Quelles différences peut-on faire entre la masse et le poids d'un objet ?

## Guide de travail

### ► Expérimenter :

1. À partir des deux notices, réalisez les expériences permettant de mesurer la masse et le poids des différents objets à votre disposition et consignez vos résultats dans un tableau (n'oubliez pas les unités).

### ► Analyser :

2. Pour un même objet, les valeurs d'intensité\* du poids et de masse sont-elles identiques ?
3. Quand la masse augmente, que dire du poids ?

### ► Conclure :

4. Peut-on distinguer poids et masse ? Argumentez.

## Mini-dico

**Poids** : interaction gravitationnelle exercée par la Terre (ou une autre planète) sur tout corps à proximité.

**Direction d'une interaction** : elle est donnée par la ligne qui joint le centre des deux objets qui interagissent.

**Intensité** : valeur d'une grandeur physique.

**Newton (N)** : unité de mesure de l'intensité d'une force.

**Masse** : mesure (en kg) de la quantité de matière constituant un corps.

**Vers le bilan...** Comment indiquer sur un schéma que l'intensité du poids n'est pas la même selon les objets ?

**Quels bonds !**

« Deux corps massiques quelconques s'attirent avec une force directement proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. »

Cette citation de Newton devrait vous aider à expliquer les bonds fantastiques que Dupont et Dupond peuvent faire sur la Lune.

**OBJECTIF A Exploiter les mesures et tracer un graphique****► CAPACITÉ : Pratiquer une démarche scientifique**

Li Mei a mesuré la masse et le poids de divers objets.

	Objet 1	Objet 2	Objet 3	Objet 4	Objet 5
Masse (en kilogramme)	$15,3 \cdot 10^{-3}$	$55,1 \cdot 10^{-3}$	$126,6 \cdot 10^{-3}$	$152,1 \cdot 10^{-3}$	$173,50 \cdot 10^{-3}$
Poids (en newton)	0,15	0,52	1,24	1,48	1,73



Quelle est la relation entre l'intensité du poids et la masse ?

**Guide de travail****► Formuler une hypothèse :**

1. Rappelez la définition du poids et déduisez-en, à l'aide de la citation de Newton, que l'intensité du poids est proportionnelle à la masse.

**► Valider une hypothèse :**

2. Montrez que les masses des objets mesurés par Li Mei sont bien proportionnelles à l'intensité de leur poids.

**► Exprimer les résultats :**

3. Calculez le coefficient de proportionnalité et écrivez la relation mathématique qui lie la masse à l'intensité du poids.



voir méthode p. 226

# Entre la masse et le poids ?

OBJECTIF

## B Étudier les variations du poids

### ► CAPACITÉ : Étudier des documents

Le coefficient de proportionnalité entre l'intensité du poids et la masse est noté  $g$  en physique, et on l'appelle l'intensité de la pesanteur. Elle s'exprime en newton par kilogramme.

	CHAMONIX Altitude : 1 000 m Latitude* : 44° nord	MONT BLANC Altitude : 4 800 m Latitude* : 44° nord	PÔLE NORD Altitude : 0 m Latitude* : 90° nord	KOUROU Altitude : 0 m Latitude* : 5° nord
$g$ (en N/kg)	9,80	9,79	9,83	9,78

### ▲ a. Mesures de l'intensité de la pesanteur, $g$ , en différents lieux sur Terre.

	Lune	Mercure	Mars	Vénus	Terre	Saturne	Jupiter
Masse (en kg)	$7,3 \cdot 10^{22}$	$3,3 \cdot 10^{23}$	$6,4 \cdot 10^{23}$	$4,9 \cdot 10^{24}$	$6,0 \cdot 10^{24}$	$5,7 \cdot 10^{26}$	$1,9 \cdot 10^{27}$
$g$ (en N/kg)	1,6	2,9	3,6	8,3	9,8	11,5	26,0

### ▲ b. Mesures de l'intensité de la pesanteur, $g$ , sur différentes planètes.



À partir des données rassemblées dans les tableaux ci-dessus, pouvez-vous déterminer les paramètres selon lesquels  $g$  varie ?

## Guide de travail

### ► Résumer :

1. De quels paramètres dépend  $g$  sur Terre ?
2. Comment varie  $g$  en fonction de la masse des planètes ?

### ► Analyser :

3. Aidez-vous de la citation de Newton pour expliquer pourquoi  $g$  est plus petit en haut du mont Blanc.
4. Sachant que la Terre est plus plate aux pôles, expliquez pourquoi  $g$  est plus petit à Kourou qu'au pôle Nord.
5. Expliquez pourquoi  $g$  est plus petit sur la Lune que sur Terre.

### ► Conclure :

6. Comparez le poids de Dupont et Dupond sur la Lune et sur la Terre. Pouvez-vous expliquer leurs bonds ?

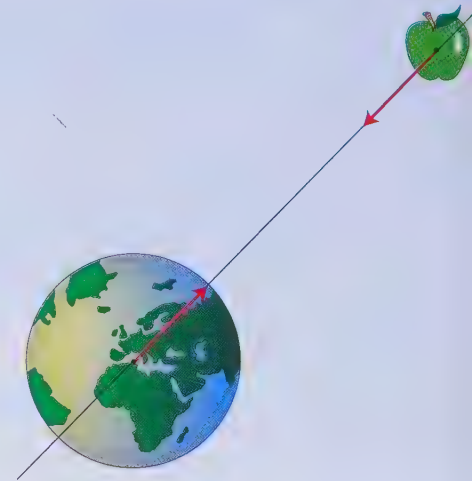
## Mini-dico

**Latitude :** distance angulaire, exprimée en degrés, qui sépare un lieu de l'équateur.

## 1 Interaction gravitationnelle

- Newton a établi la loi de l'**interaction gravitationnelle**, qui s'applique aussi bien à l'interaction entre deux corps quelconques qu'entre un corps et la Terre ou bien encore entre une planète et le Soleil. Il s'agit d'une interaction universelle.
- L'interaction gravitationnelle est **attractive**, elle s'exerce, à **distance**, entre deux corps massiques.
- L'interaction gravitationnelle entre deux corps est caractérisée par :
  - une **intensité**, proportionnelle à la masse et inversement proportionnelle à la distance qui les sépare ;
  - une **direction** définie par la droite qui relie les centres des corps et orientée d'un corps vers l'autre.
- L'attraction exercée par un premier corps sur un second corps est égale à l'attraction exercée par le second corps sur le premier. C'est une **action réciproque**.
- Cette interaction peut être comparée à celle qui s'exerce entre deux aimants ou à une fronde.

1 p. 160-161



L'interaction gravitationnelle entre une pomme et la Terre.

## 2 Masse et poids

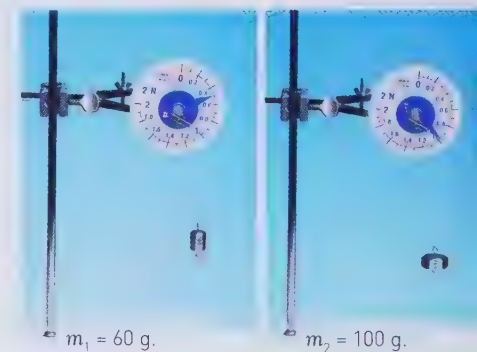
- Le poids et la masse sont deux grandeurs différentes.
- La **masse** mesure la quantité de matière constituant un corps. Elle se mesure avec une balance et son unité est le kilogramme. C'est une grandeur qui ne dépend pas de la position ou du mouvement du corps.
- Le **poids** est l'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un corps de masse  $m$  situé à sa proximité. Il est caractérisé par :
  - son **intensité**, mesurée avec un dynamomètre, en newton (N) ;
  - sa **direction** (verticale, parallèle au fil à plomb) ;
  - son **sens** (vers le sol).
- On représente généralement le poids par une flèche, dont l'origine est positionnée au centre du corps sur lequel il s'applique. Sa direction et son sens sont celles du poids (verticale vers le bas). La longueur de la flèche est proportionnelle à l'intensité du poids.
- L'intensité du poids est reliée à la masse par un facteur de **proportionalité**, appelé **intensité de la pesanteur** et notée  $g$ . Sa valeur est d'environ 10 N/kg à proximité de la Terre. Cette relation s'écrit :

$$P = mg$$

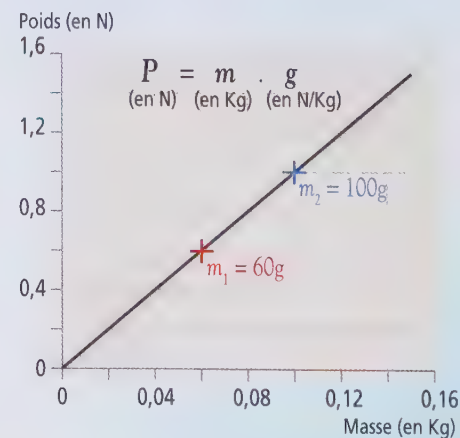
en N      en kg      en N/kg

- Sur Terre, l'intensité de la pesanteur diminue avec l'altitude et augmente avec la latitude. Le poids d'un corps varie donc en fonction du lieu où il se trouve.
- L'intensité de la pesanteur varie aussi d'une planète à l'autre : plus la planète est massive, plus l'intensité de la pesanteur est élevée. Le poids d'un corps est donc d'autant plus élevé qu'une planète est massive.

3 p. 164-165



Mesures de poids réalisées à Lyon.



La masse et le poids d'un objet sont proportionnels.

## → par l'image

### Masse et poids : deux grandeurs différentes

#### La masse



La masse mesure la quantité de matière d'un corps

Elle ne varie pas selon le lieu



#### Le poids



Sur Terre

Le poids est caractérisé par trois paramètres :

- son intensité
- sa direction (la verticale)
- son sens (vers le bas)

Il varie selon le lieu où l'on se trouve



Sur la Lune

### La masse et l'intensité du poids sont proportionnelles

$$P = m \cdot g$$

Le poids (en N)
La masse (en kg)
L'intensité de la pesanteur (en N/kg)

## → par le texte

- L'interaction gravitationnelle est une interaction attractive, s'exerçant à distance entre deux corps, proportionnelle aux masses des deux corps et inversement proportionnelle au carré de leur distance. (Co)
- Le poids est l'interaction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur tout corps à sa proximité. Il est caractérisé par sa direction (verticale), son sens (vers le bas) et son intensité. (Co)
- $P = m \times g$ , où  $P$  est le poids en newton (N),  $m$  est la masse en kg et  $g$  est l'intensité de la pesanteur, de l'ordre de 10 N/kg à proximité de la Terre. (Co)
- La masse d'un corps est constante, alors que son poids varie en fonction du lieu (son altitude et sa latitude), tout comme l'intensité de la pesanteur. (Co)

(Co) : connaissance, (Ca) : capacité, (At) attitude.

### Mots nouveaux

**Poids** : interaction gravitationnelle exercée par la Terre (ou une autre planète) sur tout corps à proximité.

**Intensité de la pesanteur** : coefficient de proportionnalité qui relie la masse et l'intensité du poids d'un objet.

**Masse** : mesure (en kg) de la quantité de matière constituant un corps.

## Connaissances

### Je dois connaître

- l'attraction gravitationnelle et ses effets → ex. 1, 2 ;
- la définition du poids → ex. 3, 4 ;
- la différence entre le poids et la masse → ex. 4, 5, 6 ;
- la relation de proportionnalité entre le poids et la masse → ex. 7.

### 1 Interaction entre masses

1. Comment s'appelle l'interaction entre deux corps ?
2. Citez des exemples d'objets qui subissent cette interaction.
3. De quels paramètres dépend-elle ?

### 2 La pomme et la Terre

Lorsque la pomme tombe, elle subit l'attraction gravitationnelle de la Terre.

1. La Terre ressent-elle l'attraction gravitationnelle de la pomme ?
2. Comment appelle-t-on cette propriété ?

### 3 Expérience de Newton

1. Sur ce dessin, pourquoi la pomme tombe-t-elle sur Newton ?
2. Quel nom donne-t-on à cette action exercée sur la pomme ?
3. Qu'est-ce qui l'exerce ?



### 4 Masse et poids

1. De quoi dépend la masse d'un objet ?
2. Quelles sont les caractéristiques du poids d'un objet ?

### 5 Verticalité

1. Quelle est la définition de la verticale ? Avec quel instrument peut-on la visualiser ?
2. Avec quel matériel pourriez-vous fabriquer un tel instrument chez vous ?

### 6 Mesurer le poids et la masse

1. Avec quel appareil mesure-t-on une masse ? Quelle est l'unité associée dans le système international ?
2. Avec quel appareil mesure-t-on un poids ? Quelle est l'unité associée ?

### 7 Relation entre masse et poids

1. Quelle est la relation mathématique entre poids et masse ?
2. Quels sont le nom et l'unité de la grandeur  $g$  définie à partir de cette relation ?

### 8 Dynamomètre

1. Que mesure un dynamomètre ?
2. La valeur mesurée pour le sac à dos de Samuel sera-t-elle la même si elle est effectuée au sommet du téléphérique de l'aiguille du Midi (altitude : 3 842 m) ou au départ de Lyon ?

### 9 Balles de tennis

1. Retrouvez la célèbre phrase de Newton.
2. Deux balles de tennis posées au sol à 50 cm l'une de l'autre exercent-elles une action l'une sur l'autre ?
3. Une balle de tennis au sol exerce-t-elle une action sur le joueur qui va la ramasser ?

### 10 Gravité et magnétisme

1. L'interaction gravitationnelle entre deux corps est-elle toujours attractive ?
2. L'interaction entre deux aimants est-elle toujours attractive ?
3. Citez deux comportements (un commun et un différent) de l'interaction gravitationnelle et de l'interaction magnétique.



## Capacités

### Je dois être capable de

- expliquer les analogies entre le mouvement de la fronde et celui des planètes → ex. 12, 13 ;
- maîtriser la relation entre le poids et la masse → ex. 14, 17.

### 11 Des exemples d'actions

Citez quelques exemples d'interaction à distance et de contact.

### 12 La fronde

Une fronde est une arme de jet composée d'un morceau de cuir souple dans lequel est placé un projectile. Des lanières sont attachées de chaque côté du morceau de cuir. On veut détailler l'analogie qui existe entre un lancer avec une fronde et le mouvement d'une planète du système solaire.

1. Dans le cas de la fronde, qui joue le rôle du Soleil ? Celui de la planète ?
2. Dans le système solaire, qu'est-ce qui joue un rôle similaire à celui des lanières ?
3. Quel est le mouvement du projectile avant le lâcher ? Comparez-le à celui d'une planète.

# EXERCICES

## 13 Lancer de marteau

Sophia découvre le lancer de marteau lors de son entraînement d'athlétisme.

En vous aidant de l'analogie entre la fronde et le mouvement des planètes, rédigez un court texte expliquant celle entre le lancer de marteau et le mouvement des planètes.



## 14 L'interaction gravitationnelle

Comment varierait l'interaction exercée par la Terre sur un satellite :

- si la masse de la Terre était doublée ?
- si la masse du satellite était doublée ?
- si le satellite était deux fois plus loin de la Terre ?

## 15 Masse et gravité

- Comparez la masse de la Terre à celle d'un être humain.
- Pourquoi peut-on négliger l'attraction gravitationnelle entre deux êtres humains devant l'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur l'un d'eux ?

## 16 Apesanteur

- À quelles forces sont soumises les planètes qui tournent autour du Soleil ?
- À quelles forces est soumise une station spatiale en orbite autour de la Terre ? Et un spationaute dans sa station ?
- Expliquez alors pourquoi les spationautes flottent dans leur vaisseau spatial.
- Peuvent-ils déterminer la direction verticale ?



## 17 Premiers pas sur la Lune

En juillet 1969, Neil Armstrong pose un pied sur le sol lunaire : c'est le premier pas d'un homme sur la Lune. En quittant la Terre, son poids était de 85 N.

- Quelle était sa masse sur Terre ?
- Quelle est sa masse sur la Lune ? Et son poids ?
- Expliquez la démarche étrange qu'il a lors de ses déplacements lunaires.



## Attitudes

### 18 Différence entre masse et poids

► Sens de l'observation



Sur cet emballage, l'indication est fautive. Expliquez pourquoi et corrigez-la.

### 19 Le système GPS

► Intérêt pour les progrès scientifiques et techniques

- Que signifie le sigle GPS ?
- À quelle interaction sont soumis les éléments qui le composent ?
- Pourquoi peut-on négliger l'interaction entre ces éléments ?

### 20 Toujours plus léger

► Avoir une attitude responsable face à l'environnement

Les Formules 1 génèrent une pollution très importante. La course à la performance peut, dans certains cas, donner lieu à des développements technologiques qui pourraient s'avérer utiles pour la préservation de l'environnement. Par exemple, les moteurs de Formules 1 sont plus légers que ceux d'une voiture familiale, bien que beaucoup plus puissants. Un peu du savoir-faire acquis dans les stands pourrait potentiellement permettre de faire diminuer la consommation d'essence de nos voitures.

- Comment les avancées technologiques des moteurs de Formule 1 pourraient faire baisser la consommation des voitures familiales ?
- À votre avis, quels sont les impacts positifs et négatifs des Formules 1 sur l'environnement ?

### 21 Verticalité

► Curiosité et créativité

Paul veut changer le papier peint de sa chambre.

- Quel instrument doit-il utiliser pour que les lacs du papier peint soient bien verticaux ?
- Comment pourrait-il fabriquer un tel instrument ?

# EXERCICES

## S'évaluer

Comptez le nombre d'étoiles que vous avez obtenu dans les trois catégories : Connaissance (Co) ; Capacité (Ca) ; Attitude (At).

→ Correction p. 228

### Exercice 22 (10★)

#### 1 Réviser :

- Quelle est la relation entre le poids et la masse ? Précisez les unités. ....
- Comment s'appelle le coefficient de cette relation et quelle est sa valeur approximative ? ....

#### 2 Résoudre un problème :

D'après la définition de Newton, l'interaction gravitationnelle entre deux corps peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$F = G \cdot \frac{m \cdot m'}{r^2}$$

où  $m$  et  $m'$  sont les masses des deux corps,  $r$  la distance entre les centres de ces deux corps et  $G$ , la constante d'interaction gravitationnelle.

Pourriez-vous montrer, grâce à cette relation, que le poids d'une pomme n'est autre que l'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la pomme ?

(Aide : reportez-vous à la page 147.)

#### Une méthode

- Associez à  $m$  et  $m'$  leurs valeurs respectives. ....
- Quelle valeur approximative peut-on donner à  $r$ , sachant que la pomme est proche du sol ? ..
- Si le poids de la pomme et l'interaction exercée par la Terre sur la pomme sont identiques, quelle relation mathématique pouvez-vous écrire ? .....
- Déduisez-en une expression de l'intensité de la pesanteur  $g$ . Cette expression dépend-elle de l'objet pesé ? .....
- Sachant que  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ , déduisez-en une valeur de  $g$ . ....
- Qu'en concluez-vous ? .....

- Réfléchir :** Pourrait-on parler de la chute de la Terre sur la pomme ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
★			
★			
	★		
	★		
	★		
	★		
	★		
	★		
★		★	
3	6	1	10

### Exercice 23 (10★)

#### 1 Réviser :

- Quelle est la forme d'une planète ? .....
- Comment varie l'interaction gravitationnelle quand un corps s'éloigne du corps avec lequel il interagit ? .....

#### 2 Résoudre un problème :

Thomas et Marie ont décidé de faire un long périple en voiture.

Marie parie avec Thomas que la consommation d'essence au kilomètre sera plus importante aux alentours de Helsinki, leur ville d'arrivée, qu'aux alentours de Tombouctou, leur ville de départ.

Quel est le raisonnement de Marie ?

(Aide : la Terre n'est pas parfaitement sphérique mais ressemble un peu à une mandarine.)

#### Une méthode

- Comment évolue la distance entre la voiture et le centre de la Terre d'une ville à l'autre ? ..
- Comment varie l'intensité de la pesanteur entre ces deux endroits ? .....
- Où le poids de la voiture est-il le plus grand ? Sa masse a-t-elle varié ? .....
- Quel est l'effet du poids de la voiture sur la consommation au kilomètre ? .....
- Pouvez-vous maintenant expliquer le raisonnement de Marie ? .....

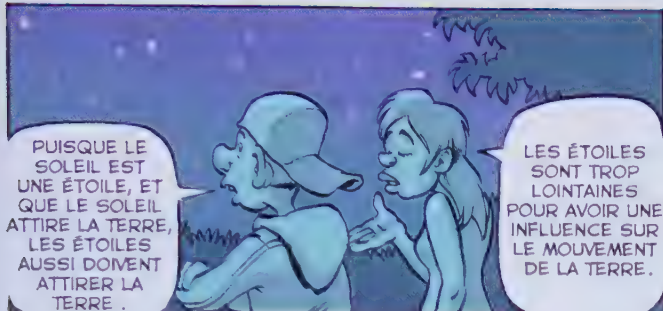
- Réfléchir :** Marie a-t-elle raison de parier ? Pouvez-vous trouver d'autres causes qui pourraient modifier la consommation de la voiture ? .....

Co	Ca	At	TOTAL
★			
★			
	★		
	★		
★			
		★	
★	★		
		★	
5	3	2	10

# EXERCICES

## Pour aller plus loin

### 24 Alpha du Centaure



1. L'interaction gravitationnelle est proportionnelle à  $\frac{1}{r^2}$  ( $r$  étant la distance entre la Terre et l'étoile). À quelle distance de la Terre devrait se situer une étoile de même masse que le Soleil pour exercer une force cent fois inférieure à celle du Soleil ?
2. Une des étoiles les plus proches du Soleil (Alpha du Centaure, approximativement de même masse) est située à 4,4 années-lumière de la Terre, c'est-à-dire à 41 milliards de kilomètres. Que pouvez-vous dire de l'interaction exercée par cette étoile sur la Terre ? (Aide : rappelez-vous que le Soleil est à 150 millions de kilomètres de la Terre.)

### 25 Chute d'une pomme

Une pomme de 200 g tombe d'un arbre.

1. Calculez son poids si le pommier est à Paris.
2. Même question si le pommier se trouve en Guyane.



### 26 Élève étourdi

Au cours d'une séance d'exercice, Titouan a laissé son tableau tel quel.

	Terre (Paris)	Mars	
g (N/kg)			26,0
m (kg)			
P (N)		270	

Pouvez-vous l'aider à le remplir, en vous aidant des données de l'activité 3 p. 165 ?

### 27 Dynamomètre ou pèse-personne ?



Un pèse-personne est composé d'un plateau relié à un ressort qui se comprime en fonction de l'intensité du poids qui lui est appliqué.

1. Quelles sont les similitudes entre un pèse-personne et un dynamomètre ?
2. Quelles modifications devrait-on apporter à un dynamomètre pour connaître la masse d'un corps ?

### 28 La valise

Enguerrand pense que, quand il porte sa valise, l'interaction entre sa main et la valise est d'autant plus forte que la valise est lourde.

Géraud pense que l'interaction entre sa main et la valise est toujours la même car la valise est toujours portée à la même hauteur, qu'elle soit légère ou lourde.

Qu'en pensez-vous ?

### 29 Poids dans l'espace

1. Si un spationaute se trouve dans l'espace (loin de la Terre et de la Lune), l'attraction gravitationnelle exercée sur lui est-elle plus ou moins élevée que lorsqu'il est sur Terre ? Pourquoi ?
2. Quel est le rapport entre l'interaction que subit un spationaute lorsqu'il est sur Terre et l'interaction qu'il subit à 400 km d'altitude ? On rappelle que le rayon de la Terre est de 6 400 km.
3. Peut-on dire que le poids du cosmonaute est nul quand il est en apesanteur ?

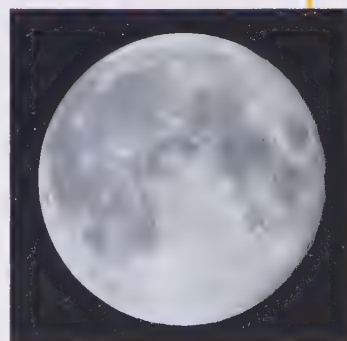


### 30 Mesures sur la Lune

Lors d'un séjour sur la Lune, les mesures suivantes de différents objets ont été effectuées :

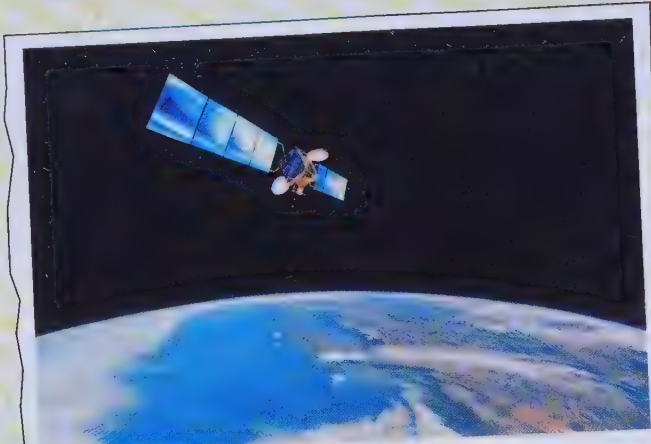
Masse $m$ (en kg)	0,10	0,15	0,30	0,40	0,50
Poids $P$ (en N)	0,16	0,24	0,48	0,64	0,80

1. Tracez la courbe correspondante à l'aide d'un tableur.
2. Que constate-t-on ? Quelle relation peut-on en déduire entre  $P$  et  $m$  sur la Lune ?
3. Calculez le coefficient directeur de la droite. Quel est son nom ?
4. Tracez une courbe de tendance et faites afficher l'équation sur le graphique. Retrouvez-vous la valeur que vous avez calculée ?



# EXERCICES

## 31 Envoi en orbite



Un objet lancé horizontalement tombe sur Terre après avoir décrit une courbe. Plus la vitesse qui lui est donnée est grande, plus la courbe décrite sera longue et plus cet objet tombera loin de son point de lancement. Lorsque cet objet est lancé à 7,9 km/s, sa trajectoire devient circulaire et il ne retombe pas sur Terre. Il pourrait tourner autour de la Terre indéfiniment si l'air ne le freinait pas. Pour ne plus être freiné par l'atmosphère, il faut placer un satellite à 200 km d'altitude au minimum.

1. Que se passe-t-il lorsque la vitesse de l'objet est inférieure à 7,9 km/s ?
2. À quelle force est soumis chaque objet sur Terre ? À votre avis, que compense la vitesse de 7,9 km/s ?
3. Pourquoi le satellite n'est-il plus freiné au-dessus de 200 km d'altitude ?
4. Que se passerait-il si la Terre était plate ?

## 32 Un problème de réglage

Théo part en vacances en Équateur. Il utilise son dynamomètre avec une masse marquée, mais celui-ci indique une valeur différente de celle de Paris. Déçu, il le range pensant que son dynamomètre s'est dérégulé.

Pourquoi Théo a-t-il tort ?

## 33 Poids sur Mars



La sonde Mars Pathfinder a envoyé un robot sur Mars en 1997 pour analyser les roches. Le robot avait une masse de 10,5 kg et un poids de 39 N sur Mars.

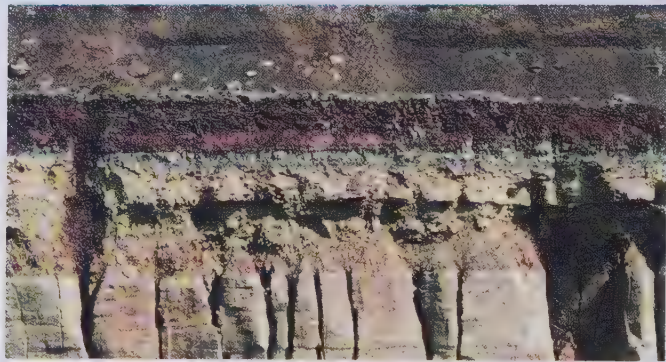
1. Calculez l'intensité de la pesanteur  $g$ , sur Mars.
2. L'interaction gravitationnelle est-elle plus importante à la surface de la Terre ou à la surface de Mars ?

## 34 Peser des calories

Esther veut connaître la masse exacte de sa portion de haricots verts afin d'en calculer le nombre de calories. Sur la boîte de conserve est indiqué : « Poids net égoutté : 155 g ».

1. Comment peut-elle connaître la masse de légumes ?
2. Sachant qu'une portion de 100 g d'haricots verts apporte 20 kCal, combien de kilocalories va-t-elle ingurgiter ?

## 35 Croûte terrestre et densité



La croûte terrestre est composée de roches ayant des densités différentes. En voici quelques exemples.

- Densité des calcaires : 2,4 à 2,8.
- Densité des sédiments : 1,8 à 2,0.
- Densité des péridotites : 3,2 à 3,4.

Selon la composition du sol, on note des variations de l'intensité de la pesanteur à la surface.

1. Cherchez la signification du terme « densité ».
2. Expliquez l'effet de la composition de la croûte terrestre sur l'intensité de la pesanteur.

## 36 La chute d'un corps selon Aristote

« Une pierre tombe, car c'est dans sa nature de se diriger vers le bas. »

Extrait de *Physique* d'Aristote

1. Cherchez qui était Aristote et à quelle époque il vivait.
2. Comment explique-t-on aujourd'hui la chute d'une pierre ?
3. La nature de l'objet est-elle en cause ? Justifiez votre réponse.

## 37 Principe d'Archimède



Français

On raconte qu'en prenant son bain, Archimède, physicien grec du III<sup>e</sup> siècle avant J.-C., a découvert son fameux principe et se serait écrié « Eurêka ! » (« j'ai trouvé »).

« Tout objet plongé dans un liquide subit une force, verticale et vers le haut, égale au poids du liquide déplacé. »

En vous aidant de ce principe, expliquez pourquoi porter quelqu'un dans l'eau est beaucoup plus facile que dans l'air.

Utilisez des conjonctions de coordination comme : **et**, **car**, **donc**.

# EXERCICES



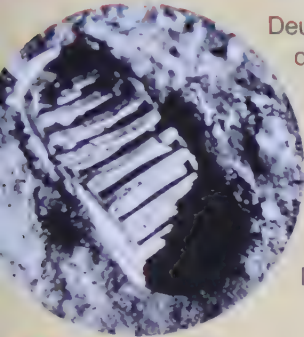
## INVESTIGATION

## MÈNE L'ENQUÊTE

### 38 Défi

→ À votre avis, la Lune est-elle attirée par la Terre ou par le Soleil ?

### 39 Une empreinte



Deux experts de la police scientifique ont reçu cette empreinte.

L'un affirme que la personne qui porte ces étranges bottes a une masse de 180 kg ; l'autre, offusqué, prétend qu'une personne d'un tel poids ferait des empreintes beaucoup plus profondes.

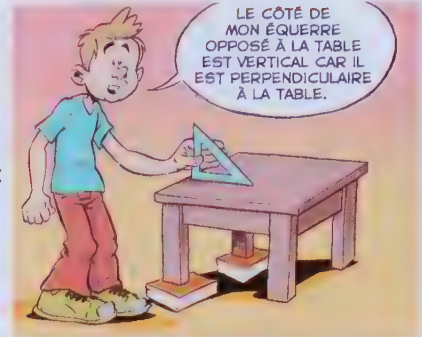
Lequel des deux experts a raison ?

#### Démarche

1. À votre avis, où cette photographie a-t-elle été prise ?
2. L'un des deux experts confond poids et masse. Lequel ?

### 40 Équerre et verticale

→ Le raisonnement de Klaar est-il correct ?



### 42 Une balance dans l'espace



→ Pour mesurer une masse sur la Lune, vaut-il mieux apporter une balance type « pèse-personne » ou bien une balance à plateau de type Roberval ?



## Une expérience simple et amusante

### Fabriquer son dynamomètre

#### Matériel

- deux planches
- des masses marquées
- des clous
- une feuille blanche
- un ressort

#### Fabrication

- Fixez les deux planches l'une à l'autre. La petite planche va servir de pied à la grande qui doit tenir verticale.
- Plantez le grand clou à l'extrémité de la planche verticale et suspendez-y le ressort.
- Collez la feuille blanche le long du ressort.
- Marquez la longueur du ressort et notez la valeur 0 N.
- Répétez l'opération en suspendant successivement des masses de 100, 200, 300, puis 500 g et en marquant les valeurs 1N, 2 N, 3 N puis 5 N.
- Votre dynamomètre est prêt, vous pouvez le tester.



1. Quelle relation permet de déterminer qu'une masse de 100 g correspond à un poids égal à 1 N ?

Avec l'interaction gravitationnelle de Newton, on a cru pouvoir expliquer tous les phénomènes qui nous entouraient. Mais au  $xx^e$  siècle, les expériences sur l'atome ont conduit à la découverte de nouvelles interactions.



## Histoire Isaac Newton

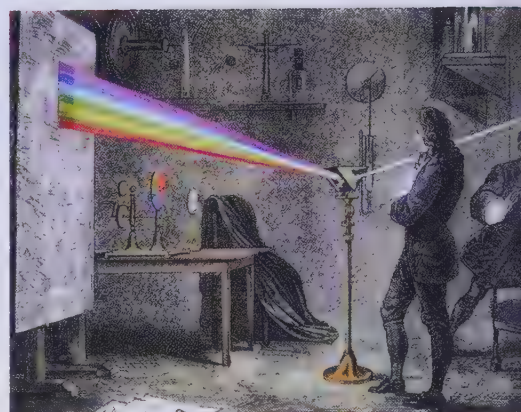
La contribution scientifique d'Isaac Newton ne se résume pas à la découverte de la gravitation universelle.

En 1666, il prouve (grâce à un prisme placé devant un trou dans son volet) que la lumière blanche est un mélange de plusieurs couleurs.

En 1669, il construit le premier télescope (20 cm de long) et obtient des images neuf fois plus grandes que celles obtenues jusqu'alors avec une lunette (80 cm de long).

En 1686, Newton publie deux volumes de l'ouvrage *Principia mathematica philosophae naturalis* où il explique sa théorie de la gravitation et les lois qui gouvernent les mouvements (qu'on appelle, depuis, les lois de Newton). Il confirme ainsi les lois du mouvement des planètes établies par Kepler et, par ses calculs, prévoit l'aplatissement de la Terre aux pôles et la trajectoire de la comète de Halley (l'un de ses rares amis).

C'est la naissance de la mécanique newtonienne qui durera environ deux cents ans, jusqu'aux travaux d'un certain Albert Einstein sur la relativité du mouvement.



### Questions

1. Cherchez les dates de vie et de mort d'Isaac Newton.
2. Quelle est la principale différence entre un télescope et une lunette astronomique ?



## Santé Le corps humain en apesanteur

Un corps est en état d'apesanteur quand il a une vitesse suffisante pour échapper à la gravitation. C'est le cas des astronautes dans l'espace.

En apesanteur, les déplacements ne s'effectuent pas en marchant, mais en flottant. Pour boire, il faut utiliser une paille pour aspirer le liquide...

Malheureusement, les muscles s'atrophient rapidement car ils sont moins sollicités que sur Terre. Les os sont fragilisés et la circulation sanguine perturbée.

Contrairement aux spationautes, les pilotes de chasse peuvent être soumis à des forces équivalentes à 9 fois l'intensité de la pesanteur. Ce qui provoque une terrible sensation d'écrasement, mais également un transfert de la masse sanguine de la tête vers les jambes. C'est pourquoi les pilotes revêtent une combinaison spéciale, dont le pantalon « anti-g », qui se gonfle automatiquement, comprimant fortement les cuisses afin de limiter le mouvement du sang et éviter que le pilote ne s'évanouisse.



### Questions

1. En état d'apesanteur, un corps est-il soumis à une ou à plusieurs forces ?
2. Montrer en quoi le corps humain est « adapté » à la pesanteur terrestre.



C. Maxwell, le père de l'électromagnétisme moderne.

## Vie quotidienne

## Les interactions fondamentales

Il n'existe dans la nature que quatre type d'interactions.

- **La gravitation** : c'est l'interaction qui nous est la plus familière car nous ressentons ses effets en permanence, mais c'est aussi la plus faible.

- **L'interaction électromagnétique** : elle s'exerce entre particules chargées électriquement. Elle est responsable des phénomènes électriques, magnétiques, de la lumière et de réactions chimiques et biologiques.

- **L'interaction forte** : c'est l'interaction la plus puissante. Elle agit au niveau du noyau des atomes et permet leur cohésion.

- **L'interaction faible** : appelée ainsi car elle est environ 10<sup>5</sup> fois plus faible que l'interaction forte. Elle s'exerce entre les particules élémentaires constituant la matière. Elle est responsable de la radioactivité de certains atomes et de l'existence des réactions thermonucléaires dans le Soleil.



E. Fermi, dont les travaux ont contribué à la compréhension de l'interaction faible

### Questions

1. Cherchez la signification des termes radioactivité et thermonucléaire.
2. Pourquoi ne ressent-on que la force de gravitation alors qu'elle est la plus faible ?

## MÉTIER Technicien en métrologie



Olivier (26 ans)

- Salarié
- BTS « Techniques physiques pour l'industrie et le laboratoire »

### SOIGNER LES APPAREILS DE LABORATOIRE

« Les chercheurs et les industriels utilisent des appareils de mesure et d'analyse de haute précision. Ils doivent pouvoir compter sur des résultats fiables !

Je me déplace chez eux afin de vérifier le réglage des outils de la marque que je représente ou pour effectuer des réparations.

J'ai commencé par m'occuper de balances, puis on m'a confié de nouvelles responsabilités.

Je m'occupe d'une gamme plus large d'appareils (titrateurs, réfractomètres, densimètres) et je démarcherai de nouveaux clients pour développer mon secteur.

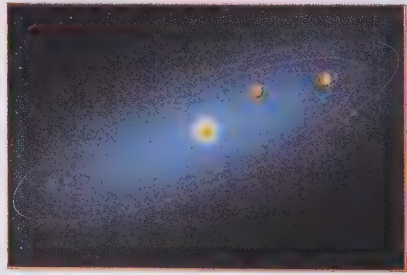
« Les chercheurs doivent pouvoir compter sur des résultats fiables !

Les qualités requises pour ce métier sont la minutie, l'autonomie et un bon relationnel. J'aime particulièrement le contact avec mes clients. C'est très motivant. »



Propos recueillis par Camille et Guillaume ■

À la fin du collège, vous devez avoir acquis un certain nombre de compétences en physique. Ces compétences sont récapitulées dans ces tableaux.

## Les connaissances

	en 5 <sup>e</sup>	en 4 <sup>e</sup>	en 3 <sup>e</sup>
<b>Lumière et signaux lumineux</b>	<p>Les sources de lumière qui produisent leurs propres lumières et celles qui les diffusent</p> <p>Le fait que la lumière se propage en ligne droite dans un milieu transparent et homogène et le modèle du rayon de lumière</p> <p>L'explication des ombres et des éclipses dans le système « Soleil-Terre-Lune »</p>	<p>La chaîne émission (émetteurs), propagation (vitesse et milieu), réception (récepteurs) pour tout signal</p> <p>L'interaction lumière-matière-œil-cerveau, expliquant la couleur des objets</p> <p>La synthèse additive de lumières colorées</p> <p>La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide</p> <p>Les lentilles convergentes (ou divergentes) et quelques-unes de leurs propriétés</p> <p>La formation d'une image au travers d'une lentille convergente</p>	
<b>Vitesse, mouvement et interaction</b>	<p>Le système « Soleil-Terre-Lune »</p>		<p>Le système solaire et quelques unes de ses caractéristiques</p>  <p>L'interaction gravitationnelle gouverne tout l'univers</p> <p>La différence entre le poids et la masse d'un corps</p>

## Les capacités expérimentales et les règles de sécurité

Techniques expérimentales	Tests chimiques ou physico-chimiques	Sécurité
<p><b>Visualiser</b> un faisceau de lumière par diffusion</p> <p><b>Réaliser une expérience</b> permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de modéliser une éclipse en faisant apparaître les zones d'ombre et de pénombre</li> <li>- de décomposer une lumière en utilisant un prisme ou un réseau</li> <li>- de prévoir et vérifier expérimentalement la position et la forme des ombres dans le cas d'une source ponctuelle</li> </ul> <p><b>Utiliser des filtres et des écrans</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour obtenir des lumières colorées et les additionner</li> <li>- pour mettre en évidence que la couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il reçoit et de la lumière qu'il absorbe</li> </ul> <p><b>Obtenir</b> avec une lentille convergente l'image d'un objet sur un écran</p> <p><b>Trouver expérimentalement</b> et visualiser le foyer d'une lentille convergente et estimer sa distance focale</p> <p><b>Réaliser une expérience</b> expliquant et corrigeant les défauts de l'oeil</p> <p><b>Vérifier expérimentalement</b> la relation entre le poids d'un objet et sa masse</p> <p><b>Réaliser</b> un montage expérimental permettant de déterminer la vitesse d'un corps lors de sa chute en différents instants</p>	<p><b>Distinguer</b> une lentille convergente d'une lentille divergente</p> <p><b>Utiliser</b> le test de l'aimant pour séparer les métaux qui contiennent du fer des métaux qui n'en contiennent pas</p> 	<p><b>Connaître les dangers</b> de l'observation directe du soleil à travers une lentille convergente</p> <p><b>Ne jamais pointer un laser vers l'œil d'une personne !</b></p>  <p><b>DANGER : LASER</b></p>

*Performances*

# Dans les coulisses du sport

Aujourd'hui, les sportifs de haut niveau ne se contentent plus des séances d'entraînement pour progresser. Ils s'appuient aussi sur des outils high-tech ultra spectaculaires... Revue de détail.

## FORCE SOUS SURVEILLANCE

Dans la course aux performances, les sportifs sont soumis à rude épreuve. Prenez, par exemple, un joueur de rugby. Au moment des mêlées, son corps se retrouve à pousser comme un forcené, tout en recevant en retour une méga-résistance de la part de ses adversaires. Dans un laboratoire de Compiègne, des chercheurs ont justement eu envie de mesurer ces forces pour savoir si elles risquaient d'être dangereuses pour la santé des sportifs. Pour ce faire, ils ont inventé un drôle d'appareil - au nom barbare de Rugbyor - qui permet de mettre les joueurs en condition de match : il s'agit d'une petite cage dans laquelle le joueur, bardé de capteurs, engage sa tête et pousse comme sur le terrain. Résultat ? Au moment de l'impact dans la mêlée, ils ont mesuré que le joueur exerçait pendant 0,2 seconde, une force comprise entre 3 000 et 7 000 newtons. C'est-à-dire l'équivalent environ d'une masse de 300 à 700 kilos ! Ce résultat - en première mondiale - devrait bientôt être peaufiné car les chercheurs planchent actuellement sur un second appareil qui simulera, cette fois, la poussée de l'équipe adverse...

Vite... toujours plus vite. Depuis des lustres, la devise des sportifs est la même. Mais les champions actuels ne se contentent plus seulement de répéter des exercices à l'infini pour progresser... Ils profitent également de travaux scientifiques inédits menés dans certains laboratoires. Foot, ski, tennis, natation... Quasiment toutes les disciplines sportives font en effet l'objet de recherches pour trouver les gestes parfaits à viser si l'on veut espérer progresser en sport. Dans une soufflerie à Marseille, par exemple, des skieurs sont installés sur une plate-forme et subissent artificiellement un vent de 200 km/h, envoyé par un tuyau géant ! Couverts de détecteurs de mouvements, ces sportifs vont simuler les gestes qu'ils feraient en compétition sur une vraie piste, et un ordinateur va déterminer en direct comment améliorer leurs positions pour gagner en vitesse ou en accélération. Dans un autre labo, ce sont des athlètes qui jouent les cobayes : perchés sur un tapis roulant, ils sont vêtus de capteurs et courent dans un faux stade, représenté sur un écran de type jeu vidéo. Ils doivent alors prendre leur élan pour sauter une haie virtuelle. Les

chercheurs, placés à côté d'eux, regardent si leur trajectoire (voir p. 148) est bonne et si leurs chaussures attaquent le sol dans une position correcte. En fonction de ces résultats, les sportifs peaufinent leurs gestes. Ailleurs encore, des chercheurs utilisent un cube virtuel géant où ils projettent en 3D des images de ballons qui arrivent avec des trajectoires différentes. Au centre de cette salle immersive, un gardien de but se prête au jeu : il doit repérer les ballons virtuels et anticiper un mouvement d'arrêt. L'objectif de cette expérience est d'analyser comment un goal, confronté à des tirs, arrive à prédire une trajectoire avec justesse. Chose étonnante : cette recherche menée dans un laboratoire du CNRS a conduit à une vraie surprise ! Quand des joueurs d'équipe professionnelle (comme le Milan AC ou l'OM...) ont subi le test, il s'est avéré que les gardiens n'étaient pas plus doués que n'importe quel débutant pour réussir cet exercice. L'expérience a donc permis de montrer toute la difficulté que rencontrent les gardiens de but quand il s'agit de prévoir une trajectoire en fonction du geste initial du tireur... Une vraie révélation sportive !

## Attraction

# Chute infernale

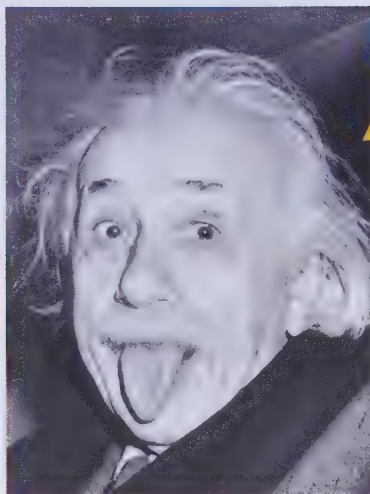
ça monte, ça monte, ça monte... Tout doucement, la nacelle de ce manège - le Gyro Drop - s'élève jusqu'à 70 mètres de haut. Arrivés au sommet, les passagers ont même le bonheur d'admirer de haut le parc d'attraction de Séoul (en Corée du Sud), la ville qui accueille cette impressionnante structure. Mais d'un seul coup : surprise ! L'anneau sur lequel les passagers sont assis tombe subitement dans le vide. C'est parti pour une belle séance de chute libre qui va durer quelques secondes... à la vitesse de 120 km/h ! Les passagers découvrent alors les lois de la gravité (voir p. 148), tout en criant jusqu'au sol. Sensation forte garantie !



## Un CHIFFRE !

# 13 millions d'euros

*C'est le prix de toilettes spatiales high-tech qui viennent d'être conçues spécialement pour s'adapter à l'apesanteur. Acheté par la Nasa, cet équipement recycle l'urine en eau potable. Il devrait être installé sur la station spatiale internationale.*



## il a dit

*La gravitation ne peut quand même pas être tenue responsable du fait que les gens tombent amoureux*

selon le célèbre physicien moustachu Albert Einstein, auteur de grands travaux sur la gravité en 1915.



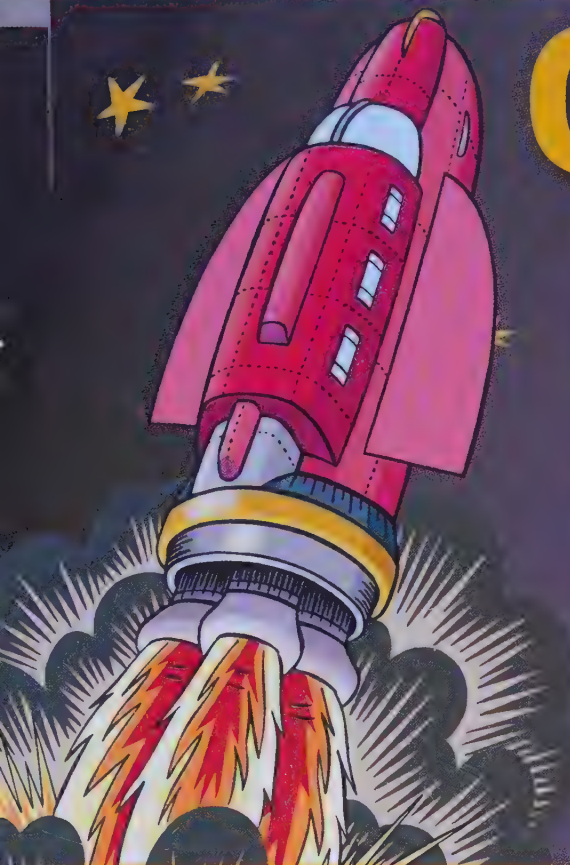
## Zoologie

# Il court sur l'eau...

Pas besoin d'être Jésus, un bateau ou un super héros pour se déplacer sur l'eau. Le basilic, un petit lézard d'Amérique centrale, a trouvé une astuce magnifique : des pieds en forme de palmes. Puisque avec des gambettes très fines, il aurait tendance à s'enfoncer dans l'eau sous l'effet de son propre poids (voir p. 166), il utilise une rangée d'écaillés située sur les bords de ses pattes, ce qui lui permet de bien répartir son poids sur l'eau. Résultat, dès qu'il a besoin de fuir un prédateur, il s'appuie sur ses pattes arrières, s'élance et sa vitesse le maintient hors de l'eau, pendant plusieurs secondes. Juste le temps de franchir des cours d'eau et de semer totalement ses ennemis. Il faut dire que ses performances sont impressionnantes : il file à 5 km/h au dessus des flots... Un vrai jet-ski sur pattes !

# OBJECTIF

**2030 : votre mission, si vous l'acceptez, sera de partir en expédition sur Mars. Attention, bouclez votre scaphandre, attachez vos sangles... C'est parti !**



## JOUR J : PARÉ AU DÉCOLLAGE ?

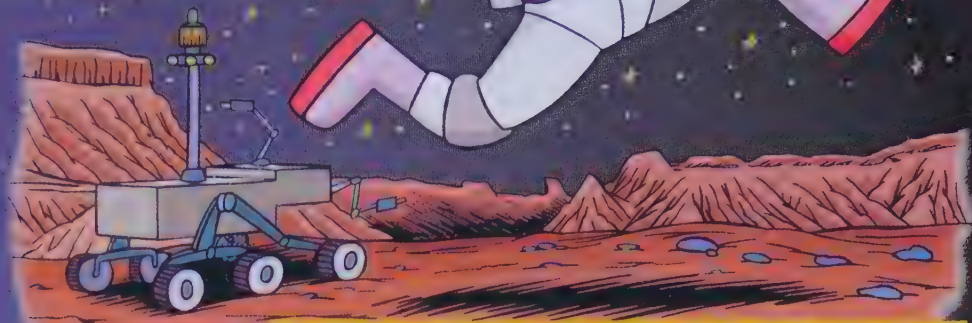
Trois, deux, un, zéro. Ça y est ! Les vibrations commencent à se faire sentir, le bruit devient assourdissant. Le vaisseau décolle et accélère de plus en plus. Son but : s'arracher à l'attraction terrestre (voir p. 148) pour éviter de retomber illico presto sur Terre. Pour cela, le vaisseau doit atteindre une vitesse supérieure à 40 554 km/h ! Derrière le hublot, vous n'en menez pas large car, pour vous extraire de l'attraction terrestre, vous subissez une accélération équivalente à 3g (voir p. 166). Imaginez, c'est comme si vous pesiez 3 fois votre poids terrien en quelques minutes !



## 1, 2, 3... REMUEZ

Huit minutes après le décollage, bizarre... Vous commencez déjà à flotter. Eh oui, dès que les moteurs de la fusée ont fini de vous pousser, vous êtes en vol libre dans le vide, à la même vitesse que votre vaisseau, en apesanteur. Ni haut, ni bas. Amusez-vous par exemple à envoyer un avion en papier sur votre copain de mission et vous verrez que l'avion ne retombe jamais. Ça, c'est plutôt drôle ! Ce qui l'est moins, c'est que vos muscles, n'ayant plus à lutter contre la pesanteur, vont vite devenir tout ramollos et atrophiés. Pour éviter de perdre tous vos biscotos dans le vaisseau, obligation donc de faire un peu de sport tous les jours. Au programme, deux heures de course sur un tapis roulant...

# MARS



## J + 6 MOIS : MARS EN VUE

Après ce long trajet, ça y est : la terre martienne est sous vos yeux. Les copains terriens sont bien loin, à plus de 100 millions de kilomètres de là. Dès les premières foulées martiennes, le contraste est saisissant : ici, la température oscille entre 0 °C à -120 °C. La pesanteur est équivalente à environ 4/10 de celle sur Terre. Vous aurez donc le bonheur de découvrir que vos 100 kg terrien sous un scaphandre ne font en fait que 38 kg sur Mars ! Maintenant, l'aventure martienne peut enfin commencer. Heureusement, l'exploration de ce monde mystérieux devrait bien vous occuper, parce que le retour sur Terre est prévu dans 18 mois seulement. Le temps que les deux planètes se rapprochent à nouveau suffisamment, afin d'économiser le carburant.

## UN VOYAGE A DORMIR DEBOUT

Pendant le vol, il n'y a ni lever ni coucher de soleil. En revanche, dès votre arrivée sur Mars, la journée durera 24 heures et 37 minutes parce que la rotation de cette planète est un chouïa plus lente que celle de la Terre (qui tourne, elle, en 24 heures). Pour prendre le bon rythme dès le début, vous allez donc vous caler tout de suite sur le cycle jour/nuit martien. Et, puisqu'il n'y a ni haut ni bas dans le vaisseau, vous allez simplement dormir debout... Avec un sac de couchage scotché par des sangles contre un mur pour éviter de vous réveiller en train de flotter dans la cabine !



## À TABLE...

Au menu aujourd'hui : salade de saumon, poulet-riz et cube de biscuits. Une petite soif ? Pas question évidemment d'ouvrir une bouteille d'eau car le liquide sortirait, en formant une colonie de gouttes en suspension. Les boissons à bord sont donc conditionnées dans des poches en plastique, équipées d'une paille et d'un clip. Le plateau-repas, lui, est accroché à votre pantalon par des bandes velcro. Maintenant, si une petite envie se fait sentir, direction les toilettes-aspirateurs. Ce sont des WC spéciaux qui accrochent immédiatement liquides et solides au centre de la cuvette pour éviter que tout le monde se fasse arroser...



## Pédologue

**La profession :** il est le spécialiste de l'étude des sols. Commerçant, ingénieur ou scientifique, son travail se fait sur le terrain où il prélève des échantillons, puis en laboratoire pour les analyser d'un point de vue physique, chimique et biologique. Son métier est avant de la prévention et de la gestion. Il cherche avec ses collègues pour se débarrasser des déchets et la pollution.

**La formation :** après une licence d'agronomie ou d'ingénieur (bac +5) ou diplôme de 3<sup>e</sup> cycle en sciences de la Terre.

**Le candidat idéal :** il doit posséder des capacités d'observation, d'analyse et de synthèse, mais aussi des capacités relationnelles. Il doit maîtriser l'utilisation des systèmes d'information géographique.

**Le temps de travail :** horaires normaux, aménagé surtout selon la nature des missions.

**Les débouchés :** le pédologue exerce au sein d'organismes de recherche (INRA), d'organisations professionnelles agricoles (Chambre d'agriculture) ou dans des sociétés, des cabinets et des bureaux d'étude.

# 6 métiers de la mécanique

Les métiers de la mécanique sont partout... On les trouvera aussi bien au pied des pistes de ski que sur la scène d'un crime.

## Technicien de police scientifique : section balistique

**La profession :** au sein d'un laboratoire spécialisé, il étudie les armes à feu et les munitions. Il détermine l'angle, la distance et la trajectoire d'un tir, établit le rapport entre les balles trouvées sur un lieu de crime et les armes utilisées...

**La formation :** DUT ou BTS en physique (bac +2), puis concours de la police nationale (spécialité balistique) suivi d'un stage de formation dans un laboratoire des sciences légales.

**Le candidat idéal :** il est minutieux, précis et rigoureux ! Sollicité par les policiers et les magistrats à la recherche de la vérité judiciaire, il n'a pas droit à l'erreur. Son sens de l'observation, son esprit logique et sa faculté de déduction lui permettent de comprendre le lien entre la pièce à conviction et la scène de crime.

**Le temps de travail :** il est régulièrement soumis à des permanences.

**Les débouchés :** dans l'un des cinq laboratoires de police scientifique (Lille, Lyon, Marseille, Paris ou Toulouse). Mais le recrutement sur concours se fait en fonction des besoins (biologie, chimie...); certaines années, aucun concours n'est organisé.

Des mots-clés pour une recherche efficace :

**Métier + mécanique :** tous les métiers de la mécanique

**Métier + astronomie :** des fiches sur les métiers d'astronome, de planétologue...

**Métier + géologie :** des informations sur les métiers de géologue, pétrologue...



# Grutier

**La profession :** le grutier est un technicien de chantier qualifié dans la conduite et la manœuvre de tous les engins de levage en hauteur. Il est chargé de diverses tâches comme la mise en place de la grue sur le chantier, le transport de charges lourdes et la vérification des systèmes de sécurité.

**La formation :** le CAP « Conduite d'engins, travaux publics et carrières », le BEP « Maintenance de matériels de travaux publics et de manutention », le BEP « Conducuteur d'engins de chantier de travaux publics » et le Bac Pro « Maintenance des matériels, option travaux publics et manutention ».

**Le candidat idéal :** il ne faut pas avoir le vertige, supporter les intempéries, avoir une parfaite maîtrise de soi, une excellente appréciation des distances et des volumes, être capable de prendre des décisions rapidement, et surtout... supporter la solitude.

**Le temps de travail :** le respect de délais peut amener à faire des heures supplémentaires, à travailler de nuit et à faire des déplacements en fonction des chantiers.

**Les débouchés :** on peut se spécialiser dans la manœuvre d'engins de plus en plus puissants ou dans le montage, voir remplir des responsabilités de chef d'équipe.

# Responsable du produit balances à usage industriel

**La profession :** il s'agit d'un responsable ayant des compétences techniques. Il est responsable de la commercialisation d'un type d'article ou d'une gamme entière. Nécessaire au catalogue de la vente.

**La formation :** accès par diplôme universitaire en commerce ou marketing (bac + 3). Il est recommandé de suivre une formation technique et technique. On recrute au sein des entreprises ou de la production peut être recruté par la voie de la promotion interne.

**Le candidat idéal :** autonome et engagé, il doit avoir une négociation commerciale et avoir des connaissances techniques. La maîtrise de l'anglais est indispensable.

**Le temps de travail :** horaires normaux.

**Les débouchés :** avec le développement des nouvelles technologies, les opportunités d'embauche sont plus nombreuses que pour des postes...  
souvent liés à la vente.

# Conducuteur de remontées mécaniques

**La profession :** un technicien au service du client, voilà qui résume bien le métier de conducuteur de remontées mécaniques. C'est lui qui aide les skieurs à embarquer et débarquer des télésièges et téléskis. Mais il assure également leur sécurité en contrôlant le bon fonctionnement de l'installation, qu'il dépanne en cas d'incident technique.

**La formation :** CAP « Transport par câbles et remontées mécaniques », Bac Pro « Maintenance des systèmes mécaniques automatisés ».

**Le candidat idéal :** quotidiennement au contact du client, il doit être ouvert, accueillant, et parler une ou plusieurs langues étrangères. Aimer le ski et la vie en montagne ne suffit pas, il est aussi essentiel de ne pas être fâché avec l'électricité et la mécanique !

**Le temps de travail :** il n'y a de la neige qu'en hiver ! Les conducuteurs de remontées mécaniques complètent donc ce travail saisonnier par une autre activité pendant les mois d'été.

**Les débouchés :** pendant longtemps, les stations de skis recrutait des conducuteurs de remontées mécaniques peu ou pas formés. Avec la technicité grandissante des installations, il est maintenant fortement recommandé de se professionnaliser.

# Technicien de pesage ou balancier

**La profession :** le balancier est un technicien qui vérifie, répare ou vend des instruments de pesage. Ces derniers nécessitent une vérification régulière et doivent être rendus conformes en cas de réparation, puisqu'ils sont réglementés et doivent répondre aux critères, très précis, de la norme en vigueur : justesse, sensibilité et fidélité.

**La formation :** il n'existe pas de formation spécifique, le métier s'apprend « sur le tas ». Cependant, les entreprises embauchent, pour les former, des techniciens (bac + 2) en électrotechnique, électromécanique ou mesures physiques.

**Le candidat idéal :** consciencieux et rigoureux, le balancier travaille avec précision et applique des procédures pointues pour respecter la réglementation.

**Le temps de travail :** horaires normaux. Les urgences existent parfois, en cas de panne d'instruments de pesage.

**Les débouchés :** les postes ne manquent pas. Le balancier travaille essentiellement dans les entreprises spécialisées dans le pesage. Des emplois existent aussi chez des frigoristes ayant une activité de pesage, des équipementiers de commerces alimentaires, ou des sociétés de vérification du matériel de chimie.

# L'énergie et ses transfo

Quel beau paysage,  
calme et tranquille.  
Et pourtant, il s'y cache  
une grande quantité d'énergie...



# nations

## S o m m a i r e

### DOSSIER L'énergie, une vue d'ensemble 186 à 197

- Pourquoi parler d'énergie ? 186-187
- Qu'est-ce que l'énergie ? 188-189
- Les ressources énergétiques 190-191
- Rien ne se perd, rien ne se crée 192-193
- Les différentes formes d'énergie 194-195
- Travail, chaleur et transformations de l'énergie 196-197

### Énergie et chimie 198 à 201

- Où se cache l'énergie chimique ? 198-199
- Piles et technologie 200-201

### Énergie et puissance électrique 202 à 205

- Énergie et puissance en électricité, une même notion ? 202-203
- Puissance fournie et puissance consommée 204-205

### Énergie et mécanique 206 à 211

- L'énergie en mécanique 206-207
- La production d'électricité 208-209
- Énergie et sécurité routière 210-211

### Bilan 212 à 213

### Comprendre une chaîne énergétique et la schématiser 214 à 215

### Exercices 216 à 221

### LE RENDEZ-VOUS de Science & Vie Junior 222 à 225

- L'énergie dans la nature et ses dangers 222-223
- Les métiers de l'énergie 224-225

# Pourquoi parler d'énergie

## L'énergie, une source de progrès

“ Sous diverses formes, l'énergie a largement contribué à la croissance au cours des deux siècles précédents, en allégeant la charge du travail, en améliorant la qualité de vie, en permettant une meilleure mobilité. Comme toute source de progrès, elle a rencontré des limites et entraîné des risques et des nuisances, dont la mortalité dans l'histoire des mines de charbon reste un des témoignages les plus marquants. ”

Le Soleil, symbole de l'énergie mondiale.  
Chaque seconde, la Terre reçoit du Soleil  
une énergie équivalente à ce qui provient de  
la combustion de charbon supprime  
par 200 000 camions de 60 tonnes.

# nergie ?



## ▲ Une grande ambition

“ Cela pourrait entraîner une nouvelle échelle de classement des différentes énergies et donner leurs chances aux énergies complémentaires telles que l'éolien, le photovoltaïque, la biomasse, auxquels s'ajoutent quelques grands équipements hydrauliques, également soumis à des contraintes environnementales. [...] Les projets de recherche et développement sont donc la clé pour parvenir à la maîtrise des consommations et à la garantie de productions sûres et écologiquement satisfaisantes. ”

Textes extraits de *La Science au présent*, Pierre Castillon, 2004.

## ▲ Les enjeux pour l'avenir

“ En ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, l'énergie reste un moteur indispensable à la croissance et lance un triple défi : la très forte progression de la demande [...], la raréfaction des hydrocarbures à l'échéance du siècle et la nécessité de diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre par rapport à leur niveau actuel, ce qui implique un changement d'orientation majeur. ”

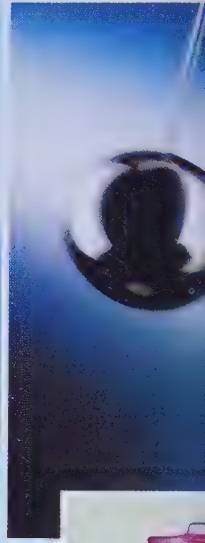
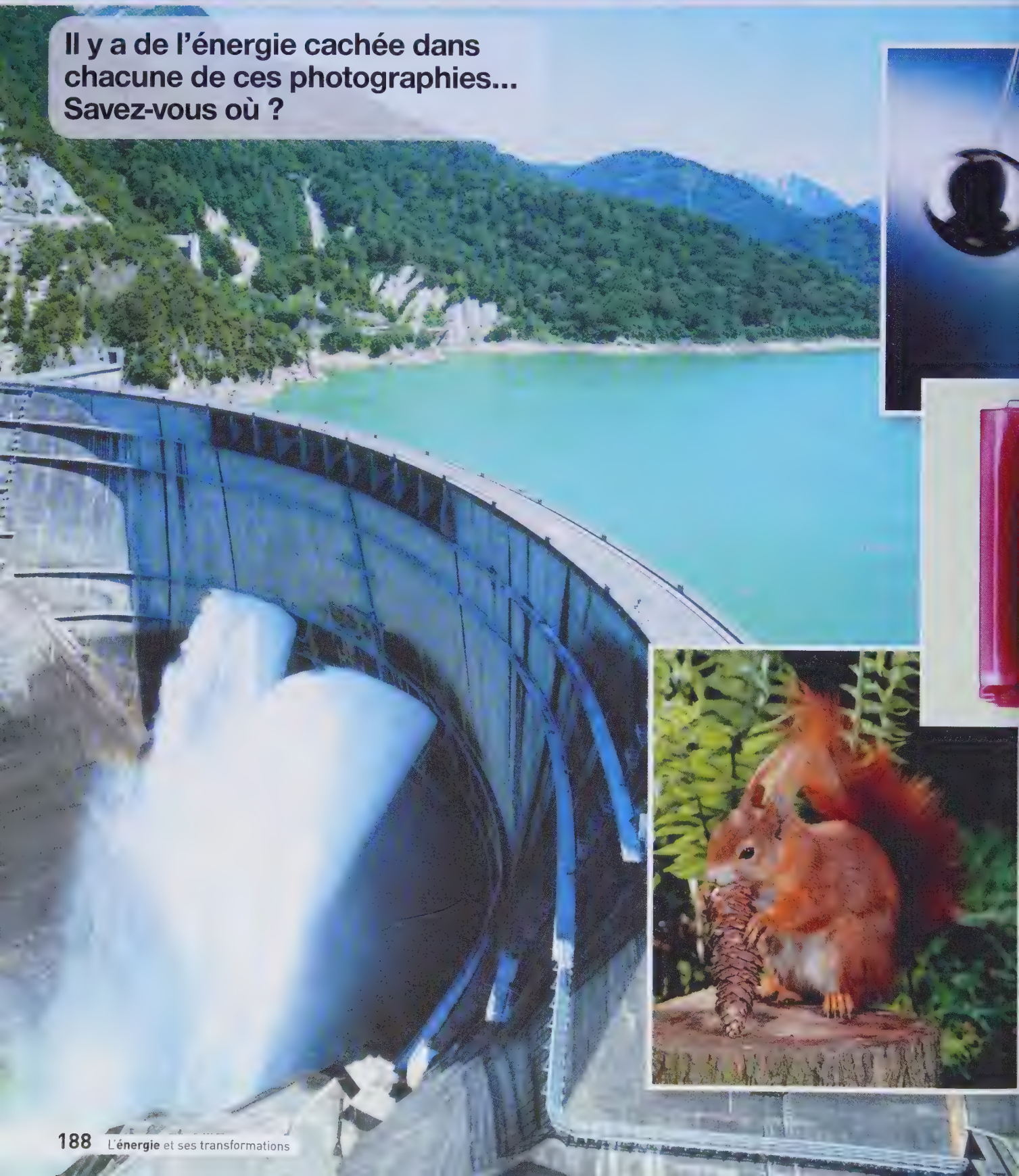
À votre avis... ?

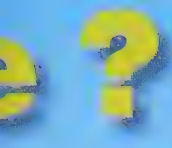
Pourquoi le Soleil constitue-t-il une source d'énergie « durable » ?

Pourquoi la notion d'énergie est-elle aujourd'hui incontournable ?

# Qu'est-ce que l'énergie

Il y a de l'énergie cachée dans chacune de ces photographies...  
Savez-vous où ?





## Sisyphé se frotte à l'énergie...

**L**e terme « énergie » est ambigu : on le retrouve pratiquement dans toutes les activités humaines, avec à chaque fois un sens particulier. Le scientifique est exigeant quant à la définition qu'il en donne, mais, même dans son domaine, les manifestations de l'énergie sont innombrables : des cataclysmes cosmiques aux mouvements cellulaires, en passant, bien sûr, par le pétrole et les centrales nucléaires.

“ Une des difficultés majeures de donner une définition de l'énergie tient au fait que nous employons ce terme pour désigner plusieurs concepts liés entre eux mais que le physicien sépare catégoriquement.

Pour rendre plus explicite cette séparation, observons le mythique Sisyphé, condamné pour l'éternité à accomplir une tâche absurde. L'image courante nous montre ce héros puissamment musclé en train de hisser vers le haut d'une montagne un énorme rocher. Tel quel, immobile, il nous suggère l'effort nécessaire pour empêcher le roc de retomber : la force musculaire avec laquelle il pousse équilibre exactement celle avec laquelle la gravitation tire le rocher vers le bas. La force s'exprime en newtons (N) et, dans cette image, des forces de quelques centaines de Newton s'affrontent.

Animons l'image : Sisyphé hisse péniblement son rocher jusqu'au sommet, produisant ainsi un travail égal au produit de la force de poussée (en N) par le déplacement le long de la pente (en m).

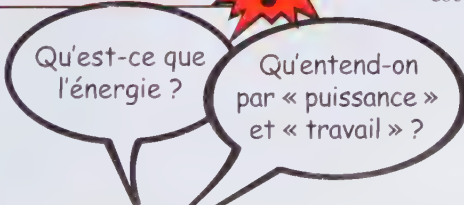
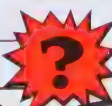
L'unité de travail est le joule (J). C'est l'unité d'énergie, et ce que fait Sisyphé en représente quelques centaines de milliers.

Dès qu'il atteint le sommet, le rocher bascule et dévale la montagne, jusqu'à la base, au niveau même d'où Sisyphé l'avait extrait. Seule différence, le travail qu'il avait mis des heures à accomplir, la gravitation l'a reproduit en sens inverse en quelques secondes. C'est là qu'intervient la puissance, exprimée en watt (W), égale au travail fourni (J) divisé par le temps qu'il a fallu pour l'accomplir, mesuré en secondes. Là, la chute libre est bien meilleure que Sisyphé, car elle a fourni, en sens inverse, le même travail que lui, mais avec une puissance moyenne bien supérieure (10 000 W contre 100 W).

Nul doute que, dans le langage courant, le terme énergie sera appliqué sans discernement à chacune des trois étapes, alors que seule celle où le travail a été défini est pertinente.

”

À votre avis...



Jean Matricon, *Encyclopédie Universalis*

# Les ressources en é



## L'atome, une source d'énergie

Les trois quarts de l'électricité que nous utilisons tous les jours sont produits par les centrales nucléaires. Elles utilisent le procédé de la fission nucléaire pour fabriquer de l'électricité en récupérant l'énergie contenue dans le noyau de l'atome.

Des noyaux d'uranium sont cassés en d'autres noyaux plus légers et produisent de l'énergie qui fait chauffer de l'eau. La vapeur fait alors tourner des turbines couplées à un alternateur.

Un autre type de réaction nucléaire peut exister, ce sont les réactions de fusion nucléaires qui expliquent le rayonnement du Soleil ou des étoiles. On ne sait pas encore réaliser ces fusions qui pourtant produisent de l'énergie « propre », en fusionnant des noyaux légers (hydrogène) en un noyau plus lourd (hélium).

Le projet ITER prévoit de domestiquer cette énergie dans les cinquante années à venir.



# nergie



À votre avis...



Pouvez-vous lister les ressources en énergie représentées dans ce dessin?

Parmi toutes ces ressources, lesquelles sont «renouvelables»?

L'énergie, une vue d'ensemble

**DOSSIER**

# « Rien ne se perd, rien ne se crée »

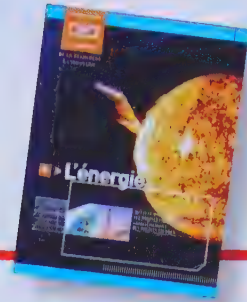


**L**es scientifiques définissent l'énergie comme la capacité de produire du travail. Celle du Soleil fait pousser les plantes, celles de nos aliments nous permet de bouger; celle du carburant fait tourner les moteurs. L'énergie se présente sous différentes formes et peut passer de l'une à l'autre.

## L'énergie est plus ou moins élevée

L'existence de l'énergie peut apparaître sous des masques divers et on peut sentir de quelle manière elle dépend de la situation. Une voiture possède une énergie d'autant plus élevée qu'elle roule plus vite; cette énergie est inférieure à celle d'un camion allant à la même vitesse. Un ressort, lorsqu'il est comprimé, a une énergie plus grande que lorsqu'il est détendu. L'énergie d'une pile électrique avant sa mise en service est plus grande que lorsqu'elle est déchargée. L'énergie d'une casserole d'eau augmente lorsqu'on la chauffe.

# ne se crée »



## L'énergie se conserve

La caractéristique la plus remarquable de l'énergie est qu'elle se conserve toujours. Lorsqu'elle est transférée d'un système à un autre, ou lorsqu'elle change de nature, il n'y a jamais ni création ni destruction d'énergie. Si un objet a perdu de l'énergie, la même quantité d'énergie a obligatoirement été gagnée par un autre objet en communication avec le premier. De même, lorsque l'énergie change de forme, le bilan est toujours exactement équilibré.

C'est donc par abus de langage que les journaux, les économistes ou les hommes politiques parlent de « production d'énergie », ou de « pertes d'énergie », puisque l'énergie ne peut être ni créée ni perdue. En réalité, dans une centrale thermoélectrique, on ne « produit » pas d'énergie, mais on transforme de l'énergie chimique (charbon, pétrole) ou nucléaire (uranium) en énergie électrique et calorifique (libération de chaleur).

La caractéristique la plus remarquable de l'énergie est qu'elle se conserve toujours.

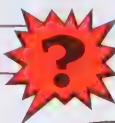
## L'énergie se transforme

L'énergie peut se transmettre d'un système à un autre : sous forme de chaleur, elle passe d'un radiateur à l'air d'une pièce. Elle peut aussi se transformer en changeant de nature. Dans un jouet mécanique, le ressort se détend en provoquant un mouvement. L'énergie associée au mouvement d'un vélo se transforme, lorsqu'on freine, en chaleur communiquée aux patins des freins et à la jante des roues. L'énergie emmagasinée dans une pile de lampe de poche se change, lorsqu'on ferme le circuit, en énergie électrique : celle-ci se convertit à son tour dans l'ampoule en énergie lumineuse et calorifique. [...]  
C'est à travers de telles transformations ou de tels transferts que l'énergie se manifeste à nous.

## L'énergie se mesure

C'est la propriété de conservation de l'énergie qui nous permet de mesurer, à l'aide d'une seule et même unité, le joule, les diverses formes de l'énergie.

À votre avis...



Pourquoi a-t-on choisi ce titre pour cette page ?

Quelles sont les caractéristiques principales de l'énergie ?

# Les différentes form

## L'énergie potentielle

L'énergie potentielle est stockée, prête à être utilisée : elle a le potentiel d'agir plus tard. Un objet a de l'énergie potentielle quand une force l'a placé dans une position différente, ou l'a changé d'une façon quelconque. Quand l'objet libère l'énergie potentielle qu'il avait emmagasiné, celle-ci prend une autre forme.

### L'ÉNERGIE POTentielle ÉLECTRIQUE

Quand les nuages d'orage s'accumulent dans le ciel, ils emmagasinent d'énormes quantités d'électricité statique : c'est une réserve d'énergie. Quand un nuage accumule plus d'électricité statique qu'il n'en peut contenir, une partie de cette énergie s'échappe du nuage vers le sol sous la forme d'un éclair.

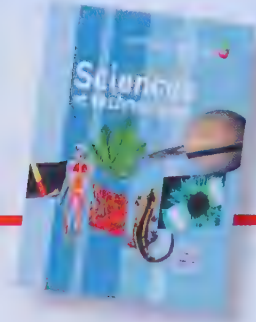
### L'ÉNERGIE POTentielle ÉLASTIQUE

C'est le type d'énergie potentielle qui fait fonctionner les arcs et les lance-pierres. Il faut un effort pour tendre un élastique car la force qui unit ses molécules résiste à l'écartement. Au fur et à mesure que l'élastique se tend, ses molécules s'écartent et accumulent de l'énergie potentielle. L'énergie emmagasinée dans un élastique tendu peut aussi servir à propulser des modèles réduits de voitures ou d'avion.

### L'ÉNERGIE DE POSITION

Une plaque de neige en haut d'une montagne possède une énorme énergie potentielle, dite énergie de position. On parle d'énergie gravitationnelle car la gravité essaie en permanence de faire dégringoler la neige au bas de la pente. Quand une avalanche se produit, la neige prend de la vitesse et son énergie potentielle se transforme en énergie cinétique, l'énergie du mouvement.

# d'énergie



## L'énergie cinétique

Les objets en mouvement possèdent une énergie que l'on appelle cinétique. Plus un objet se déplace vite, plus il a d'énergie cinétique. Quand l'objet ralentit, son énergie cinétique se transforme en énergie d'un autre type, par exemple de la chaleur ou du bruit. Les objets au repos n'ont pas d'énergie cinétique. L'énergie cinétique s'obtient souvent quand un objet libère son énergie potentielle.



### LE CHOC DU MARTEAU SUR LE CLOU

Un marteau en mouvement a beaucoup d'énergie cinétique. Quand il frappe sur le clou, il ralentit et perd son énergie cinétique. Mais celle-ci ne disparaît pas : une partie fend le bois, qui laisse entrer le clou, une autre partie est transférée au bois sous forme de chaleur et le reste est transformé en bruit.

## L'énergie chimique

Cette énergie est dégagée lors des réactions chimiques, chaque fois que des éléments forment ensemble des composés. En fait, elle est stockée dans les composés sous forme d'énergie potentielle chimique : celle-ci se libère lors d'autres réactions chimiques. Les aliments que nous mangeons contiennent de l'énergie qui se libère pendant la digestion. L'énergie chimique peut aussi se libérer par combustion. Les carburants sont des composés chimiques qui libèrent leur énergie sous forme de chaleur au moment de la combustion.



### UN FEU DE CHARBON DE BOIS

Le charbon de bois est un hydrocarbure, composé principalement d'hydrogène et de carbone. Quand un combustible brûle à l'air, ses hydrocarbures se brisent en composés plus simples. L'énergie potentielle chimique qu'ils contiennent se libère sous forme de chaleur, c'est-à-dire d'énergie thermique. Ils produisent en même temps de l'énergie lumineuse : le feu émet donc de la lumière.

## L'énergie électrique

Les particules chargées exercent les unes sur les autres des forces électriques. [...] Le déplacement [des particules chargées] dans un circuit s'accompagne de transferts plus ou moins rapides d'énergie, mesurés par la puissance électrique. Une énergie électrique peut se transformer en chaleur dans une résistance (radiateur, réchaud), en travail dans un moteur.



Livret pédagogique n° 4, *L'énergie*, CEA.

À votre avis... ?

Quels autres exemples pourrait-on proposer pour chaque forme d'énergie ?

Existe-t-il d'autres formes d'énergie que celles qui sont citées ?

### DES LIGNES À HAUTE TENSION

Grâce à ces lignes à haute tension, l'énergie peut être transportée sur de longues distances.

# Travail, chaleur et trans

## Le travail

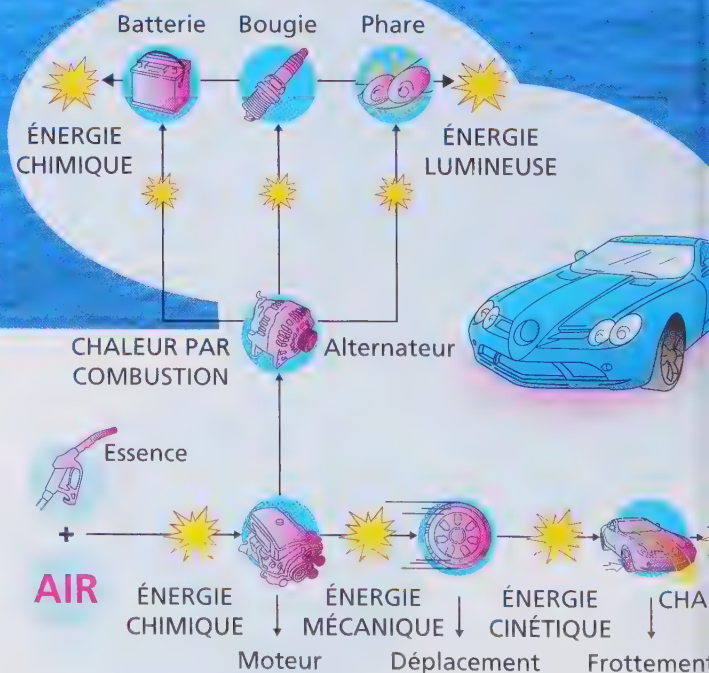
Les scientifiques utilisent le mot travail pour décrire l'énergie nécessaire à l'exécution d'une tâche. La quantité de travail accomplie est égale à l'énergie utilisée et se mesure en JOULES (J). Il faut de l'énergie pour soulever un poids, car il faut lutter contre la force de gravité. Grâce à leur PUISSANCE, les machines peuvent faire beaucoup de travail en même temps ; si elles sont un bon RENDEMENT, elles gaspillent peu d'énergie pour accomplir leur travail.

### LE REMORQUAGE D'UN TRAIN DE BOIS

Les troncs peuvent se transporter par flottage, mais ils sont lourds, et l'eau les freine quand ils se déplacent. Le remorqueur doit vaincre la résistance de l'eau et faire avancer les troncs. Son travail, c'est de tirer les troncs sur l'eau sur une certaine distance. Le mouvement du remorqueur transmet aux troncs l'énergie pour se déplacer.

### LA FOURMI PARASOL

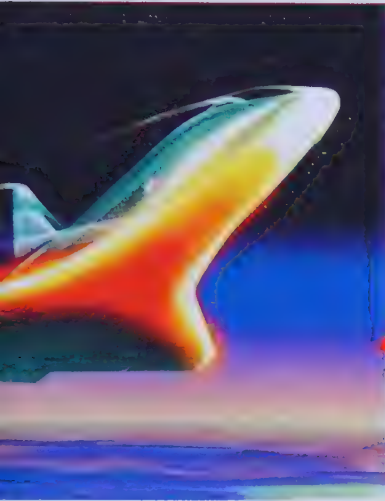
La fourmi parasol est capable de transporter plusieurs fois son propre poids. En soulevant une feuille contre la force de gravité, la fourmi fait un travail. Elle se déplace en biais pour réduire la résistance de l'air : cela diminue ainsi beaucoup la quantité de travail qu'elle a à faire.



# Transformations de l'énergie

## La chaleur

Un système physique livré à lui-même tend à devenir spontanément de plus en plus désordonné. Parmi les diverses formes de l'énergie, la chaleur correspond à des mouvements désordonnés des molécules. Au contraire, les autres formes d'énergie sont ordonnées à l'échelle microscopique. Elles ont donc tendance à se changer en chaleur. Ce phénomène est appelé la dissipation, et l'on dit que la chaleur est une forme dégradée de l'énergie. Il est facile de produire de la chaleur, par exemple dans les fours et les chaudières, ou par des capteurs solaires. Mais les transformations inverses sont impossibles.



### LA NAVETTE SPATIALE

Lorsque la navette rentre dans l'atmosphère terrestre, l'énergie qu'elle possède est convertie en énergie thermique (chaleur). Les céramiques réfractaires sur le nez de la navette sont capables de résister sans détérioration à de hautes températures et jouent ainsi le rôle de bouclier thermique.

## Les transformations de l'énergie

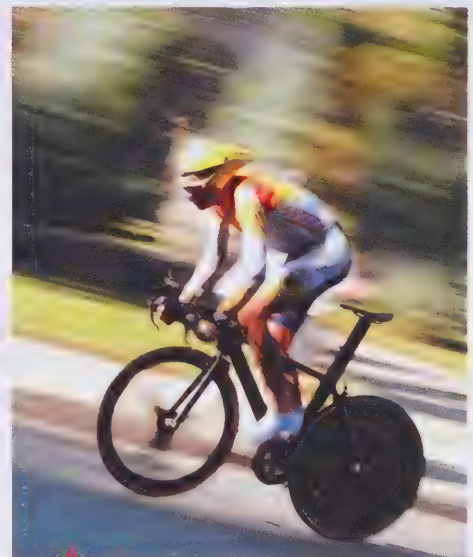
Dans le cas d'une voiture, l'énergie chimique de l'essence et de l'air est transformée en chaleur par combustion. Transmise aux pistons, elle se transforme en énergie mécanique et déclenche le mouvement de la voiture, qui acquiert une certaine énergie cinétique.

Les frottements de l'air sur la carrosserie et des roues au sol, transforment intégralement cette énergie en chaleur.

Une partie de l'énergie issue du moteur est convertie en énergie électrique, alimentant un alternateur. Le courant ainsi engendré sert à enflammer le combustible et à recharger la batterie. Il sert aussi à allumer les phares pour émettre de l'énergie lumineuse.

## Le rendement

Le rendement est la proportion d'énergie que la machine transforme en travail utile. Aucune machine ne peut transformer la totalité de son énergie en travail. Les moteurs de voiture transforment l'énergie de leur carburant pour se déplacer, mais ils perdent de la chaleur qui ne sert pas au déplacement de la voiture : leur rendement est faible par rapport à celui d'autres machines.



### UNE MACHINE EFFICACE

Les bicyclettes permettent de transformer l'énergie musculaire en mouvement en perdant peu d'énergie. Les coureurs cyclistes portent des vêtements aérodynamiques. Ils dépendent ainsi moins d'énergie à vaincre la résistance de l'air, et peuvent en consacrer davantage à faire avancer leur vélo.

À votre avis... ?

Quelle distinction doit-on faire entre travail et chaleur ?

Pourquoi parler de rendement énergétique ?

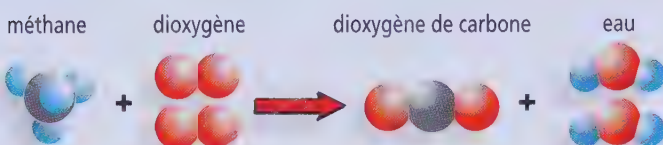
### UNE CHAÎNE ÉNERGÉTIQUE

De plein de carburant à la mise en mouvement de la voiture, l'énergie change de forme. On peut suivre sur ce dessin les différentes transformations de l'énergie.

**À ton avis...**

La chauffelette est un dispositif simple qui permet de dégager de la chaleur, tout comme les combustions que vous connaissez bien.

Mais au niveau microscopique, comment expliquer cette énergie dégagée sous forme de chaleur ? Où se cache-t-elle ?

**OBJECTIF A L'énergie chimique au niveau microscopique****► CAPACITÉ : Mettre au point un protocole expérimental**

Lorsqu'on mélange de la poudre de zinc à une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), il se produit une transformation chimique qui dégage de la chaleur. Le zinc métal se transforme en ions zinc (II), les ions cuivre (II) en solution se transforme en cuivre solide.

Vous disposez d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), de poudre de zinc, de cuivre métal, d'une solution aqueuse de sulfate de zinc (II), d'un thermomètre et de la verrerie habituelle.



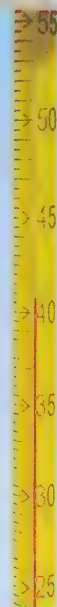
**Comment pourriez-vous vérifier que cette transformation chimique dégage de la chaleur ?**

**Guide de travail****► Élaborer un protocole et expérimenter :**

1. Quel protocole expérimental proposeriez-vous pour répondre au problème ?
2. Avec l'accord de votre professeur, réalisez les expériences.

**► Exprimez vos résultats :**

3. Rappelez ce qu'il se passe au niveau atomique lors d'une transformation chimique.
4. Où se cache donc l'énergie chimique au niveau microscopique ?
5. Quelle est la manifestation macroscopique de l'énergie dans cet exemple ?
6. Cherchez la définition du mot « exothermique ».



## B La pile, de l'énergie chimique à l'électricité

► **CAPACITÉ** : Étudier des documents

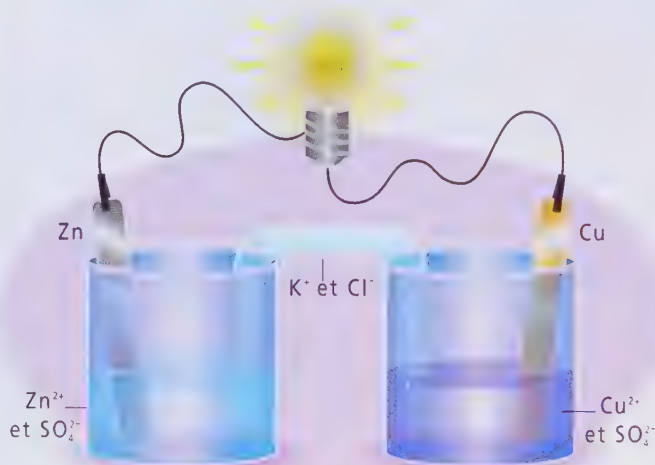


▲ a. Alessandro Volta (1745 – 1827) invente le premier appareil produisant un courant électrique continu.

Le physicien et chimiste italien Alessandro Volta est l'inventeur de la pile électrique.

En 1799, il découvre que le contact de deux métaux différents produit un courant électrique. On découvrira plus tard que ce sont plutôt les réactions chimiques entre les métaux et une solution ionique qui provoquent la circulation du courant.

Volta empile alternativement des disques de zinc, d'argent et de carton imbibé de solution salée (au centre, ci-contre). En 1800, il présente sa pile à l'Académie des sciences, devant Napoléon. Le succès est total.



▲ b. Un exemple de pile : la pile Daniell, inventée par John Daniell en 1836.



Seriez-vous capable de réaliser la pile Daniell en utilisant le schéma ?

### Guide de travail

► **Analyser les documents :**

1. Trouvez les points communs et les différences entre les deux piles exposées dans les deux documents.

► **Reproduire une expérience :**

2. Dressez la liste du matériel nécessaire pour faire une pile Daniell. Vous pouvez remplacer la lampe par un voltmètre. Après vérification de votre professeur, réalisez le montage.
3. Remplacez la lampe ou le voltmètre par un fil électrique. Qu'observez-vous au bout de 30 min ?

► **Exprimer les résultats :**

4. Essayez de donner la définition d'une pile (rôle, composition, transformation de l'énergie mise en jeu).
5. Pourquoi une pile s'use-t-elle ?

### Ordres de grandeur

**4 200 J** : c'est l'énergie libérée par l'explosion d'un 1 g de TNT.

**106 J** : c'est l'apport énergétique de 150 g de riz, de 200 g de pain ou encore d'une barre chocolatée.

**$1,7 \cdot 10^4$  J** : c'est l'apport énergétique d'un gramme de sucre.

**1 %** : le rendement de la photosynthèse des plantes, qui convertit l'énergie solaire en énergie chimique.



## Pile(s) ou face ?

La pile la plus utilisée reste la pile de type Leclanché sous forme saline (électrolyte neutre) ou alcaline (électrolyte basique). On trouve également les piles au lithium, les piles argent - zinc et les accumulateurs (« piles rechargeables »). Mais que contiennent les piles ? Pourquoi faut-il les jeter dans des containers spéciaux ?

**Eco mesure !** Seulement 30 % des piles et accumulateurs sont récupérés en vue d'un recyclage. Ce qui signifie que l'utilisateur en jette 70 % dans les poubelles ordinaires ! Les piles contiennent des substances chimiques différentes et dangereuses. Leur recyclage dépend donc du type de pile : **ne jetez pas n'importe quelle pile dans n'importe quel bac !**



### OBJECTIF

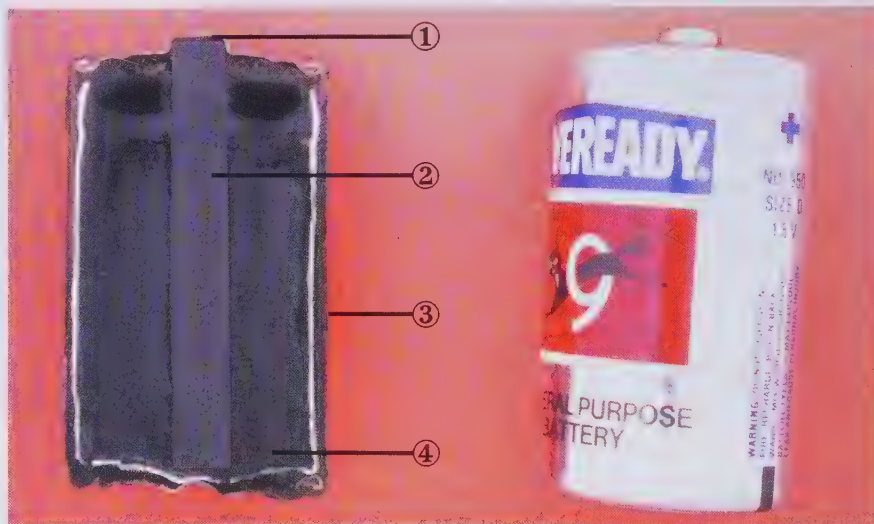
## A Autopsie d'une pile

### ► CAPACITÉ : Étudier des documents

Voici une pile standard, de type Leclanché, ouverte. Le contenu de cette pile cylindrique, ou bâton, est bien mystérieux. Pourtant, en observant avec attention, on peut y retrouver les mêmes éléments que dans une pile Daniell.



Seriez-vous capable de faire un dessin légendé de la pile type Leclanché ?



### Guide de travail

#### ► Analyser les documents :

1. À partir de vos connaissances et du document, repérez et nommez les différents éléments de la pile en utilisant la banque de mots suivants :  
*Borne + ; borne - ; électrode de zinc ; électrode de carbone ; électrolytes gélifiés.*

#### ► Exprimer les résultats :

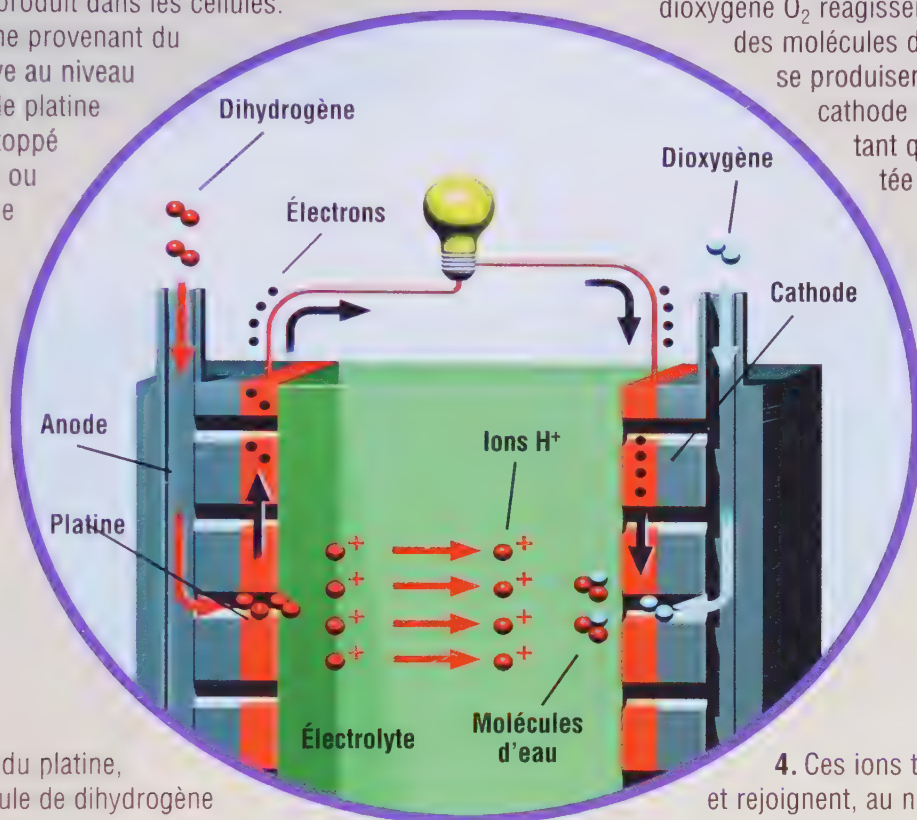
2. Le carbone est un conducteur qui permet aux électrons qui arrivent à l'électrode de graphite de transformer le dioxyde de manganèse dans la masse du mélange et de le consommer en totalité. Quelle substance est alors totalement consommée quand la pile est « usée » ?
3. Comment expliquer, au niveau chimique, le fait que la pile fournisse de l'électricité ?

## OBJECTIF **B** Des piles « qui ne s'usent pas »

► **CAPACITÉ** : Étudier des documents

La pile à hydrogène, productrice d'électricité, fonctionne en faisant réagir du dihydrogène et du dioxygène. Cette pile est constituée de plusieurs plaques, des « cellules », de la taille d'un boîtier de disque, épaisses de 1 mm.

1. La réaction chimique qui produit un courant électrique se produit dans les cellules. Le dihydrogène provenant du réservoir arrive au niveau de la plaque de platine (anode) est stoppé par un liquide ou une membrane plastique (l'électrolyte).



3. Les ions H<sup>+</sup>, les électrons et les molécules de dioxygène O<sub>2</sub> réagissent ensuite pour former des molécules d'eau. Les réactions qui se produisent au niveau de la cathode et de l'anode ont lieu tant que la pile est alimentée en H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>.

2. Au contact du platine, chaque molécule de dihydrogène H<sub>2</sub> perd deux électrons et se transforme en deux ions H<sup>+</sup>.

4. Ces ions traversent l'électrolyte et rejoignent, au niveau de la cathode, les molécules d'O<sub>2</sub> et les électrons qui sont passés par un fil conducteur. C'est ce mouvement des électrons qui produit un courant électrique.

▲ Découverte en 1839 mais non développée jusqu'aux années 1960, la *pile à combustible* (PAC) (ou pile à hydrogène) pourrait devenir une nouvelle source d'énergie, moins polluante. D'après Science et vie Junior, mai 2002.

### Guide de travail

► **Comprendre et analyser des progrès techniques :**

1. Pourriez-vous trouver l'équation chimique de la pile lorsqu'elle débite ?
2. En quoi cette pile s'inscrit-elle dans le cadre du développement durable ?
3. Que pensez-vous du titre de cette activité ? Argumentez votre réponse.

### Ordres de grandeur

**25 000 tonnes** : c'est la masse de piles vendues chaque année en France.

**10 à 12 piles** : c'est en moyenne ce que chacun de nous consomme chaque année.

**400 m<sup>3</sup>** : c'est le volume d'eau que peut polluer une seule pile bouton abandonnée.



### À votre avis...

Les indications données par le constructeur et trouvées sur tout appareil électrique sont très importantes car elles permettent :

- un fonctionnement optimal de l'appareil dans les conditions usuelles d'utilisation ;
- de prévenir les dangers en calculant par exemple l'intensité maximale supportée par l'appareil en fonctionnement.

Qu'évoque pour vous la notion de puissance ?



## OBJECTIF A Distinguer puissance et énergie en électricité

### ► CAPACITÉ : Étudier des documents

Lorsqu'une lampe de 100 W fonctionne pendant une heure, elle va consommer 360 000 joules. Croyez-vous qu'une lampe de 30 W consommerait la même quantité d'énergie en 1 heure ? Et si la lampe de 100 W était laissée allumée pendant 10 heures, quelle quantité d'énergie consommerait-elle ?

#### Énergie électrique consommée et puissance

L'énergie électrique consommée  $E$  dépend :

- de la durée  $t$  pendant laquelle un appareil fonctionne ;
- de la **puissance**  $P$  de l'appareil utilisé.

D'où la relation puissance-énergie :

$$E = P \times t$$

Lorsque  $P$  est exprimée en watts (W) et  $t$  en secondes (s), l'énergie est exprimée en joules (J).

▲ a. Extrait d'un manuel pour électriciens.



b. Une unité bien étrange sur cet appareil... ►



À l'aide de ces documents, pouvez-vous dire si l'énergie et la puissance électrique sont deux grandeurs identiques ?

### Guide de travail

#### ► Rechercher des informations :

1. Existe-t-il une relation qui lie puissance et énergie ? Précisez les unités.
2. Comment s'appelle l'instrument qui mesure l'énergie électrique consommée dans une habitation ?
3. Quelle unité devrions-nous trouver sur cet appareil ? Est-ce le cas ?
4. Le kWh (doc. a) est-elle une unité associée à une énergie ou une puissance ?

#### ► Exprimer les résultats :

5. Pouvez-vous maintenant répondre aux questions posées au début de cette activité concernant l'énergie consommée par les lampes.

# é : une même notion ?

## OBJECTIF **B** Calculer la consommation d'une installation

Préparer le **B2i**

► **CAPACITÉ** : Utiliser un tableur

	A	B	C	D	E
		Puissances (en W)	Durée moyenne d'utilisation (en h)	Energie consommée	Energie consommée (en %)
1	Appareils électriques				
2	Eclairage	700	4,5		
3	Chauffage	1500	6		
4	Chauffe-eau	1000	4		
5	Réfrigérateur	150	8		
6	Micro-ondes	1000	0,3		
7	Chaîne hi-fi	150	2,5		

On a rassemblé dans une feuille de calcul d'un tableur, des données concernant l'installation électrique d'un petit studio (ci-dessus).

### Utiliser un tableur : mode d'emploi

#### Entrer les données dans la feuille de calcul

Créez cinq colonnes A, B C, D et E dans une page du tableur :

- A contient les noms des appareils électriques ;
- B contient les puissances de chaque appareil ;
- C contient les durées moyennes d'utilisation quotidienne ;
- D présentera les calculs des énergies consommées ;
- E contient les pourcentages de l'énergie consommée, pour chaque appareil.

#### Effectuer des calculs à l'aide du tableur

- Dans la colonne D, faites calculer l'énergie consommée quotidiennement par chaque appareil électrique.
- Dans la colonne E, faites calculer la part (en %) de l'énergie consommée pour le chauffage par rapport à la consommation totale.

?

Comment utiliser un tableur pour calculer l'énergie électrique quotidienne consommée par cette installation ?

### Guide de travail

#### ► Tracer et exploiter un graphe :

1. Représentez sous forme de secteurs angulaires (diagramme circulaire) les énergies consommées en faisant figurer le pourcentage correspondant.
2. Quelle analyse peut-on faire des résultats ?

#### ► Avoir une attitude citoyenne :

3. On souhaite que la consommation due au chauffage ne dépasse pas 40 % de la consommation totale. Que devrait-on modifier dans l'habitation afin d'obtenir une même qualité de chauffage tout en réduisant son temps d'utilisation ?

#### ► Exprimer les résultats :

4. Vous consignerez vos résultats et calculs dans un compte rendu.

voir  
p. 234

### Ordres de grandeur

$1,5 \cdot 10^9$  J : c'est l'énergie libérée par un éclair.

$1,3 \cdot 10^{19}$  J : c'est la quantité d'énergie électrique produite aux États-Unis chaque année.

$500 \cdot 10^6$  kWh : c'est l'énergie électrique que produit la centrale marémotrice de la Rance, soit l'équivalent de la consommation d'une ville comme Rennes.



## Un bon vendeur...

Un vendeur de matériel audio HI-FI propose à un client une chaîne de puissance 100 W associée à deux enceintes de 50 W. Le client pense que les enceintes ne sont pas adaptées à l'amplificateur. Et vous, qu'en pensez-vous ?



### OBJECTIF

## A Retrouver des informations manquantes

### ► CAPACITÉ : Pratiquer une démarche scientifique

On dispose d'une lampe à incandescence dont la tension nominale est de 12 V. En revanche, l'indication de puissance a été effacée !

Un récepteur électrique soumis à une tension d'utilisation nominale  $U_N$  (en V) et parcouru par un courant électrique d'intensité  $I$  (en A) est caractérisé par la puissance électrique  $P$  qu'il consomme, exprimée en watts (W).

#### • En courant continu :

$$P = U_N \times I$$

• En courant alternatif, l'expression de la puissance est un peu plus complexe, mais pour les appareils de chauffage (résistances) et d'éclairage (lampes) on admettra la relation :

$$P = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$$

▲ Extrait d'un manuel pour électriciens.



En vous aidant du document, imaginez une expérience permettant de retrouver la valeur de la puissance de cette lampe.



### Guide de travail

#### ► Formuler des hypothèses :

1. En vous aidant du document, quelles mesures faut-il effectuer pour déterminer la puissance consommée par la lampe ?
2. Quel circuit électrique réaliseriez-vous ? Où placeriez-vous les appareils de mesure ?

#### ► Expérimentez :

3. Réalisez les mesures.

#### ► Exploiter les résultats :

4. Calculez la puissance électrique consommée par la lampe alimentée sous sa tension d'usage.

# consommée : quelques précautions...

## OBJECTIF **B** Effectuer un bilan de puissance

### ► CAPACITÉ : Proposer une expérience

Il est possible de montrer que l'énergie (et donc la puissance) se conserve en réalisant quelques mesures simples dans un circuit électrique.

- Si la tension fournie par un générateur est constante, l'intensité dans le circuit peut varier selon le dipôle introduit dans le circuit. Cette intensité ne peut dépasser une valeur maximale, sous risque de destruction et :

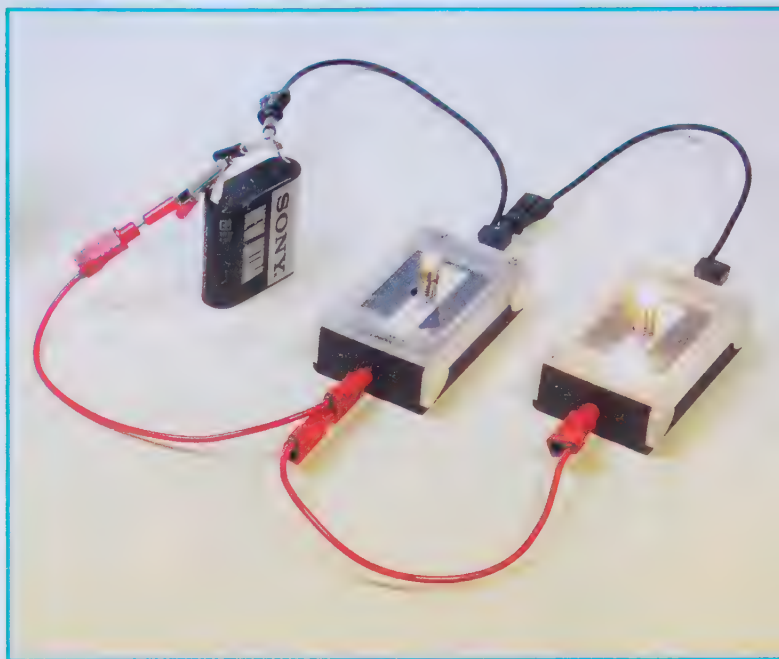
$$P_{\text{max-générateur}} = U \times I_{\text{max}}$$

C'est la **puissance maximale** fournie par le générateur.

- Les récepteurs fonctionnent sous leur tension nominale  $U_N$  et sont parcourus par un courant  $I$ . Ils consomment une puissance  $P = U_N \times I$ .

Si la tension d'alimentation est supérieure à  $U_N$ , l'intensité du courant qui le traverse augmente aussi. À terme, si la **puissance reçue** est trop importante, le récepteur peut être détruit !

- ▲ a. Un bilan, « c'est ce qu'on fournit... et ce qu'on reçoit ».



- ▲ b. Un circuit électrique avec deux lampes de puissances différentes.



En vous aidant des documents, quel protocole expérimental proposeriez-vous pour mesurer les puissances aux bornes de chaque dipôle du circuit ?

## Guide de travail

### ► Formuler des hypothèses et expérimenter :

1. Indiquez les mesures à effectuer et les différentes étapes de votre mode opératoire. Dressez la liste du matériel.
2. Réaliser les mesures que vous consignerez dans un tableau.

### ► Exploiter les résultats :

3. Trouvez le lien entre la puissance fournie par le générateur et la puissance consommée par l'ensemble des récepteurs. Y a-t-il conservation de l'énergie ?
4. Le client de la page 204 a-t-il raison de se méfier de l'offre du vendeur ?
5. Dans une habitation, qu'est ce qui protège les appareils électriques d'une intensité trop importante ?

### ► Utiliser un modèle énergétique :

6. Proposez une représentation de la chaîne énergétique de ce circuit, en vous inspirant fortement du schéma de la page 215.

## Ordres de grandeur

**3 037 km<sup>2</sup>** : c'est la surface qu'il faudrait réserver aux biocarburants pour produire les 3,6 GW que demande Paris.

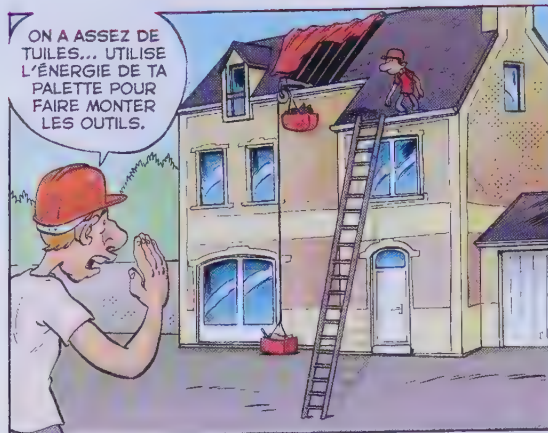
**1 240 tonnes** : c'est la quantité de béton nécessaire pour fabriquer une centrale hydraulique capable de fournir une puissance de 1 GW, contre 560 tonnes pour une centrale nucléaire.



## À votre avis...

Les tuiles possèdent-elles réellement de l'énergie capable de soulever les outils posés au sol ?

À quelle expérience pense le premier maçon ?



## OBJECTIF A Étudier l'énergie de position

► **CAPACITÉ** : Pratiquer une démarche scientifique



L'énergie de position est capable de produire un travail comme par exemple soulever une masse, faire briller une lampe...

Elle dépend de différents paramètres comme la masse, la hauteur...



Quel montage pourriez-vous proposer pour vérifier ces affirmations ?

### Guide de travail

#### ► Formuler des hypothèses :

1. En utilisant le matériel de la photographie, proposez un montage qui convienne.
2. Comment envisagez-vous d'étudier l'influence des différents paramètres ?

#### ► Expérimenter :

3. Réalisez les expériences. Pensez à noter l'ensemble de vos résultats.

#### ► Exploiter les résultats :

4. Un objet au repos a-t-il de l'énergie de position lorsqu'il est posé au sol ? Et lorsqu'il est à une altitude  $h$  par rapport au sol ?
5. Cette énergie de position dépend-elle de la masse ? Dépend-elle de la hauteur  $h$  par rapport au sol ? Argumentez.

## OBJECTIF B Étudier la conservation de l'énergie mécanique

### ► CAPACITÉ : S'approprier un protocole expérimental

Une bille (de masse 100 g) initialement au repos est lâchée d'une certaine hauteur par rapport au sol. Attirée par la Terre du fait de la force de gravité, elle se met en mouvement et tombe verticalement vers le sol.

Un élève veut vérifier la conservation de l'énergie lors de la chute libre de cette bille (on considère qu'il n'y a pas de frottements de l'air).

Pour cela :

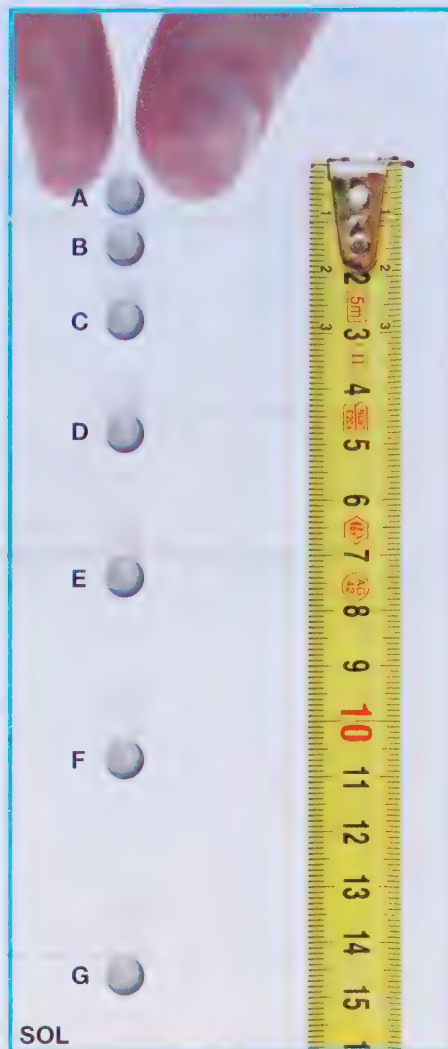
- il veille à prendre comme système d'étude le couple (bille - Terre) afin de prendre en compte l'énergie de position de formule :  $E_p = m \cdot g \cdot h$  ( $h$  est l'altitude de la bille par rapport au sol) ;
- il observe que la bille se met en mouvement ; elle acquiert une énergie dite *cinétique* dont la relation est :  $E_C = \frac{1}{2} m v^2$
- il sait que l'énergie s'est transformée entre l'instant initial A et l'instant final (ici G).



Comment cet élève doit-il s'y prendre et quels mesures et calculs doit-il réaliser pour vérifier la conservation de l'énergie lors de la chute de cette bille ?

! Respectez les unités :  
 $m$  en kg,  $h$  en mètres  
et  $v$  en m/s.

Chronophotographie : l'intervalle de temps entre chaque cliché est  $t = 0,025$  s. ►



### Guide de travail

#### ► Analyser les documents :

1. Donnez la nature du mouvement de chute libre en argumentant votre réponse.
2. Calculez les vitesses de la bille aux positions A, B, C, D, E et F.

#### ► Aspect énergétique :

3. Au cours de la chute, en quelle forme d'énergie se transforme l'énergie de position que possède la bille initialement (au point A) ?
4. Calculez l'énergie cinétique aux points A, B, C, D, E et F, et l'énergie de position par rapport au sol acquise par la bille en ces points. (Attention aux unités !)

#### ► Tracer un graphe :

5. Tracez sur un même graphe en trois couleurs différentes les deux énergies rencontrées et leur somme  $E_{\text{Total}}$  en fonction de la hauteur  $h$  de la chute.

#### ► Exploiter les résultats :

6. Quelles informations vous donne votre graphe sur les transformations des énergies entre elles ?
7. Peut-on dire que l'énergie mécanique totale  $E_{\text{Total}}$  se conserve au cours de cette chute ?

### Ordres de grandeur

$1,6 \cdot 10^{-7}$  J : c'est à peu près l'énergie cinétique que possède un moustique en plein vol.

$3,0 \cdot 10^{-31}$  J : c'est l'énergie cinétique d'une molécule.

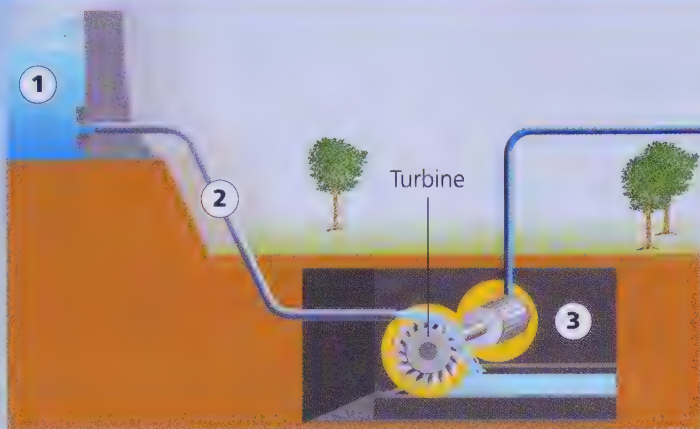
1500 J : c'est l'énergie cinétique d'une balle de revolver.

$10^{16}$  J : énergie libérée lors de l'impact d'une météorite formant un cratère:

► CAPACITÉ : Étudier des documents

C'est dans les centrales électriques que l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique que nous consommons. Voici quelques exemples de ces centrales.

### Centrale hydraulique



#### 1/ La retenue de l'eau

Le barrage retient l'écoulement naturel de l'eau. De grandes quantités d'eau s'accumulent et forment un lac de retenue.

#### 2/ La conduite forcée de l'eau

Une fois l'eau stockée, des vannes sont ouvertes pour que l'eau s'engouffre dans de longs tuyaux métalliques appelés conduites forcées. Ces tuyaux conduisent l'eau vers la centrale hydraulique, située en contrebas. La plupart des centrales hydrauliques en France sont automatisées. Chaque centrale se met en marche selon un programme pré-défini en fonction des besoins d'électricité.

#### 3/ La production d'électricité

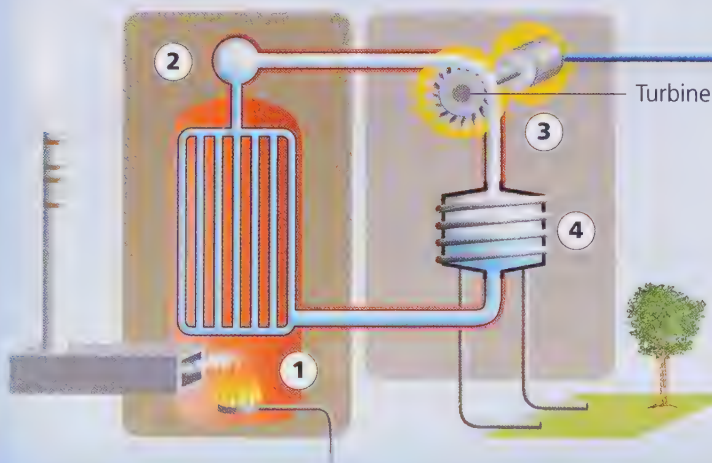
À la sortie de la conduite, dans la centrale, la force de l'eau fait tourner une turbine qui fait, à son tour, fonctionner un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

La puissance de la centrale dépend de la hauteur de la chute et du débit de l'eau. Plus ils seront importants, plus cette puissance sera élevée. L'eau turbinée qui a perdu de sa puissance rejoint la rivière par un canal spécial appelé canal de fuite.

### Centrale thermique à flamme

#### 1/ La combustion

Un combustible (gaz, charbon, fioul) est brûlé dans les brûleurs d'une chaudière pouvant mesurer jusqu'à 90 m de hauteur. Le charbon est d'abord réduit en poudre, le fioul est chauffé pour le rendre liquide puis vaporisé en fines gouttelettes et le gaz est injecté directement sans traitement préparatoire.



#### 2/ La production de vapeur

La chaudière est tapissée de tubes dans lesquels circule de l'eau froide. En brûlant, le combustible dégage de la chaleur qui va chauffer cette eau. L'eau se transforme en vapeur, envoyée sous pression vers les turbines.

#### 3/ La production d'électricité

La vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

#### 4/ Le recyclage

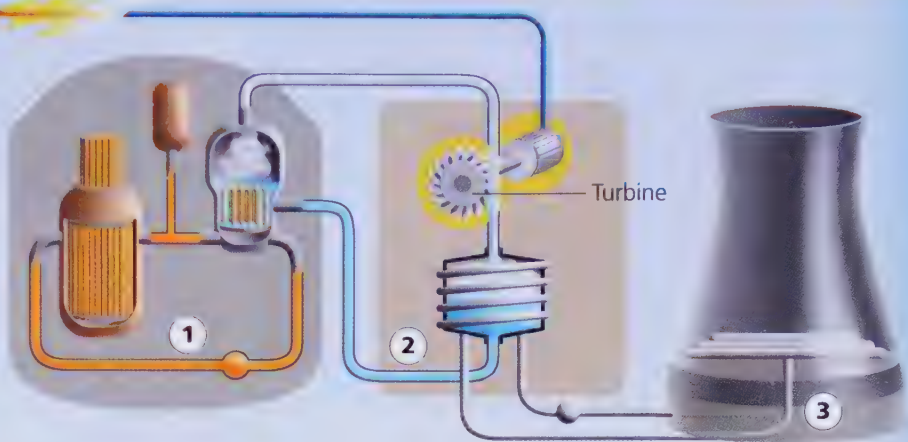
À la sortie de la turbine, la vapeur est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve. L'eau ainsi obtenue est récupérée et re-circule dans la chaudière pour recommencer un autre cycle.

L'eau utilisée pour le refroidissement est restituée à son milieu naturel ou renvoyée dans le condenseur. Les fumées de combustion sont dépoussiérées grâce à des filtres et sont évacuées par des cheminées.

# nt de produire de l'électricité...



## Centrale nucléaire



**1/ Le circuit primaire**  
Dans le réacteur, la fission des atomes d'uranium produit une grande quantité de chaleur. Cette chaleur fait augmenter la température de l'eau qui circule autour du réacteur, à 320 °C. L'eau est maintenue sous pression pour l'empêcher de bouillir. Ce circuit fermé est appelé circuit primaire.

**2/ Le circuit secondaire**  
Le circuit primaire communique avec un deuxième circuit fermé, appelé circuit secondaire par l'intermédiaire d'un générateur de vapeur. Dans ce générateur de vapeur, l'eau chaude du circuit primaire chauffe l'eau du circuit secondaire qui se transforme en vapeur.

La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

**3/ Le circuit de refroidissement**  
À la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve. Ce troisième circuit est appelé circuit de refroidissement. En bord de rivière, l'eau de ce 3<sup>e</sup> circuit peut alors être refroidie au contact de l'air circulant dans de grandes tours, appelées aéroréfrigérants. Les trois circuits d'eau sont étanches les uns par rapport aux autres.

Document inspiré d'animations visibles sur le site de l'EDF, à l'adresse : [www.edf.com/html/panorama/production/intro.html](http://www.edf.com/html/panorama/production/intro.html).

## Guide de travail

### Analyser les documents :

1. Dans ces différentes centrales, quelle est la forme d'énergie initiale utilisée pour produire au final de l'électricité ?
2. Quel est l'élément de la centrale qui assure la transformation de l'énergie en énergie électrique ?

### Exploiter les résultats :

3. En vous aidant de la page 215, effectuez un schéma énergétique d'une partie de la centrale de votre choix et identifiez les différentes transformations d'énergie mises en jeu.
4. Connaissez-vous d'autres modes de production de l'électricité ? Fonctionnent-elles sur le même principe ?

### Ordres de grandeur

**$2,5 \cdot 10^{17}$  J :** énergie libérée par l'une des plus puissantes bombes nucléaires.

**$3 \cdot 10^{31}$  J :** c'est la quantité d'énergie que peut fournir la totalité des réserves d'uranium exploitables dans le monde.

**400 g :** masse de CO<sub>2</sub> émis pour produire 1 kWh avec les hydrocarbures, contre 60 pour le solaire et 8 g pour l'hydraulique.

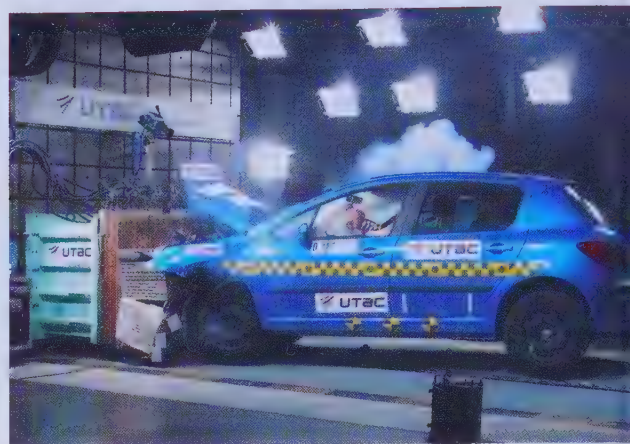


## À votre avis...

Même s'ils sont de moins en moins utilisés au profit de la simulation numérique, les crash-tests permettent de savoir comment réagit une voiture, et ses passagers, lancée à une certaine vitesse lors de chocs violents.

Les dégâts peuvent être énormes ! Il a bien fallu de l'énergie pour faire changer le véhicule de trajectoire, exploser le pare-brise, déformer les tôles...

Avez-vous une idée de son origine et de ses transformations ?



## OBJECTIF A Étudier l'énergie cinétique

### ► CAPACITÉ : Exploiter des graphes

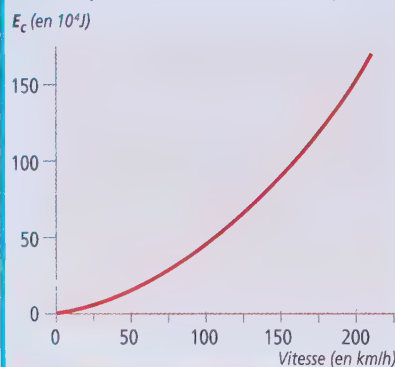
Cette phrase est extraite de la littérature scientifique :

« Tout corps de masse  $m$  ayant une vitesse  $v$  possède de l'énergie liée à son mouvement, appelée **énergie cinétique**. On la note  $E_C$  et elle a pour expression :

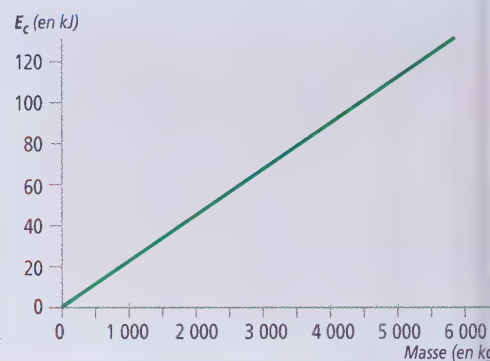
$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

Si  $m$  est en kg et  $v$  en m/s, alors  $E_C$  est en joules. »

a) Évolution de l'énergie cinétique en fonction de la vitesse, pour une masse de 1 000 kg



b) Évolution de l'énergie cinétique en fonction de la masse, pour une vitesse de 50 km



Pouvez-vous, à partir de l'étude des graphes, valider ou invalider cette expression ?

### Guide de travail

#### ► Analyser des documents :

1. Si la masse d'un corps en mouvement à une vitesse  $v$  (fixée) double, comment évolue son énergie cinétique ?
2. Si la vitesse d'un corps en mouvement de masse  $m$  (fixée) double, comment évolue son énergie cinétique ?

#### ► Exploiter les résultats :

3. La masse mise à part, à quelle grandeur l'énergie de mouvement (énergie cinétique) est-elle proportionnelle ?
4. Comment peut-on calculer le coefficient de proportionnalité ?

#### ► Utiliser un modèle énergétique :

5. Pourquoi un choc entre une voiture et un camion à 50 km/h est-il encore plus dangereux qu'un choc entre deux voitures à cette même vitesse ? Répondez en utilisant correctement le terme « réservoir d'énergie cinétique ».
6. Que faut-il faire pour arrêter totalement une moto roulant à la vitesse  $v$  ? Répondez en utilisant correctement le terme « réservoir d'énergie cinétique ».

# Securité routière ?

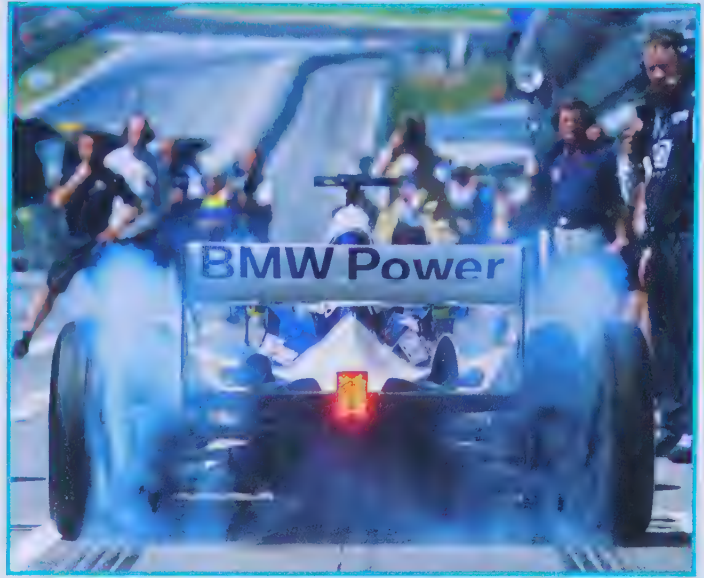
## OBJECTIF **B** Comprendre le freinage

### ► CAPACITÉ : Étudier des documents

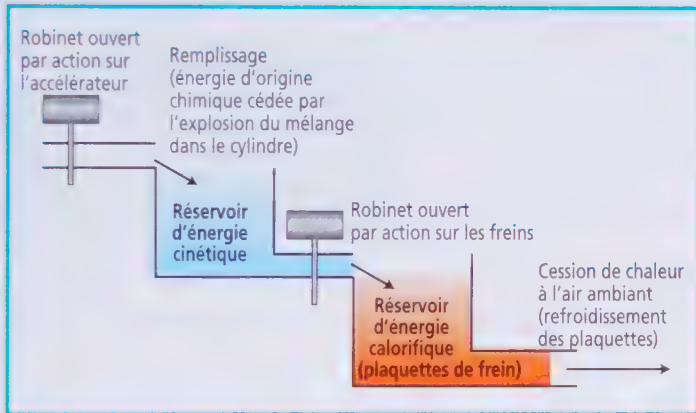
Un élève a rassemblé ces photographies concernant le freinage. Il souhaite comprendre ce qui se passe au niveau énergétique lors d'un freinage et il propose le dessin ci-dessous (doc. c).



a. Traces de freinage. ►



► b. Vue rapprochée d'un système de freinage en action.



► c. Dessin proposé par l'élève.



Les documents proposés par l'élève vous semblent-ils pertinents et utiles pour expliquer le freinage ? Argumentez votre réponse.

## Guide de travail

### ► Analyser les documents :

1. Qu'est-ce qui provoque les traces fumantes noires lors d'un freinage ? Et l'incandescence observée au niveau des plaquettes de freins ?
2. Qu'a essayé de représenter l'élève dans le document c ? Son dessin est-il améliorable ? Quel titre pourriez-vous lui donner ?

### ► Exploiter les résultats :

3. Comment se dissipe l'énergie lors du freinage ?
4. Quelle information importante nous apporte le débit entre les deux réservoirs sur le temps de transformation d'une forme d'énergie en une autre ?
5. Si le débit est fixé, le temps nécessaire pour vider le réservoir est-il proportionnel à l'énergie cinétique initiale ?

## Ordres de grandeur

**2 millions de tonnes :** c'est la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> chaque année, en limitant la vitesse à 120 km/h sur les autoroutes.

**40 % :** c'est la hausse de la consommation de carburant qu'entraîne une conduite brutale et agressive en zone urbaine, augmentant ainsi les émissions de gaz à effet de serre et de polluants.

## 1 Qu'est-ce que l'énergie ?

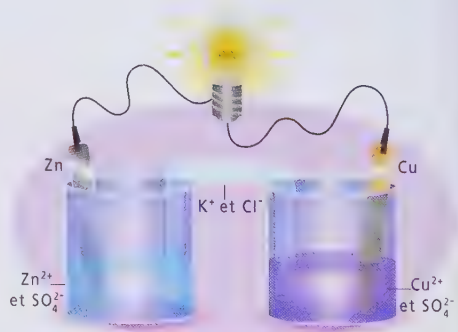
- L'énergie ne se voit pas directement, mais on peut en observer les effets, par exemple l'allumage d'une lampe.
- Elle peut être contenue dans des « réservoirs » différents, sous différentes formes. On peut faire briller une lampe de plusieurs manières : grâce à un **accumulateur**, à un **alternateur** entraîné par un mouvement, à une **pile** ou encore à la **tension du secteur** et donc indirectement à **une centrale électrique** qui fonctionne par exemple au charbon...
- L'énergie, quelle que soit sa forme, est une grandeur physique dont l'unité de mesure officielle est le **joule** (J).
- On ne peut pas créer de l'énergie, elle ne peut que se transformer d'une forme à une autre.
- Dans chaque cas, l'effet – par exemple l'allumage d'une lampe – est le même, mais le système de départ est différent : accumulateur, pile, mélange pétrole-air, etc.
- Pendant que la lampe brille, le système de départ varie : dans une pile, le zinc est transformé en ions zinc (II) ; dans une centrale thermique, le pétrole, brûlant en présence du dioxygène de l'air, est transformé en dioxyde de carbone et en eau, etc.
- Au bout d'un certain temps, certains systèmes de départ deviennent incapables d'allumer une lampe. Dans le langage quotidien, on dit que l'accumulateur se décharge, que la pile s'use, que le pétrole brûle, que le muscle se fatigue...



Cette batterie de portable est un accumulateur.

## 2 Énergie et chimie

- Les molécules contiennent de l'énergie « cachée » au niveau des **liaisons chimiques** reliant les différents atomes de la molécule. Lorsqu'une transformation chimique se produit, il y a réorganisation des atomes et donc des liaisons.
- Quand on réalise une transformation chimique entre de la poudre de zinc et une solution de sulfate de cuivre (II), on peut récupérer l'énergie chimique contenue dans une partie des réactifs sous deux formes :
  - de l'**énergie thermique** (dégagement de chaleur) lorsqu'on mélange directement les deux réactifs ;
  - de l'**énergie électrique** lorsqu'on réalise une pile électrochimique.
- Au bout d'un certain temps, les réactifs sont consommés : la transformation ne libérera plus de chaleur. La pile ne fournira plus d'énergie électrique : on dit qu'elle est usée.



La pile Daniell, une pile réalisable au laboratoire.

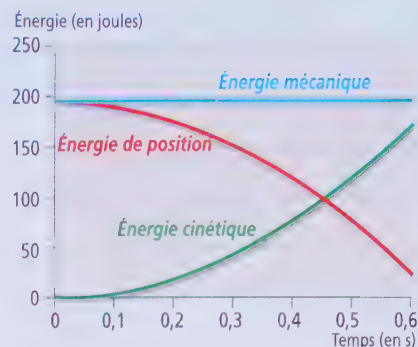
### Les idées fortes

- L'énergie est une grandeur qui se conserve, qui peut se transformer et prendre différentes formes.
- Son unité est le joule (J).
- Certaines formes d'énergie sont renouvelables (éolienne, solaire...).

- Dans une pile, l'énergie provient d'une transformation chimique.
- La consommation des réactifs entraîne l'usure de la pile.
- Les transformations chimiques peuvent dégager de l'énergie sous forme de chaleur ou d'électricité.

## 3 Énergie et mécanique

- Un objet possède :
  - une **énergie de position** qui dépend de l'altitude de cet objet par rapport au sol ;
  - une **énergie de mouvement** appelée **énergie cinétique**.
- La somme de ces énergies de position et cinétique constitue son **énergie mécanique**. Lorsqu'il n'y a pas de frottements, l'énergie mécanique se conserve.
- Au cours de la chute d'un objet, l'énergie de position diminue et l'énergie cinétique augmente.
- L'énergie cinétique s'écrit :  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ 
  - en joules
  - en kg
  - en (m/s)
- L'énergie cinétique dépend de la **masse** et de la **vitesse** du corps qui se déplace. Elle augmente proportionnellement à la masse et proportionnellement au carré de la vitesse.
- La distance de freinage d'un véhicule en mouvement augmente proportionnellement au carré de sa vitesse. La distance de freinage augmente donc plus rapidement que la vitesse.



En l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve.

### Les idées fortes

- L'énergie mécanique d'un objet est la somme de son énergie de position et de son énergie de mouvement.
- L'énergie cinétique est donnée par la formule  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
- Cette formule s'utilise par exemple dans le cadre de la sécurité routière.

## 4 Énergie et électricité

- L'énergie électrique peut être obtenue grâce à des piles ou à des **alternateurs**.
- Chaque appareil électrique est caractérisé par une **puissance nominale**, notée P. L'unité de cette grandeur est le **watt (W)**.
- En courant **alternatif**, dans le cas d'un dipôle ohmique, la puissance est donnée par la relation :

$$P = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$$

en watts
en volts
en ampères

- Un dipôle ohmique de puissance nominale P branché sur le secteur (de tension efficace  $U_{\text{eff}} = 230\text{ V}$ ) est donc parcouru par un courant d'intensité efficace  $I_{\text{eff}} = \frac{P}{U_{\text{eff}}}$ .
- Si l'intensité du courant est trop élevée, elle peut détériorer l'appareil ou les fils de l'installation électrique. C'est pourquoi les installations électriques sont équipées de coupe-circuits qui les protègent des surintensités.
- La quantité d'**énergie électrique** reçue par un appareil électrique est liée à sa puissance nominale et à la durée d'utilisation :

$$E = P \times t$$

en joules
en watts
en secondes

- Le **kilowattheure (kWh)** est une unité d'énergie utilisée par EDF pour mesurer notre consommation d'énergie électrique.



Les appareils électriques sont caractérisés par leur puissance nominale.

### Les idées fortes

- La puissance est une grandeur et son unité est le watt (W).
- La quantité d'énergie électrique transférée et la puissance sont liées par la relation :  $E = P \times t$ , où t est la durée d'utilisation
- En alternatif, la puissance, pour un dipôle ohmique, est donnée par la relation :  $P = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$

L'énergie ne se crée pas et ne se perd pas : elle se transforme. Nous avons rencontré différentes formes d'énergie dans ce dossier (comme les énergies chimique, électrique ou mécanique). Vous devez être à présent capable d'identifier le type d'énergie et ses transformations dans une chaîne énergétique.

Une chaîne énergétique représente le passage d'une forme d'énergie à une autre via des convertisseurs... En voici un exemple illustré.

**1** Grâce à l'énergie chimique apportée par la nourriture, les muscles peuvent actionner les rouleaux du tapis roulant. La nourriture est donc transformée en énergie mécanique.

**6** En tombant sur la roue à aube, l'eau actionne un ventilateur. L'énergie cinétique est à nouveau transformée en énergie mécanique.

**5** L'eau dans le réservoir possède une énergie de position. La quantité d'énergie disponible dépend de la masse de l'eau retenue et de son altitude. Si on vide le réservoir, l'énergie de position de l'eau diminue, mais son énergie cinétique augmente avec la vitesse.

**4** En se déchargeant, l'accumulateur restitue de l'énergie électrique à un petit moteur qui transforme en énergie mécanique. Ce moteur alimente une pompe qui fait remonter l'eau jusqu'à un réservoir. L'eau ainsi stockée dans ce réservoir possédera une énergie de position.

**3** En circulant dans les fils, l'énergie électrique parvient à l'accumulateur, qui stocke cette énergie sous forme chimique.

**2** L'un des axes du tapis roulant entraîne un alternateur, qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique.

**!** À chaque étape, de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur (énergie thermique), par exemple à cause des frottements dans le tapis roulant, ou par effet joule dans les fils électriques. Mais, l'énergie disponible à l'entrée de chaque dispositif est toujours égale à la somme de l'énergie disponible à la sortie de chaque dispositif et de l'énergie dissipée en chaleur.

D'après Sciences et vie Junior, décembre 2007.

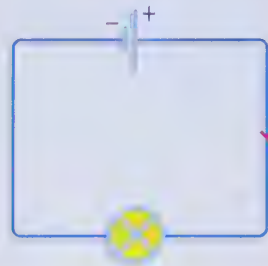
# schématiser

Les chaînes énergétiques sont schématisées afin de bien mettre en évidence les réservoirs énergétiques, les transferts et les convertisseurs d'énergie. On se propose de schématiser une telle chaîne en prenant pour exemple une lampe à incandescence reliée à un circuit électrique.

## Un modèle « électrocinétique »

Vous connaissez depuis la 5<sup>e</sup> ce schéma normalisé représentant un circuit comportant une pile et une lampe.

Bien que très utilisé, ce modèle de représentation **ne prend pas en compte le fait que la pile s'use**, ni les caractéristiques des dipôles, **la lampe qui chauffe** par exemple...



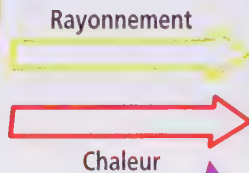
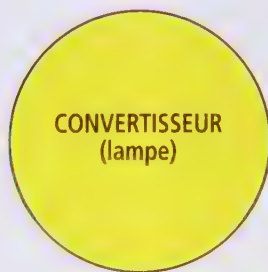
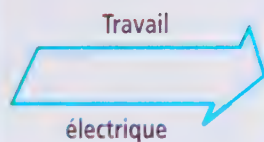
## Un modèle énergétique

On cherche donc une façon d'interpréter qualitativement ce circuit du point de vue énergétique.

Le modèle doit :

- rendre compte de la **conservation de l'énergie**, quelles que soient les transformations qu'elle subit, ses transferts et ses formes de stockage (voir dessin en page de gauche) ;
- permettre de dessiner **des chaînes énergétiques** en utilisant une symbolique particulière et d'interpréter des phénomènes physico-chimiques.

### ÉTAT INITIAL



### ÉTAT À L'INSTANT t



#### Des rectangles pour les réservoirs

Toujours indiquer un réservoir initial (stockage de l'énergie) et ce même réservoir à un instant ultérieur.

Le découpage des réservoirs en pièces de « puzzle » permet d'avoir une idée qualitative de la conservation de l'énergie.

#### Des cercles pour les convertisseurs de l'énergie (lampes, etc.)

#### Des droites fléchées pour les transferts d'énergie entre les réservoirs et les convertisseurs.

Ces transferts peuvent se faire sous forme de *travail mécanique* (déplacement d'un objet lors d'une interaction), de *travail électrique* (déplacement de charges), ou encore de *transfert thermique* (chaleur...), ou par rayonnement (lumière...).

## Connaissances

### Je dois connaître

- certaines formes d'énergie, et certaines transformations de l'une à l'autre → ex. 4, 6, 7 ;
- la relation entre puissance et énergie → ex. 2 ;
- les unités d'énergie et de puissance → ex. 1 ;
- la relation entre puissance, intensité et tension efficace, en alternatif → ex. 3 ;
- la relation entre énergie cinétique, masse et vitesse → ex. 4, 5.

### 1 Unités du système international

1. Dans le système international, quelle est l'unité de la puissance ?
2. Dans le système international, quelle est l'unité de l'énergie ?

### 2 Relation entre puissance et énergie

Quelle relation lie la puissance  $P$  et l'énergie  $E$  ?

### 3 Des moyens de protection

Citez un moyen de protection contre les surintensités en précisant s'il fonctionne pour les appareils, pour les installations ou pour les deux.

### 4 Pile ou alternateur ?

Attribuez à chaque générateur les propriétés qui le caractérisent.

Pile •	<ul style="list-style-type: none"> <li>• possède une bobine et un aimant en mouvement</li> <li>• transforme une énergie de mouvement en énergie électrique</li> <li>• produit une tension continue</li> </ul>
Alternateur •	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produit une tension variable dans le temps</li> <li>• possède des bornes</li> <li>• transforme une énergie chimique en énergie électrique</li> </ul>

### 5 Énergie cinétique d'une voiture



Une voiture de masse 800 kg roule en ville à une vitesse de 36 km/h. Elle possède de l'énergie.

1. Quelle est la forme d'énergie que possède cette voiture en mouvement ?
2. Donnez l'expression mathématique associée à cette énergie et précisez les unités des différentes grandeurs.
3. Si l'énergie cinétique est un réservoir que la voiture, au fil de sa trajectoire, vide ou rempli :
  - a. quand est-ce que ce réservoir est vide ?
  - b. que fait le réservoir lorsque la voiture accélère ?

### 6 Comparer différents modes de production

Le courant électrique est produit industriellement dans des centrales électriques.



1. Observez attentivement les schémas de la page 208. Quelle est la partie commune des différentes centrales qui permet la conversion de l'énergie ?
2. Classez les centrales en deux catégories, celles qui utilisent une énergie renouvelable et celles qui utilisent une énergie non renouvelable.



### 7 Compléter des phrases

Complétez les phrases ci-dessous en utilisant les mots : chimique ; augmenté ; transformation ; cuivre ; chaleur ; électrique.

(Attention, certains mots peuvent être utilisés plusieurs fois.)

1. Quand on mélange du zinc métallique et une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II), on constate qu'il se forme un solide rose, du ....., et que du zinc est consommé. Il s'est produit une ..... chimique. La température dans le bécher a ..... : une partie de l'énergie ..... des réactifs a été transformée en .....
2. Dans le cas d'une pile, on transforme l'énergie ..... libérée par la transformation chimique en énergie .....

### 8 Quiz

1. Donnez une définition et des exemples d'énergies dites renouvelables.
2. Quelles sont les trois sources d'énergie fossile les plus utilisées aujourd'hui ?
3. Quel est le principal atout de l'énergie électrique ?
4. Quelles sont les trois grandes ressources mondiales d'énergie ?
5. Si la consommation en pétrole restait stable, les réserves connues dureraient-elles 60, 100 ou 170 ans ?
6. En 7 lettres, métal utilisé pour produire l'énergie nucléaire.
7. L'énergie électrique peut être fournie par exemple par des piles ou des accumulateurs. Quelle différence existe-t-il entre une pile et un accumulateur ?

# EXERCICES

## Capacités

### Je dois être capable de

- utiliser la relation entre puissance et énergie → ex. 9 ;
- déterminer les conditions d'utilisation d'un appareil électrique à partir de sa notice → ex. 9, 10 ;
- exploiter la relation entre énergie cinétique, masse et vitesse, notamment dans le cadre la sécurité routière → ex. 12, 13, 14.

### 9 Comprendre une notice

Voici un extrait de la notice d'un radiateur électrique.

1. Quelle est la valeur de la puissance électrique de cet appareil lorsqu'il chauffe le plus rapidement ?
2. Le radiateur fonctionne à ce régime pendant trois heures. Quelle est, en joules, l'énergie transférée par ce radiateur à la pièce dans laquelle il se trouve ?

#### Radiateur électrique

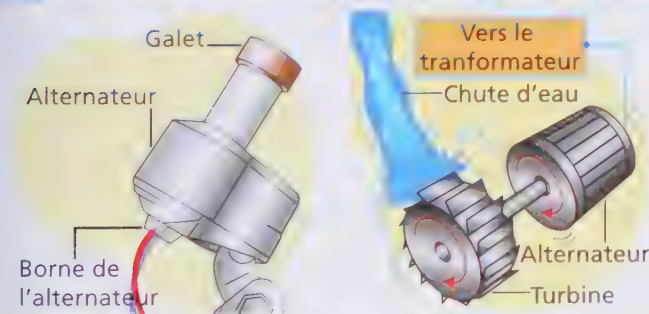
- 2 barres infrarouge
- 3 allures de chauffe : 500, 1 000 et 1 500 W
- Sécurité thermique. Finition en métal chromé.
- Témoin lumineux de fonctionnement
- Cordon sans prise
- Commande par tirette
- L/H/P : 62 x 12,3 x 18,6 cm

### 10 Quel fusible utiliser pour le radiateur ?

Hugo décide de brancher le radiateur électrique de l'exercice 9 dans sa cabane. Pour plus de sécurité, Hugo demande à son grand-père d'installer un fusible de protection sur la ligne de branchement du radiateur.

1. Sachant que ce radiateur est branché sur le secteur, et qu'il est considéré comme un dipôle ohmique, calculez l'intensité maximale circulant dans le cordon d'alimentation.
2. Hugo a le choix entre les fusibles suivants : 1 A, 2 A, 5 A, 10 A et 50 A. Lequel doit-il utiliser ? Pourquoi ?

### 11 De l'énergie mécanique à l'énergie électrique



Voici deux systèmes qui permettent de produire un courant électrique.

1. Comparez les deux photographies. Quelles sont les parties communes ?
2. Qu'est-ce qui fait tourner le galet et la turbine ?
3. Expliquez quelle transformation d'énergie permet la production d'électricité.

### 12 Énergie cinétique d'une voiture

Une voiture de masse 800 kg roule en ville à une vitesse de 36 km/h. Elle possède de l'énergie liée à son mouvement.

1. Exprimez la vitesse de la voiture en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
2. Calculez son énergie cinétique en respectant les unités du système international.

### 13 Masse d'une balle de tennis

La vitesse d'une balle de tennis pendant le service peut atteindre 228 km/h.

- a. Sachant que son énergie cinétique vaut 116 J, comment calculeriez-vous la masse de cette balle ?
- b. Quelle serait son énergie cinétique si sa vitesse était divisée par deux ?

### 14 Même énergie cinétique ?

Lequel de ces animaux a une plus grande énergie cinétique ? Le guépard de masse 50 kg, courant à une vitesse de 50 km/h, ou un hippopotame de 500 kg se déplaçant à 5 km/h ?



- a. Tentez de répondre sans calcul.
- b. Vérifiez votre hypothèse par le calcul.

### 15 Piles... « liquides » ?

On peut réaliser des piles avec deux électrodes de matériaux différents (carbone, zinc, cuivre, magnésium) et un électrolyte liquide (solution aqueuse d'acide chlorhydrique, de sulfate de cuivre, etc.).

1. Comment peut-on vérifier que ces piles contiennent de l'énergie ?
2. Sous quelle forme cette énergie est-elle stockée dans la pile ?

# EXERCICES

## Attitudes

### 16 Lançons le débat

► Avoir une attitude responsable face à l'environnement

1. Que se passera-t-il au niveau de l'effet de serre d'ici à 2050 si la Chine privilégie le charbon pour produire l'électricité nécessaire à son développement ? Essayez d'argumenter scientifiquement votre réponse.
2. Quelles sources d'énergie non émettrices de CO<sub>2</sub> pourriez-vous choisir pour répondre à nos besoins importants en électricité ?
3. Pour quelle raison les pays en développement ne s'engagent-ils pas à réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> ?
4. De quelle manière les pays peuvent-ils limiter l'effet de serre ?
5. Comment chacun peut-il contribuer à réduire aussi cet effet de serre ?

### 17 Ceinture de sécurité et énergie

► Avoir l'esprit critique

« En ville, en cas de trajets courts, la ceinture de sécurité n'est pas nécessaire : on peut même amortir le choc grâce à nos bras. »

Voici quelques chiffres pour vous aider à réfléchir sur cette phrase : les muscles des bras peuvent résister à des chocs de 250 newtons environ, or à 50 km/h, il leur faut résister à un choc d'environ 2 000 newtons pour une personne de 75 kg. La ceinture de sécurité est conçue pour résister à des chocs de 3 000 newtons.

1. Que se passe-t-il pour les occupants du véhicule sans ceinture de sécurité si le véhicule est arrêté net ?
2. Est-il suffisant de se protéger avec les bras au moment du choc ? Justifiez votre réponse.

## Pour aller plus loin

### 18 Piles et développement durable



« Baladeurs, consoles de jeu portatives, télécommandes, montres, appareils photographiques, rasoirs, téléphones portables... Chaque français consomme en moyenne 10 à 12 piles par an. Très utiles au quotidien, elles deviennent néanmoins, une fois usagées, des déchets très toxiques pour la nature et pour l'homme.

Les piles contiennent en effet de nombreux éléments chi-

miques comme le cadmium, le mercure, le nickel, le zinc, le manganèse et le chlore, qui représentent un réel danger s'ils ne sont pas récupérés. Lorsque les piles sont jetées avec les ordures ménagères, elles sont incinérées et leurs composants polluent l'atmosphère avec les cendres et fumées toxiques dégagées. Déposées dans un milieu naturel, elles polluent le sol, puis les nappes phréatiques, altérant ainsi la qualité de l'eau que nous pourrions consommer.

Cette pollution peut être évitée en adoptant le réflexe recyclage ! En effet, dans une pile, 98 % des composants sont valorisés. »

1. Quels sont les dangers des piles usagées, pour l'environnement et l'être humain ?
2. Comment remédier à ces dangers ?

### 19 Fonctionnement des accumulateurs ...

« Il ne faut pas confondre les piles (alcalines et salines), qui ne peuvent servir qu'une fois, et les accumulateurs (parfois appelés piles rechargeables), qui peuvent être rechargés. Dans ce dernier cas, l'énergie chimique consommée lors de la décharge est renouvelée par un processus de recharge. L'énergie électrique du chargeur est transformée en énergie chimique : on « force » donc la réaction chimique qui a eu lieu lorsque la pile débitait à s'inverser, c'est-à-dire des produits vers les réactifs (en sens inverse). Le processus de décharge/recharge peut être répété jusqu'à 1 000 fois. Il y a d'autres différences entre les piles et les accumulateurs. Par exemple, les accumulateurs peuvent perdre jusqu'à 30 % de leur charge tous les mois et sont donc vides au bout de trois mois environ. »

1. Quels sont les deux types de « piles » énoncés dans le texte ? Précisez leurs différences.
2. Quelle transformation chimique a lieu lorsque l'accumulateur se recharge ?
3. Pour recharger un accumulateur, faut-il apporter de l'énergie et sous quelle forme ?

### 20 Freinage et énergie cinétique

Pour immobiliser un véhicule en mouvement, il faut diminuer son énergie cinétique jusqu'à ce qu'elle devienne nulle : c'est le freinage. Or, pour un même véhicule, si sa vitesse double, sa distance de freinage est multipliée par quatre.

1. La distance de freinage est-elle proportionnelle à la vitesse du véhicule ? Justifiez votre réponse.
2. Pour les voitures de type Formule 1, quels sont les moyens utilisés pour réduire la distance de freinage ?
3. À votre avis, sous quelle forme se retrouve l'énergie cinétique ?

# EXERCICES

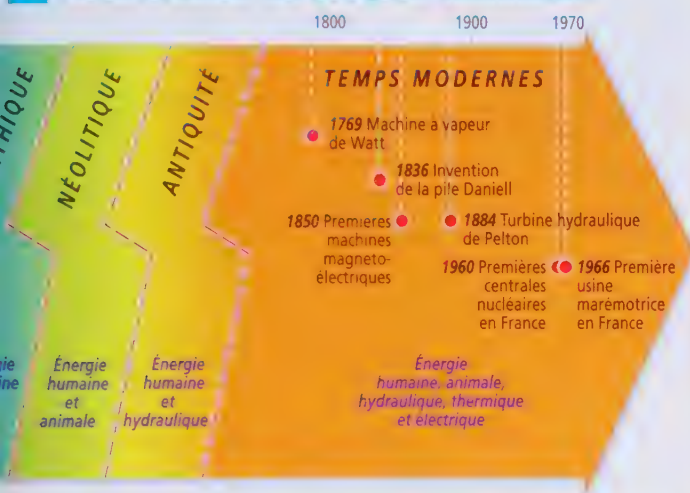
## 21 Extraire des informations scientifiques

« Une usine hydraulique correspond à une chaîne de transformation énergétique. Les turbines transforment l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique qui entraîne le rotor de l'alternateur. Les alternateurs transforment cette énergie mécanique en énergie électrique. Ils fournissent une tension dont la fréquence est proportionnelle à leur vitesse de rotation. Pour obtenir une électricité de fréquence stable, la vitesse doit être constante.

En France, la fréquence est de 50 Hz, la vitesse du groupe turbine/alternateur est fixée par le nombre de pâles du rotor de l'alternateur. Plus la vitesse de rotation est faible, plus grand sera le nombre de pâles. Ainsi, si la vitesse est de 3 000 tr/min, on aura une paire de pâles, on en comptera trois pour 1 000 tr/min. »

Effectuez un schéma énergétique de la centrale présentée dans le texte.

## 22 Accélération du progrès technique



	Puissance unitaire				
	Homme	Animal	Hydraulique	Thermique	Électrique
Préhistoire	0,1 kW				
Néolithique	0,1 kW	0,6 kW			
Antiquité	0,1 kW	3 kW	5 kW		
1800	0,1 kW	3 kW	100 kW	15 kW	
1900	0,1 kW	3 kW	300 kW	500 kW	10 kW
1950	0,1 kW	3 kW	5 MW	10 MW	200 kW
2000	0,1 kW	3 kW	300 MW	500 MW	1 000 MW

Le tableau ci-dessus donne l'évolution de la puissance fournie au cours de l'histoire de l'humanité.

- Quelle invention permet, dès l'Antiquité, d'utiliser l'énergie cinétique fournie par l'eau des rivières ?
- En 1850, quelle est la puissance fournie par les meilleures installations hydrauliques ? Quelle invention permet de parvenir à la puissance de 5 MW ?

- Par quel facteur faut-il multiplier la puissance d'un homme pour atteindre la puissance d'une installation électrique en 1850 ? En 1990 ?

## 23 Nombre de chevaux et énergie...

La puissance d'un moteur est l'énergie qu'il peut libérer en 1 seconde.

Pour exprimer en watt une puissance en chevaux, il faut la multiplier par un coefficient de 750.



- De combien de joules faut-il remplir le réservoir d'énergie cinétique pour faire accélérer une moto de masse 200 kg de 0 à 100 km/h ? (Respectez bien les unités.)
- À combien de kW correspondent les 40 chevaux de cette moto ?
- En déduire la durée nécessaire pour accélérer la moto jusqu'à 100 km/h.
- Pour accélérer une moto jusqu'à 200 km/h, faudra-t-il doubler ou quadrupler la durée calculée précédemment ?

## 24 Le monte-charge

On peut réaliser une maquette d'un monte-charge avec un petit moteur électrique où s'enroule sur son axe un fil au bout duquel on peut pendre une masse (charge de l'ordre de 100 g)

- Quel dessin et matériel pourriez-vous proposer permettant de réaliser cette maquette ?
- Lorsque la charge ou la masse s'est élevée d'une hauteur  $h$  par rapport au sol, possède-t-elle de l'énergie ? Sous quelle forme ?
- Quel schéma énergétique pourriez-vous proposer concernant le levage de la masse initialement posée au sol jusqu'à une hauteur  $h$  ?

## 25 La pile à combustible

Les scientifiques mettent beaucoup d'espoir dans un nouveau type de piles non polluantes, les piles à combustible. Allez voir l'animation sur le fonctionnement de la pile à combustible à l'adresse :

[www.cea.fr/jeunes/themes/les\\_nouvelles\\_energies](http://www.cea.fr/jeunes/themes/les_nouvelles_energies)

- Quelles sont les trois parties de la pile à combustible ?
- Précisez les réactifs et les produits de la transformation chimique qui a lieu.
- Pourquoi dit-on que la pile à combustible est une pile propre ?
- Cette pile s'use-t-elle ? Pourquoi ?

## 26 Le fer à repasser

Un fer à repasser, branché sur le secteur (220 V), est utilisé 5 heures par semaine.

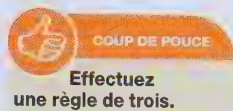
Quelles solutions proposez-vous pour connaître la quantité d'énergie consommée en une semaine ?

## 27 Le chauffe-eau solaire

Un chauffe-eau solaire reçoit du Soleil une puissance de  $500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  sous forme de rayonnement. S'il n'y avait pas de pertes, cette énergie permettrait d'élever la température de l'eau dans les  $10 \text{ m}^3$  de capteur de  $15^\circ\text{C}$  à  $65^\circ\text{C}$  avec un débit de  $36 \text{ L/s}$ .

1. Le rendement du chauffe-eau solaire est de 60 %. Comment calculer la surface nécessaire du capteur pour obtenir ce même débit d'eau chaude ?
2. Si le ciel se couvre de légers nuages, la puissance reçue diminue.

Quelles solutions existent pour continuer à obtenir de l'eau à  $65^\circ\text{C}$  si par exemple la puissance est divisée par deux ?



## 28 Allumer une lampe avec l'eau du robinet...

Avec l'eau du robinet, une turbine et un petit alternateur, on peut allumer facilement une petite ampoule de lampe de poche.



1. Représentez la chaîne énergétique de ce montage (voir p. 215).
2. Ce montage est-il facilement réalisable ?

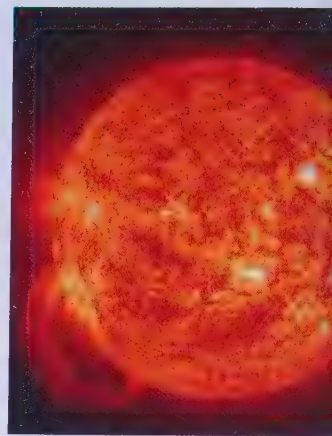
## 29 Allumer une lampe avec une masse qui tombe...

En faisant tomber une masse qui entraîne un petit alternateur, on peut allumer facilement une petite ampoule de lampe de poche.

1. Représentez la chaîne énergétique correspondant à ce montage (voir p. 215) et estimez un ordre de grandeur de son rendement énergétique (en %).
2. Comparez ce rendement avec celui d'une véritable centrale hydraulique (85 %). Qu'en concluez-vous ?

## 30 Allumer une lampe avec le Soleil...

Avec une ou deux cellules solaires éclairées par le Soleil, on peut allumer (faiblement) une petite ampoule de lampe de poche. On peut aussi utiliser une lampe de 100 W avec un bon réflecteur.



1. Représentez la chaîne énergétique du montage.
2. Supposons un ensemble de cellules solaires éclairées dans de bonnes conditions par le Soleil. Elles reçoivent alors une puissance rayonnante égale à  $500 \text{ W/m}^2$ . L'ordre de grandeur du rendement d'une cellule est de 15 %. Quelle surface de cellules solaires faut-il pour maintenir allumée une lampe de 100 W ?

## 31 Comment chauffer et refroidir en même temps ?

- Pour qu'un fluide passe de l'état liquide à l'état vapeur (vaporisation), il faut lui fournir de la chaleur. Ici, le fluide reçoit de la chaleur du milieu ambiant 1, dont la température baisse.
- Quand le fluide passe de l'état vapeur à l'état liquide (condensation), il fournit de la chaleur. Le fluide fournit de la chaleur au milieu ambiant 2, dont la température augmente. Du côté 1, il fait froid et, en même temps, du côté 2, il fait chaud.
- Il existe deux sortes de machines thermiques fonctionnant suivant le même principe :
  - 1 – **Le réfrigérateur :**
    - le milieu ambiant 1 est l'intérieur du réfrigérateur ;
    - le milieu ambiant 2 est l'air de la cuisine.
  - 2 – **La pompe à chaleur :**
    - le milieu ambiant 1 est l'eau d'une rivière ou l'air extérieur à la maison ;
    - le milieu ambiant 2 est l'air de la maison.

1. À partir du document, de vos observations et de vos recherches sur le Web, essayez d'expliquer simplement comment fonctionne un réfrigérateur.
2. Les chauffages traditionnels dans les habitations ne sont pas très respectueux de l'environnement. On peut les remplacer par des pompes à chaleur. Comment fonctionnent-elles ?

# EXERCICES

## 32 Étude d'une multiprise

Le matin, pour le petit-déjeuner, une famille utilise trois appareils branchés sur une même multiprise reliée au secteur : une bouilloire électrique de puissance  $P_b = 3\,000\text{ W}$ , un grille-pain de puissance  $P_g = 1\,050\text{ W}$  et une cafetière électrique de puissance  $P_c = 900\text{ W}$ . Nous considérerons que ces dipôles sont des conducteurs ohmiques.

1. Calculez l'intensité du courant qui traverse chaque appareil. (N'oubliez pas de faire figurer la formule utilisée.)
2. Tous ces appareils sont branchés en dérivation. Calculez l'intensité du courant circulant entre la prise et la multiprise lorsque les trois appareils fonctionnent en même temps.
3. Ce courant électrique est-il dangereux pour l'homme ?
4. Le fusible protégeant cette prise a fondu, il faut le remplacer. Vous disposez de fusibles de calibres suivants : 5 A, 10 A, 20 A et 25 A. Lequel choisiriez-vous ? Pourquoi ?
5. La bouilloire électrique est constituée d'une résistance électrique qui permet de chauffer l'eau. Calculez la valeur de cette résistance.

## 33 Bon appétit les amis !

1. En utilisant les informations contenues dans ces tableaux, évaluez, en kJ, le contenu énergétique moyen des aliments que vous pourriez absorber en une journée.
2. En utilisant un des documents, évaluez le coût énergétique moyen de vos activités pour une journée.
3. Comparez les résultats obtenus. Qu'en pensez-vous ?
4. Que risque-t-il de se passer si le contenu énergétique des aliments quotidiennement absorbés est toujours supérieur au coût énergétique quotidien des activités ?
5. Que pensez-vous du slogan « Pour être en bonne santé, bougez ! » ?

Contenu énergétique des aliments (en kJ)

1 œuf dur mayonnaise	1 150
1 part de quiche ou un gnocchi	1 650
1 tranche de melon	150
1 beefsteak ou 1 côte de veau grillée	600
1 portion de poulet frit	1 000
1 portion de croquettes de poisson frit	700
1 portion de pâtes + beurre ou corps gras	1 250
1 portion de frites	3 350
1 portion de carottes bouillies + beurre	550
1 portion de céréales pour petit-déjeuner	700
1 yaourt (sans sucre)	250
1 part de camembert (1/8)	400
1 fruit	250
1 crème caramel ou chocolat	1 100
1 glace	1 250
1 morceau de sucre normal (5 g)	150
1 bonbon	100
1 barre de chocolat (30 g)	700
Biscuits (100 g)	1 650
1 baguette de pain (250 g)	2 700
Boisson aux fruits (1 verre)	250
Soda (1/4 L)	250
Tasse (10 cL) de chocolat au lait	850

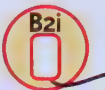
## 34 Éclaire-moi ...

En hiver, chaque soir, 10 millions de familles laissent allumées de 17 h à 23 h, 4 lampes de 100 W chacune.

1. Calculez l'énergie électrique  $E$  consommée pendant cette durée.
2. Sachant que la combustion d'hydrocarbures (pétrole) fournit une énergie en moyenne de  $44 \cdot 10^3\text{ kJ/kg}$ , à quelle masse de pétrole brûlé correspond cette énergie  $E$  ?

## 35 La calorie

Réunissez quelques emballages de produits alimentaires que vous avez chez vous.



1. Existe-t-il, sur ces emballages, des informations relatives à l'énergie associée à ces produits ?
2. En utilisant un moteur de recherche, trouvez la définition de la calorie et le lien avec le joule (unité officielle d'énergie).



Coût énergétique des activités humaines\* (en kJ/h)

<b>Dormir</b>	200
<b>Être assis :</b>	
• Repos (rêver, penser, etc.)	300
• Lire, écouter, regarder	400
• Bricoler, coudre	400
• Écrire, faire de la musique	500
<b>Être debout :</b>	
• Repos	350
• Bricoler, repasser, etc.	700
• Marcher	900
• Jouer	1 400
<b>Faire du vélo</b>	1 450
<b>Faire du vélomoteur</b>	850
<b>Transport en commun</b>	450
<b>Sport :</b>	
• Courir	2 100
• Nager	2 400
• Sport collectif	2 600

\* En plus, pour 24 h, on dépense 1 400 kJ pour la digestion des repas.

# UNE NATURE D'ÉNERGIE

**A**ttention, quand Dame nature se met en pétard, ça ne rigole pas ! En l'espace de quelques secondes, elle peut libérer une énergie folle. Une puissance telle que nos bombes ou nos centrales nucléaires ont tout simplement l'air ridicules à côté d'elle ! Un exemple ? Quand un banal orage éclate sur Terre, il fournit à lui seul une énergie équivalente à 100 millions d'ampoules électriques ordinaires. Grâce à lui, on pourrait donc imaginer d'éclairer un pays comme la France pendant cinq minutes. À première vue, on se dit que ce serait fabuleux car l'énergie de l'orage est gratuite, propre, et, qui plus est, elle ne s'épuise jamais ! Sauf qu'il y a un problème, et même un énorme problème ! Si ces phénomènes naturels sont baptisés « caprices de la nature », ce n'est pas pour rien. Ils ont le défaut d'être complètement imprévisibles et brefs. Et, certains d'entre eux n'ont lieu que de manière ultra-exceptionnelle sur le globe ! Imaginez donc qu'il faille attendre qu'un séisme se produise quelque part sur Terre pour qu'on puisse espérer chauffer nos pénates en hiver... On aurait vite fait d'attraper un coup de froid ! C'est pourquoi, à défaut de pouvoir dompter ces forces de la nature, les chercheurs se contentent pour l'instant de les observer avec envie. Et en attendant, c'est vers d'autres sources d'énergie renouvelables (voir p. 190), comme le vent (avec les éoliennes), l'eau des fleuves (avec les barrages), la chaleur du sol (avec la géothermie) ou les végétaux (avec la biomasse)... que l'on se rabat aujourd'hui. Certes, ces phénomènes sont moins énergétiques, mais, au moins, on sait que l'on peut compter sur eux... Tout le temps et par tous les temps !

**Certains phénomènes naturels dégagent une énergie ultra-spectaculaire. De quoi battre à plate couture plusieurs centrales nucléaires. Découvrez cinq d'entre eux qui sont des vraies forces de la nature...**

MURIEL VALIN

## ORAGE

Chaque jour, 44 000 orages éclatent sur Terre et produisent 8 millions d'éclairs. En quelques millièmes de seconde, l'air pris dans un orage peut alors atteindre une température de 30 000 °C ! Et alors, me direz-vous ? Eh bien, si l'on sait que l'énergie d'un éclair vaut environ 500 Mégajoules (voir p. 194) et qu'un orage moyen produit une puissance équivalente à quatre à cinq centrales nucléaires, on se dit qu'il y a un bon paquet d'énergie qui s'envole chaque jour en fumée !



## TREMBLEMENT DE TERRE

Quand la croûte terrestre se met à trembler, elle libère d'un coup une quantité d'énergie spectaculaire. Du coup, certains séismes peuvent faire des ravages incroyables qui vont détruire des villes entières et tuer leurs habitants ! Au Pérou, par exemple, le 15 août 2007, un séisme de magnitude 8 sur l'échelle de Richter (qui a libéré l'équivalent à  $6,3 \cdot 10^{16}$  joules d'énergie) a rayé plusieurs villes de la carte et fait plus de 500 morts. Et pour cause, l'énergie déployée à l'occasion de ce genre de tremblement de terre peut atteindre des valeurs inimaginables, jusqu'à dépasser la quantité d'énergie consommée par l'ensemble des États-Unis pendant toute une année !

# DÉBORDANTE

## OURAGAN

Katrina, Ivan, Jeanne, Alicia...  
Cette liste de prénoms

pourrait être celle d'une classe. En fait, c'est celle de quelques ouragans très récents qui ont marqué tragiquement notre histoire. Derrière ces phénomènes qui font tourbillonner l'air se dégage en réalité une quantité d'énergie monstrueuse : chaque jour d'ouragan, c'est l'équivalent de 2 à  $6.10^{19}$  joules qui est rejeté sous forme de chaleur. Cette énergie correspond à cinq bombes nucléaires de type Hiroshima qui serait libérée chaque seconde ! Conséquence : quand l'ouragan Katrina a sévi le 29 août 2005 aux États-Unis, plus d'1,5 million de personnes se sont déplacées pour fuir la catastrophe !



## ERUPTION VOLCANIQUE

Attention, ça vibre, un volcan est sur le point d'exploser ! Prenez garde car la lave risque de faire des dégâts considérables.

Pompéi, la célèbre ville italienne, en a fait les frais à son époque. Aujourd'hui, c'est l'île de La Réunion avec son célèbre Piton de la fournaise qui en est régulièrement victime... Or, l'énergie mise en jeu par une éruption volcanique donne carrément froid dans le dos. Figurez-vous que certains volcans ont déjà réussi à dégager des quantités d'énergie atteignant plus de  $10^{17}$  joules ! C'est plus de la moitié de ce qu'a pu libérer la plus puissante bombe nucléaire jamais testée, la bombe Tsar Bomba !



## TSUNAMI

Souvenez-vous... Le 26 décembre 2004, l'Indonésie était touchée de plein fouet par un tsunami.

En l'espace d'une dizaine de minutes, un tremblement de terre sous-marin a grondé, des vagues géantes atteignant jusqu'à 30 mètres de haut ont déboulé sur les côtes asiatiques. Et au final, plus de 270 000 personnes ont péri, noyées ou écrasées sous les débris. Il faut dire que le tsunami responsable de ce carnage a libéré en quelques secondes une énergie incroyable : l'équivalent de  $8.10^{15}$  joules ! Soit l'énergie dégagée par l'explosion de deux millions de tonnes de TNT !

## Agent de développement des énergies renouvelables

**La profession :** Le missionnaire de l'énergie à toute conviction, il développe, collabore avec les énergies renouvelables. Il s'occupe de vendre, de vendre, de vendre... Il s'occupe de vendre à un client les énergies renouvelables. Il s'occupe de vendre à un client les énergies renouvelables. Il s'occupe de vendre à un client les énergies renouvelables.

**La formation :** DUT en un DUT à l'École Supérieure de Technologie (EST) ou à l'École Supérieure de Technologie (EST). Éventuellement une licence professionnelle en Énergie et Développement Durable. La licence en Matière de l'Énergie et des Énergies Renouvelables a un an à l'Université.

**Le candidat idéal :** L'agent doit être motivé et dynamique, avoir une bonne communication et être capable de vendre à tout prix.

**Le temps de travail :** Horaires normaux.

**Les débouchés :** Les agents de développement des énergies renouvelables sont nombreux dans les entreprises et les collectivités locales.

# 6 métiers l'énergie

Le secteur de l'énergie est en constante mutation et, grâce à ses besoins toujours nouveaux, il emploie de plus en plus.



## Technicien photovoltaïque

**La profession :** cette profession offre des tâches variées.

Le technicien détermine le nombre de panneaux solaires nécessaires aux besoins en électricité et en chauffage de son client, élabore des devis, planifie et suit la mise en place des panneaux. Il peut aussi jouer un rôle commercial : conseiller les installateurs et s'occuper du service après-vente.

**La formation :** DUT « Génie thermique » (bac + 2). Certaines universités proposent une année supplémentaire de spécialisation en licence professionnelle « Énergies renouvelables » (Bac +3).

**Le candidat idéal :** organisé, il doit savoir travailler en équipe car il est amené à collaborer avec d'autres techniciens, des ingénieurs et des responsables de chantier. Il est conseillé d'avoir un fort intérêt pour la protection de l'environnement, cette problématique étant au cœur de la profession.

**Le temps de travail :** horaires normaux.

**Les débouchés :** l'insertion professionnelle est aisée car les énergies renouvelables, comme l'énergie solaire photovoltaïque, sont de plus en plus utilisées.

Des mots-clés pour une recherche efficace :

**Métier + énergie + renouvelable :** tous les métiers concernant les éoliennes, la géothermie, etc.

**Métier + environnement + déchet :** des fiches sur les métiers de la transformation des déchets et du recyclage.

# de Ingénieur R et D en énergies renouvelables

**La profession :** éolien, hydraulique, solaire... autant d'énergies renouvelables que l'ingénieur tente d'évaluer et d'améliorer au quotidien. Il innove et crée des produits en respectant les normes environnementales. Au final, il tente de rendre ces énergies accessibles en optimisant les coûts de production et l'exploitation des ressources terrestres

**La formation :** écoles d'ingénieurs généralistes (Polytechnique, écoles centrales...) ou spécialisées en ingénierie environnementale, mastère dans le domaine de l'énergie (bac + 5).

**Le candidat idéal :** au cœur de l'innovation, il confronte ses résultats avec d'autres ingénieurs et doit convaincre de l'intérêt de développer ses projets. La maîtrise de langues étrangères est un plus dans le cadre de programmes européens.

**Le temps de travail :** horaires normaux. Beaucoup de pression, de responsabilités, et de déplacements à l'étranger à prévoir !

**Les débouchés :** les postes sont limités dans les bureaux d'études et la recherche publique.

L'avenir est plus prometteur au sein des pôles d'innovation et de compétitivité.

# Technicien en traitement des déchets

**La profession :** c'est un métier pour ceux qui aiment travailler dans un environnement où l'on découvre de nouvelles technologies et où l'on apprend constamment. C'est un métier qui demande beaucoup de responsabilité et de rigueur, surtout lorsqu'il s'agit de contrôler la qualité des produits et de garantir la sécurité des installations.

**La formation :** BTS en Chimie ou en Génie des Procédés, ou encore des formations plus courtes en traitement des déchets.

**Le candidat idéal :** il est autonome, aime les responsabilités et les défis, a un bon relationnel et peut travailler en équipe. Il possède des connaissances en chimie et en génie des procédés (comme les réacteurs), a une rigueur et une précision dans son travail et est capable de travailler dans des environnements parfois difficiles.

**Le temps de travail :** travail pour 11h30 par semaine, avec des heures supplémentaires possibles. Les déplacements sont fréquents et il peut y avoir des soirées à travailler.

**Les débouchés :** nombreux domaines et professions sont concernés par ce métier, dans le domaine public (comme les services de traitement des déchets) ou dans le secteur privé (industries chimiques, pharmaceutiques, agroalimentaires...). Un technicien peut travailler jusqu'à la fin de sa carrière dans le domaine de la gestion et du traitement des déchets.

# Diagnosticteur de performance énergétique

**La profession :** il prévoit les dépenses énergétiques d'un bâtiment qui va être loué ou vendu. Cette évaluation se fait en termes de coût pour celui qui y vivra et d'impact sur l'environnement.

**La formation :** il n'existe pas de formation préparant à ce métier. Il faut réussir un examen de certification pour lequel il est possible de se présenter avec une expérience de quelques années dans le bâtiment (comme électricien, thermicien, conducteur de travaux...).

**Le candidat idéal :** un contact aisé avec les clients est une qualité nécessaire, car il faut leur exposer les résultats du diagnostic et répondre à leurs nombreuses questions. Il est aussi indispensable d'être prêt à se documenter en permanence sur les nouveaux matériaux et l'évolution constante des lois.

**Le temps de travail :** les horaires sont normaux, mais il est parfois nécessaire d'être disponible pour les clients le soir ou le samedi.

**Les débouchés :** ils sont nombreux car la demande augmente en raison de la législation qui est de plus en plus contraignante ; divers contrôles sont obligatoires lors de transactions immobilières.

# Ingénieur nucléaire

**La profession :** ses missions varient selon sa spécialité : l'ingénieur sûreté analyse le fonctionnement des installations et y apporte des améliorations, l'ingénieur environnement a pour objectif d'éviter les catastrophes écologiques, l'ingénieur en génie chimique travaille au développement des technologies... L'industrie du nucléaire emploie encore bien d'autres ingénieurs dans de nombreux domaines.

**La formation :** un très grand nombre de formations d'une durée de 5 ans après le bac permettent d'accéder à ce métier, par exemple le diplôme d'ingénieur de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires ou le mastère professionnel sciences, démantèlement d'installations nucléaires.

**Le candidat idéal :** il est autonome et organisé car il occupe un poste à responsabilités. Ce métier nécessite un bon esprit d'analyse et de synthèse, mais aussi de la curiosité, de l'imagination et de la patience. Savoir travailler en équipe, être à l'écoute des autres et prendre des initiatives sont des qualités essentielles.


**Le temps de travail :** horaires normaux, mais l'ingénieur doit être disponible à tout moment et les déplacements sont fréquents.

**Les débouchés :** on peut travailler pour des entreprises, des cabinets d'expertise, des bureaux d'études ou pour les services publics ou l'enseignement.

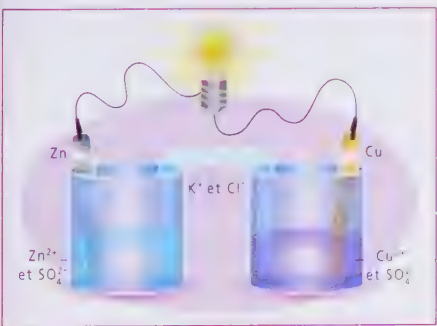
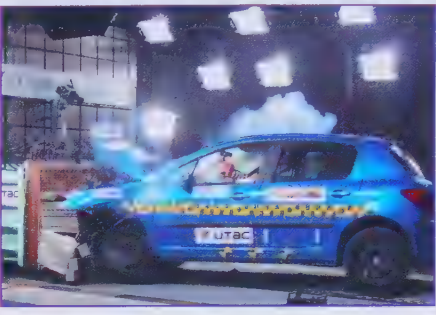
# L'INDISPENSABLE SUR.

À la fin du collège, vous devez avoir acquis un certain nombre de compétences concernant les questions d'énergie et de puissance. Ces compétences sont récapitulées dans ces tableaux.

## Les connaissances

en 5 <sup>e</sup>	en 4 <sup>e</sup>	en 3 <sup>e</sup>
<p>L'apport d'énergie permet d'augmenter la température d'un corps pur</p> <p>La fusion et la vaporisation d'un corps pur nécessitent un apport d'énergie</p> <p>Les générateurs transfèrent de l'énergie électrique aux récepteurs qui la transforment en d'autres formes d'énergies</p>  <p>La photopile, générateur qui transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique</p>	<p>La lumière transporte de l'énergie. Celle-ci est concentrée au foyer d'une lentille lorsqu'elle la traverse</p> <p>En absorbant la lumière, la matière reçoit de l'énergie. Elle s'échauffe et transfère une partie de l'énergie reçue à l'extérieur sous forme de chaleur</p> <p>Les combustions et le fait qu'elles libèrent de l'énergie</p> <p>La transformation, par un dipôle ohmique, de l'énergie électrique fournie par le générateur en chaleur (effet joule)</p>	<p>Les sources d'énergie renouvelables ou non</p> <p>L'unité officielle d'énergie, le joule, et l'unité usuelle, le wattheure ou kilowatt-heure</p> <p>Les différents modes de production de l'énergie électrique par transformation notamment de l'énergie mécanique</p> <p>Le compteur électrique qui permet de mesurer l'énergie consommée</p> <p>La production de l'énergie électrique au moyen d'un alternateur de bicyclette par la transformation de l'énergie mécanique</p> <p>Une pile transforme de l'énergie chimique en énergie électrique</p> <p>Un objet possède :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- une énergie de position au voisinage de la Terre</li><li>- une énergie de mouvement appelée énergie cinétique. <math>E_c = \frac{1}{2}mv^2</math></li><li>- une énergie mécanique, somme des énergies de position et cinétique, qui se conserve lors d'une chute</li></ul> <p>L'unité officielle de puissance : le watt (W)</p> <p>La puissance nominale indiquée sur un appareil</p> <p>La relation entre énergie et puissance : <math>E = P.t</math>, où <math>E</math> est l'énergie électrique transférée pendant une durée <math>t</math> à un appareil de puissance nominale <math>P</math></p> <p>Le calcul, à partir de sa puissance et de sa tension nominale, de la valeur de l'intensité efficace du courant qui traverse un appareil qui se comporte comme un dipôle ohmique</p>

## Les capacités expérimentales et les règles de sécurité

Techniques expérimentales	Tests chimiques ou physico-chimiques	Sécurité
<p><b>Réaliser</b> la combustion du carbone dans le dioxygène</p> <p><b>Réaliser</b> des expériences permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'observer l'incandescence de la paille de fer reliant les deux bornes d'une pile</li> <li>- d'observer l'échauffement d'une pile dont les bornes sont reliées par un fil de connexion</li> <li>- de repérer le foyer d'une lentille convergente éclairée par le Soleil par la mise en place d'une sonde de température ou d'une feuille de papier</li> <li>- d'allumer une lampe ou de faire tourner un moteur à l'aide d'un alternateur</li> <li>- d'identifier les transferts d'énergies de position et cinétique lors d'une chute par exemple</li> <li>- de mesurer l'échauffement du milieu réactionnel lors de la réaction entre une solution aqueuse de sulfate de cuivre et de la poudre de zinc</li> </ul> <p><b>Réaliser</b> une pile électrochimique</p> 	<p><b>Utiliser</b> une photopile afin de vérifier qu'elle transforme de l'énergie lumineuse en énergie électrique.</p>	 <p>Les dangers liés à la vitesse et l'énergie cinétique dans le cadre de la sécurité routière</p>

# S'ÉVALUER LES CORRIGÉS

## Chapitre 1

**22 1 a.** Un atome est constitué d'un noyau chargé positivement (contenant des protons et des neutrons) entouré de particules chargées négativement appelées électrons.

**b.** Ordre de grandeur de la dimension d'un atome : 0,1 nm, soit  $10^{-10}$  m. Ordre de grandeur de la dimension du noyau de l'atome :  $10^{-15}$  m.

**c.** En physique comparer, c'est faire une division :  $10^{-10}/10^{-15} = 10^5$ . Le noyau est donc 100 000 fois plus petit que l'atome.

**2 a.** Dans cette maquette, le noyau fait 5 cm de diamètre. 5 cm de maquette correspond donc à  $5 \cdot 10^{-6}$  nm, d'où 1 cm correspond à  $(1 \times 5 \cdot 10^{-6})/5 = 10^{-6}$  nm.

**b.** L'électron ayant un diamètre de  $10^{-6}$  nm, la sphère représentant l'électron sur la maquette fait donc 1 cm de diamètre.

**c.**  $10^{-6}$  nm correspond à 1 cm, donc 0,1 nm, la taille du noyau, correspond à  $(0,1 \times 1)/10^{-6} = 100\,000$  cm !

**d.** La maquette est énorme et n'est pas réalisable.

**3** La dimension totale de la maquette est de 100 000 cm, alors que la dimension du noyau est de 5 cm et celle de l'électron est de 1 cm. La taille du noyau et de l'électron est donc ridiculement petite devant celle de l'atome. L'atome est donc bien constitué en majorité de vide.

**23 1 a.** Le fer, l'or, le cuivre et l'aluminium sont des exemples de métaux, mais il y en a bien d'autres.

**2 a.** La rangée choisie a 24 atomes et mesure 3 cm.

**b.** Si les atomes se touchent, la taille d'un atome est égale à  $3/24 = 0,125$  cm.

**c.** D'après l'échelle, 1,1 cm est égale à 2 nm. On en déduit la taille réelle d'un atome,  $d$ , avec une règle de trois :  $d = (2 \text{ nm} \times 0,125 \text{ cm})/1,1 \text{ cm} \approx 0,23 \text{ nm}$ , soit environ  $2,3 \cdot 10^{-10}$  m.

**3** Sachant que l'ordre de grandeur de la dimension d'un atome est  $10^{-10}$  m (0,1 nm). La valeur obtenue est bien cohérente.

## Chapitre 2

**20 1 a.** Ce sont les électrons libres qui sont responsables de la conduction du courant électrique dans un métal.

**b.** Ce sont les ions (positifs et négatifs) qui sont responsables de la conduction du courant dans une solution.

**2 a.** La formule des ions zinc est  $\text{Zn}^{2+}$ , celle des ions sulfate est  $\text{SO}_4^{2-}$ .

**b.** Le schéma de l'expérience est constitué d'un générateur branché en série avec une lampe (Elle est placée là pour vérifier le passage du courant électrique.) et un électrolyseur, c'est-à-dire deux électrodes plongées dans une solution (celle de sulfate de zinc).

**c.** Les ions zinc se déplacent de l'électrode reliée à la borne plus du générateur à l'électrode reliée à la borne moins.

**d.** Les ions zinc (chargés positivement) vont vers la borne moins du générateur. Il faut donc placer le clou en fer à la borne moins du générateur. Dès que les ions zinc vont rentrer en contact avec le clou qui sert d'électrode, ils se transformeront en atomes de métal zinc qui se déposera dessus.

**3** Le schéma de circuit pour réargenter un couvert en argent est le même que précédemment, seules la solution et les électrodes sont différentes. Il faut déposer de l'argent métallique sur le couvert. La solution à utiliser doit donc contenir des ions argent  $\text{Ag}^+$ .

Les ions argent sont positifs : ils vont donc se déplacer vers la borne moins du générateur. Le couvert à réargenter doit se trouver relié à cette borne (comme pour le clou).

**21 1 a.** Le réactif à utiliser pour mettre en évidence les ions métalliques est une solution d'hydroxyde de sodium (appelée aussi « soude »).

**b.** Une solution acide a un pH inférieur à 7.

**2 a.** Les ions hydrogène étant responsables de l'acidité d'une solution, pour vérifier leur présence dans la solution aqueuse d'acide chlorhydrique, il suffit de mesurer le pH de cette solution. Si le pH est inférieur à 7, la solution est acide et elle contient des ions hydrogène.

**b.** La première conséquence de l'action de l'acide chlorhydrique sur un objet en laiton oxydé est de détruire la couche d'oxydes qui le recouvre.

**c.** Le métal responsable de la couleur rougeâtre prise par l'objet est le cuivre.

**d.** L'effet du polissage sur un métal est de lui rendre son aspect brillant.

**e.** L'acide chlorhydrique permet de décaper les objets en laiton oxydés en détruisant la couche d'oxydes qui se dépose et qui est responsable de l'aspect terne et sombre.

**3** Le bronze est un alliage de cuivre et d'étain : on ne peut donc pas utiliser cette technique pour les décaper. La solution d'acide chlorhydrique n'aurait aucun effet (à moins qu'elle soit très concentrée, mais cela imposerait des conditions de manipulations plus délicates à mettre en œuvre).

## Chapitre 3

**18 1 a.** Une transformation chimique, c'est la mise en présence de différentes substances, les réactifs, qui réagissent entre elles pour en former d'autres, les produits. Une réaction chimique, c'est la modélisation de la transformation chimique faisant uniquement apparaître les réactifs et les produits. Une équation chimique est l'écriture symbolique de la réaction chimique à l'aide des formules chimiques des réactifs et des produits.

**b.**  $\text{fer} + \text{ions hydrogène} \rightarrow \text{ions fer (II)} + \text{dihydrogène}$ .

**c.** Une solution d'acide chlorhydrique est acide, son pH est donc inférieur à 7.

**2 a.** L'espèce chimique liée au pH est l'ion hydrogène  $\text{H}^+$  pour les solutions acides. Dans le cas d'une solution basique, l'espèce chimique liée au pH est l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$ .

**b.** Les réactifs sont les ions hydrogène  $\text{H}^+$  et l'aluminium Al. Les produits sont les ions aluminium  $\text{Al}^{3+}$  et le gaz dihydrogène  $\text{H}_2$ .

**c.** Les ions hydrogène  $\text{H}^+$  sont des réactifs : ils disparaissent. En fait, ils se recombinent les uns avec les autres et se transforment en gaz dihydrogène que l'on retrouve dans les produits.

**d.** Les ions  $\text{H}^+$ , responsables de l'acidité de la solution de départ, disparaissent au cours de la transformation chimique. La solution recueillie à la fin de l'expérience ne contiendra plus d'ions hydrogène  $\text{H}^+$  : elle ne sera donc plus acide, le pH va augmenter.

**3** Le fer est attaqué par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique : on ne peut donc pas utiliser des vis standard pour fixer des cuves qui contiendront un bain d'une telle solution.

**19 1 a.** Deux substances naturelles : le coton et l'eau.

**b.** Deux substances synthétiques : le nylon et l'arôme de vanille.

**2 a.** Consignes de sécurité à respecter : vous allez manipuler des produits irritants et corrosifs. Vous devez donc manipuler avec une blouse de protection en coton (fermée !), des gants et des lunettes de protection.

**b.** L'Erlemeyer doit pouvoir contenir au moins 19 mL. Pour manipuler dans de bonne condition, 50 mL est un bon choix.

**c.** Un précipité est un dépôt qui se forme quand se produit la précipitation, c'est-à-dire quand un corps solide insoluble se forme dans un liquide.

**d. e.** Voici le matériel nécessaire et qui n'est pas cité dans le protocole : pour mélanger, il faut un agitateur (baguette en verre par exemple). Pour la pesée, il faut un verre de montre, une balance et une spatule. Pour mesurer les volumes des différentes solutions, il faut une pipette graduée de 5 mL et une éprouvette graduée de 50 mL (pour mesurer 10 mL d'eau distillée). Pour la filtration, il faut un entonnoir, du papier filtre et un béccher pour recueillir le filtrat.

**3** Connaître la structure chimique d'une substance naturelle permet de pouvoir la copier afin de la recréer au laboratoire.

## Chapitre 4

**17 1 a.** La fréquence (en hertz) d'un signal est le nombre de fois où le motif élémentaire se répète en une seconde.

**b.** La formule est  $F = 1/T$ .

**c.** L'unité de la période est la seconde, l'unité de la fréquence est le hertz.

**2 a.** La fréquence est de 80 Hz, on utilise la formule  $T = 1/F$  et on en déduit que  $T = 1/80 = 0,0125$  s.

**b.**  $1 \text{ ms} = 0,001 \text{ s}$ , donc la période  $T = 0,0125 \text{ s} = 12,5 \text{ ms}$ .

**c.** Si on garde le réglage de 1 ms par division, nous obtiendrons pour une période entière le résultat de 12,5 divisions.

**d.** Le réglage de 1 ms/div n'est pas adapté à cette période. Pour visualiser une période entière, il faut 12,5 divisions, or un écran d'oscilloscope ne présente que 10 divisions horizontales.

# S'ÉVALUER LES CORRIGÉS

**3** Il faut trouver un meilleur réglage que celui proposé au départ (1 ms/div). Le réglage 0,1 ms/div étant encore plus petit, on n'obtiendra pas une période entière à l'écran. Avec le réglage 2 ms/div, le motif élémentaire va s'étaler sur 12,5/2, soit 6,25 divisions. Ce qui permet d'afficher un peu plus d'un motif entier sur l'écran. Avec le réglage 5 ms/div, le motif élémentaire va s'étaler sur 12,5/5, soit 2,5 divisions. Ce qui permet d'afficher quatre motifs élémentaires en entier pour 10 divisions de l'écran. Le réglage 2 ms/div est le plus adapté à cette fréquence de 80 Hz car il permet d'obtenir sur l'écran de l'oscilloscope un motif élémentaire en entier suffisamment étalé.

**18 1 a.** Une grandeur est périodique lorsqu'elle possède un motif élémentaire qui se répète au cours du temps. Une grandeur est alternative lorsqu'elle prend successivement des valeurs positives et négatives.

**b.** Un motif élémentaire est le plus petit motif qui se répète au cours du temps et une période est la durée d'un motif élémentaire.

**c.** La tension maximale correspond à la valeur maximale de la tension.

**2 a. b.** Le motif élémentaire peut être formé par n'importe quel morceau de courbe qui s'étend sur 80 secondes. La valeur maximale est de 4 Volt.

**c.** La durée du motif élémentaire correspond à la période, d'où  $T = 80$  s. La fréquence peut se calculer par la formule :  $F = 1/T$ . D'où,  $F = 1/80 = 0,0125$  Hz.

**3** En reliant un moteur à ce générateur délivrant une tension triangulaire, on observera les mêmes effets que si on reliait ce même moteur à un générateur délivrant une tension alternative périodique sinusoïdale de même fréquence et de même tension maximale. En effet le moteur va tourner dans un sens pendant 40 secondes. puis s'arrêter et tourner dans l'autre sens pendant 40 secondes.

## Chapitre 5

**14 1 a.** Le mouvement d'un aimant au voisinage d'une bobine produit une tension.

**b.** Lorsque l'aimant a un mouvement de va et vient, la tension est alternative.

**c.** Une tension alternative est une tension qui possède des alternances, c'est-à-dire qu'elle prend successivement des valeurs positives puis négatives.

**d.** Un alternateur est un générateur qui produit une tension alternative, par le déplacement relatif d'un aimant devant une bobine.

**2 a.** Lorsqu'on relie les deux bornes de la bobine à un oscilloscope, on voit sur l'écran le spot se déplacer verticalement de bas en haut, puis de haut en bas. Cet indice montre qu'il existe une tension aux bornes de la bobine en mouvement.

**b.** Le spot se déplace verticalement de bas en haut, puis de haut en bas, la tension varie donc au cours du temps.

**c.** Le spot se déplace de part et d'autre de la ligne médiane de l'écran jusqu'à ce que la bobine soit au repos. La tension prend ainsi successivement des valeurs positives puis négatives : c'est une tension alternative.

**d.** Dans l'énoncé, l'oscillation de la bobine suspendue à un aimant fixe crée une tension alternative. On peut également suspendre l'aimant au-dessus de la bobine fixe : le déplacement de l'aimant devant la bobine va également créer une tension alternative.

**e.** On ne peut pas créer une tension alternative avec une bobine immobile puisque c'est le déplacement de la bobine par rapport à l'aimant qui produit une tension. La tension observée sera donc nulle.

**f.** La tension est nulle : le spot est situé au centre de l'écran.

**3** Dans les alternateurs industriels, la rotation d'un aimant permet de présenter plus fréquemment les pôles de l'aimant devant les bobines, ce qui améliore la production de la tension alternative aux bornes des bobines.

## Chapitre 6

**23 1 a.** Le système solaire est composé de huit planètes : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, toutes en orbite autour du Soleil. Il contient aussi 165 satellites naturels, trois planètes naines dont Pluton fait maintenant partie, et les milliards de petits corps (astéroïdes, comètes, poussière interplanétaire...).

**b.** L'astre autour duquel gravitent les planètes est le Soleil.

**c.** L'interaction gravitationnelle est responsable de la gravitation des planètes autour du Soleil comme de tous les mouvements dans l'univers.

**2 a.** La distance maximale entre le Soleil et une planète est la distance Soleil-Neptune, soit 4 500 millions de kilomètres.

Si 4 500 millions de kilomètres représentent 29,7 cm sur la feuille, 1 cm représentera :  $4\,500\,000\,000/29,7 = 1\,515\,151\,515$ , soit environ 1 500 000 000 km.

**b.** En effectuant le même calcul pour chaque distance, on remplit le tableau de façon suivante :

*Distance Soleil-planète (en km) :* Mercure  $58.10^6$  ; Vénus  $108.10^6$  ; Terre  $150.10^6$  ; Mars  $228.10^6$  ; Jupiter  $778.10^6$  ; Saturne  $1430.10^6$  ; Uranus  $2\,870.10^6$  ; Neptune  $4\,500.10^6$ .

*Distance sur la feuille (en cm) :* Mercure  $58/1500 = 0,039$  ; Vénus  $108/1500 = 0,072$  ; Terre  $150/1500 = 0,100$  ; Mars  $228/1500 = 0,152$  ; Jupiter  $778/1500 = 0,519$  ; Saturne  $1\,430/1500 = 0,960$  ; Uranus  $2\,870/1\,500 = 1,91$  ; Neptune  $29,7$ .

**3** Il est impossible de respecter la taille des planètes, les trois planètes les plus proches étant déjà rassemblées sur 1 mm.

**24 1 a.** Les planètes plus éloignées du Soleil que la Terre sont : Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

**b.** Mars est plus petite et légère que la Terre tandis que toutes les autres sont plus grosses et lourdes.

**2 a.** L'interaction gravitationnelle explique le mouvement de rotation d'Uranus autour du Soleil.

**b.** Uranus est en interaction avec Saturne et Jupiter.

**c.** Si les interactions avec les planètes proches d'Uranus ne suffisent pas à expliquer sa trajectoire, c'est sans doute qu'il existe une ou plusieurs autres planètes venant la perturber.

**3** Pluton a été découverte en cherchant à comprendre des irrégularités dans la trajectoire de Neptune.

## Chapitre 7

**22 1 a.**  $P = m.g$  avec  $P$  en newton,  $m$  en kg et  $g$  en N/kg.

**b.**  $g$  est l'intensité de la pesanteur, sa valeur varie selon la latitude et l'altitude d'un lieu.  $g = 9,8$  N/kg environ.

**2 a.**  $m'$  est la masse de la Terre =  $6,0.10^{24}$  kg ;  $m$  est la masse de la pomme.

**b.**  $r$  est approximativement égal au rayon de la terre, soit 6 400 km. La hauteur de la pomme par rapport au sol est très petite devant le rayon de la Terre, elle est donc négligeable.

**c.**  $P$ (poids) =  $F$ (force d'attraction gravitationnelle) s'écrit  $m.g = G. m. m'/r^2$ .

**d.** En divisant par  $m$  de part et d'autre de l'égalité, on trouve :  $g = G. m'/r^2$ .

On remarque que  $g$  ne dépend pas de la masse de la pomme, mais uniquement de la masse de la Terre.

**e.**  $g = 6,67.10^{-11} \times 6,0.10^{24}/(6,4.10^6)^2 = 9,8$  N/kg.

**f.** Le poids d'une pomme est égal à l'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la pomme.

**3** La pomme et la Terre étant en interaction, la pomme exerce, elle aussi, une force sur la Terre.

**23 1 a.** Une planète a la forme d'une sphère aplatie aux pôles.

**b.** Plus on s'éloigne du corps, plus l'interaction entre les deux corps est faible.

**2 a.** Helsinki étant proche du pôle nord, la distance au centre de la terre est inférieure à celle de Tombouctou.

**b.** L'intensité de la pesanteur diminue des pôles vers l'équateur, elle est donc plus faible à Tombouctou.

**c.** D'après **b.**, le poids de la voiture est plus élevé à Helsinki.

**d.** Plus le poids est élevé, plus la voiture consomme du carburant.

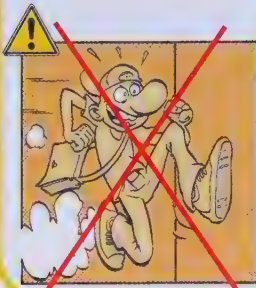
**e.** Marie pense que  $g$  variant en fonction de la latitude du lieu, le poids varie aussi. Si celui-ci augmente, la voiture consommera donc plus d'essence pour se déplacer.

**3** La variation du poids est faible d'Helsinki à Tombouctou, cela a peu d'influence sur la consommation de la voiture. D'autres facteurs pourraient influencer la consommation : la masse globale de la voiture (la quantité de bagages) et l'état des routes.

Certaines expériences que vous pouvez réaliser dans le laboratoire de physique – chimie peuvent présenter un danger. Avant de manipuler, il faut donc bien connaître les règles qui garantissent votre sécurité.

## Remarques générales

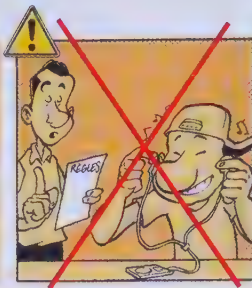
RENTREZ CALMEMENT DANS LE LABORATOIRE.



LORS DE MANIPULATIONS, LES SACS DOIVENT ÊTRE PLACÉS SOUS LA TABLE.



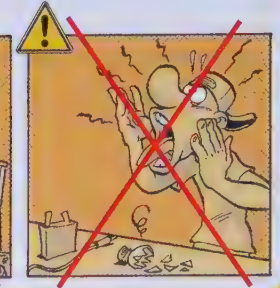
TOUJOURS RESPECTER LES RÈGLES ET LES CONSIGNES DONNÉES PAR TON PROFESSEUR.



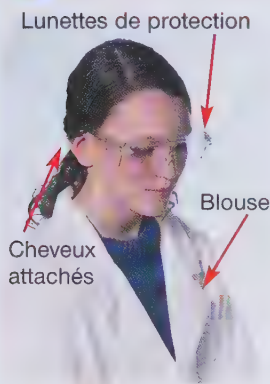
AVANT DE MANIPULER, LIS LA NOTICE DE TOUT APPAREIL QUE TU NE CONNAIS PAS BIEN.



EN CAS D'ACCIDENT, NE PANIQUE PAS, APPELE TON PROFESSEUR.



## Quand vous faites de la chimie



- Ne jamais manipuler assis.
- La paille doit être bien rangée.
- Pour manipuler un produit dangereux, utilisez des gants et la hotte.
- Lors d'une expérience de combustion, ne jamais porter de gants en matière plastique.
- Ne jamais toucher, inhaler ou goûter une substance.

## Quand vous faites de la physique

- Ne jamais utiliser la tension du secteur : utiliser des piles.
- Ne jamais introduire d'objet dans les prises de courant.
- Toujours débrancher le générateur avant de toucher un circuit.
- Respecter les règles de branchement du multimètre suivant la mesure à effectuer (tension, intensité, résistance).



**RISQUE D'ÉLECTROCUTION**

## Identifier les dangers d'une substance chimique

Grâce à des pictogrammes

ÇA		<b>TUE</b>	ÇA		<b>FLAMBE</b>
	T - Toxique			F - Inflammable	
ÇA		<b>IRRITE</b>	ÇA		<b>FAIT FLAMBER</b>
	Xn - Nocif			O - Comburant	
ÇA		<b>RONGE</b>	ÇA		<b>EXPLOSE</b>
	C - Corrosif			E - Explosif	
ÇA		<b>PIQUE</b>	ÇA		<b>POLLUE</b>
	Xi - Irritant			N - Dangereux pour l'environnement	

Des produits connus

- EAU DE JAVEL
- ESSENCE
- ALCOOL
- COMBUSTIBLE

Le chimiste dispose de plusieurs tests qui permettent d'identifier certaines espèces chimiques. Pour réaliser ces tests, il faut respecter des consignes de sécurité et bien connaître les dangers que peuvent représenter les réactifs utilisés.

### 1. Choisir les bons tests et connaître les règles de sécurité

Au laboratoire, tous les tests de reconnaissance se font dans des tubes à essais.

#### a. Tester la présence d'ions $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Cu^{2+}$ et $Zn^{2+}$

On utilise comme réactif l'ion hydroxyde  $HO^-$  contenu dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, aussi appelée soude.

**Attention :** ce liquide est corrosif. Vous devez porter des gants et une blouse fermée.



#### b. Tester la présence d'ions chlorure $Cl^-$

On utilise comme réactif l'ion hydroxyde  $Ag^+$  contenu dans une solution aqueuse de nitrate d'argent.

**Attention :** ce liquide est corrosif, donc portez des gants et une blouse fermée. Il est aussi dangereux pour l'environnement. Ne le jetez pas directement à l'évier, mais dans un bidon de récupération spécial « métaux », ou dans le bidon indiqué par votre professeur.



#### c. Tester la présence d'ions hydrogène $H^+$ ou d'ions $HO^-$

Ces ions sont responsables de l'acidité ou de la basicité d'une solution aqueuse, donc de son pH.

On utilise du papier pH contenant un réactif qui change de couleur selon l'acidité ou la basicité de la solution à tester.

**Attention :** certaines solutions à tester sont acides ou basiques. Vous devez les manipuler avec précautions en utilisant des gants et en portant une blouse fermée.



### 2. Réaliser les tests

#### a. Pour réaliser un test ionique

- Versez quelques millilitres de la solution à tester dans un tube à essai.
- Ajoutez délicatement quelques gouttes du réactif approprié, avec une pipette pasteur par exemple.
- Veillez à bien positionner vos mains en haut du tube à essais afin d'observer ce qui se passe dans le tube à essais (précipité, changements de couleur...).

#### b. Pour avoir un ordre de grandeur du pH d'une solution

- Déposez délicatement une goutte de la solution à tester sur un petit morceau de papier pH à l'aide d'une tige en verre.
- Évitez de mettre vos doigts sur le papier pH, cela pourrait fausser les résultats.



# MÉTHODE *Mesurer un pH*

En chimie, pour savoir si une solution est acide ou basique, il faut déterminer son pH. Il existe deux méthodes : le papier pH et le pH-mètre.

## 1. Respecter les règles de sécurité

Avant de manipuler des solutions acides ou basiques, il faut regarder les pictogrammes présents sur les étiquettes pour savoir les précautions à prendre. Les solutions acides ou basiques sont corrosives, c'est-à-dire qu'elles rongent la peau et les yeux : il est donc nécessaire de se protéger en portant des gants, une blouse en coton et des lunettes de protection.



## 2. Utiliser le papier pH

a. Réunissez le matériel nécessaire.

b. • Placez un morceau de papier pH dans une coupelle.

• Prélevez une goutte de soude dans le bécher à l'aide de la tige en verre.

c. Déposez précautionneusement la goutte sur le papier pH.

d. Comparez la couleur du papier pH avec celles indiquées sur la boîte du papier pH. Déduisez-en la valeur du pH dans la solution étudiée.



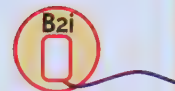
## 3. Utiliser un pH-mètre

Le pH-mètre est un appareil électronique qui permet de déterminer la valeur du pH après un étalonnage. On plonge la pointe du pH-mètre dans la solution à étudier et on lit la valeur du pH sur l'écran.

Un pH-mètre est un millivoltmètre muni de deux électrodes. Souvent les deux électrodes sont rassemblées en une seule, comme ici à l'intérieur de la pointe.



Certaines activités et exercices de sciences physiques peuvent vous permettre de préparer le B2i. Elles sont repérées tout au long du livre par un logo bien identifiable.



## 1. Comprendre le B2i

À la fin du collège, vous devez posséder des compétences en informatique, classées en quatre domaines.

L'évaluation de ces compétences se fait tout au long du collège et dans toutes les matières.

L'ensemble de ces compétences est consultable à l'adresse :

<http://eduscol.education.fr/D0053/documents.htm>

Pour obtenir le B2i, au moins la moitié des items de chaque domaine doit être validée.

1 - S'approprier un environnement informatique de travail	Je peux avoir obtenu cette compétence (cocher)	Compétence évaluée par l'enseignant	3 - Créer, produire, traiter, exploiter des données	Je peux avoir obtenu cette compétence (cocher)	Compétence évaluée par l'enseignant
1.1) Je sais accéder aux logiciels et aux documents disponibles à partir de mon espace de travail.	<input type="checkbox"/>	Utiliser Diagnostiquer Raison et argumenter	3.1) Je sais importer le texte en format des caractères et des paragraphes, justifier automatiquement.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
1.2) Je sais utiliser les logiciels et les documents disponibles à partir de mon espace de travail.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	3.2) Je sais utiliser l'outil de recherche et de remplacement dans un document.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
1.3) Je sais organiser mes espaces de travail.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	3.3) Je sais regrouper dans un même document plusieurs données dans un tableau, sous forme graphique (tableau).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
1.4) Je sais lire les propriétés d'un fichier (nom, format, taille, date de création et de dernière modification).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	3.4) Je sais créer, modifier une feuille de calcul, insérer une formule.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
1.5) Je sais paramétrer l'impression (graphisme, quantité, partie de document...).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	3.5) Je sais réaliser un graphique de type donné.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
1.6) Je sais formater un texte (justifier, aligner, paragrapher, utiliser des styles prédéfinis).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	3.6) Je sais insérer un objet de traitement de texte (tableaux, images, sons, vidéos, liens hypertextes, objets 3D).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
2 - Adopter une attitude responsable			4 - S'informer, se documenter		
2.1) Je connais les droits et devoirs indiqués dans la charte d'usage des TIC et la procédure d'alerte de mon établissement.	<input type="checkbox"/>	Utiliser Diagnostiquer Raison et argumenter	4.1) Je sais rechercher des références de documents à l'aide de logiciels documentaires en ligne ou CD/DVD.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
2.2) Je protège mes données en ne divulguant que l'essentiel des renseignements me concernant sur Internet ou dans mes réseaux sociaux.	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	4.2) Je sais utiliser les fonctions principales d'un moteur de recherche sur le web (paramétrage, gestion des favoris, gestion des téléchargés et de l'empilement).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
2.3) Lorsque j'utilise un matériel (des documents, je vérifie que j'en ai le droit).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	4.3) Je sais utiliser les fonctions principales d'un outil de traitement de texte (création de nouvelles pages, mise en page).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
2.4) Je m'interroge sur les résultats des traitements informatiques (calcul, représentation graphique, correcteur...).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	4.4) Je sais relever des éléments me permettant de connaître l'origine de l'information (auteur, date, source...).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter
2.5) Je sais sélectionner des résultats lors d'une recherche (et donner des arguments permettant de justifier mon choix).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter	4.5) Je sais sélectionner des données lors d'une recherche (et donner des arguments permettant de justifier mon choix).	<input type="checkbox"/>	Créer Diagnostiquer Raison et argumenter

## 2. Bien utiliser le manuel

Voici les compétences que vous pourrez apprendre à maîtriser à travers votre manuel, dans les activités ou les exercices.

### Domaine 1 – S'approprier un environnement informatique de travail

1.2) Je sais accéder aux logiciels et aux documents disponibles à partir de mon espace de travail.

Pages du manuel

Toute activité ou exercice repéré par le logo B2i

### Domaine 2 - Adopter une attitude responsable

2.1) Je connais les droits et devoirs indiqués dans la charte d'usage des TIC et la procédure d'alerte de mon établissement.

Toute activité ou exercice repéré par le logo B2i

2.4) Je m'interroge sur les résultats des traitements informatiques (calcul, représentation graphique, correcteur...).

Exercice 10 p. 103, 25 p. 105  
Activité p. 145  
Exercice 32 p.171  
Activité p. 203

### Domaine 3 – Créer, produire, traiter, exploiter des données

3.4) Je sais créer, modifier une feuille de calcul, insérer une formule.

Activité p. 203

3.5) Je sais réaliser un graphique de type donné.

Exercice 10 p. 103, 25 p. 105

3.6) Je sais utiliser un outil de simulation (ou de modélisation) en étant conscient de ses limites.

Activité p. 96  
Exercice 20 p. 123  
Exercice 6, 20 et 21 p. 120 à 124

### Domaine 4 – S'informer, se documenter

4.3) je sais utiliser les fonctions principales d'un outil de recherche sur le web (moteur de recherche, annuaire...).

Activité p. 23 et 26  
Exercices 24 et 29 p. 33

4.4) Je sais relever des éléments me permettant de connaître l'origine de l'information (auteur, date, source...).

Exercice 29 p. 53  
Exercices 17, 22, 23 et 27 p. 69 à 72

4.5) Je sais sélectionner des résultats lors d'une recherche (et donner des arguments permettant de justifier mon choix).

Exercice 35 p. 153  
Activité p. 205 ; exercice 25 p. 219

# MÉTHODE

## Utiliser un tableur-grapheur

En sciences, nous effectuons souvent des mesures. Les tableurs-grapheurs permettent de traiter ces valeurs, de les manipuler et de réaliser différentes sortes de graphiques (courbe, histogrammes, diagramme circulaire...).

### 1. Saisir les données

- Saisir les données dans les cellules d'une feuille de calcul du tableur. Pour plus de lisibilité, n'oubliez pas de faire une bordure et de bien séparer les cellules.

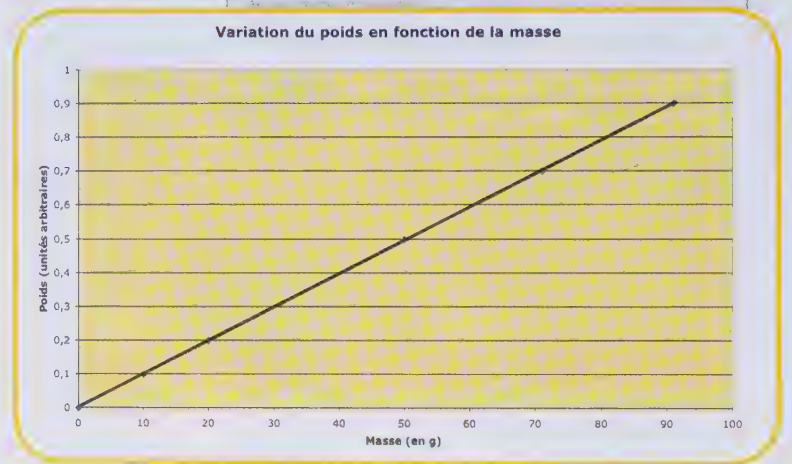
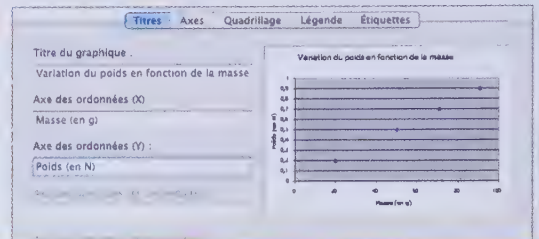
**Attention :** si vous souhaitez réaliser un graphique, la première colonne correspond, en général, aux abscisses.

	A	B
1	<b>Masse m (en g)</b>	<b>Poids (en Newton)</b>
2	71	0,7
3	50	0,5
4	45	0,45
5	85	0,85
6	97	0,97

Une astuce : les unités ne doivent pas apparaître dans la cellule mais dans le titre de la colonne. Sinon impossible pour le logiciel de reconnaître les valeurs.

### 2. Réaliser un graphique de type donné

- Cliquez sur « Insertion » puis « Graphique », puis choisissez le type de graphique que vous souhaitez réaliser. Par exemple « Nuage de points ».
- Sélectionnez l'ensemble des valeurs que vous souhaitez prendre en compte dans le graphique.
- La fenêtre qui s'ouvre permet de visualiser le graphe. La fenêtre suivante permet de le compléter : noms des grandeurs en abscisses et ordonnées, titre... Le tableur choisit une échelle par défaut, mais on peut la changer.
- Si les points semblent alignés, on peut penser à une relation de proportionnalité.
- Pour le vérifier, sélectionnez le graphique puis cliquez sur « Graphique » puis ajouter une courbe de tendance.



### 3. Insérer une formule

Les formules permettent d'effectuer des calculs sur les valeurs contenues dans votre feuille de calcul.

Une formule commence par un signe égal « = ».

	A	B	C	D
1	<b>Masse m (en g)</b>	<b>Poids (en N)</b>	<b>Masse m (en kg)</b>	<b>Quotient</b>
2	10	0,1	0,01	Poids (N)/ Masse (kg)
3	20	0,2	0,02	=B2/C2
4	50	0,5	0,05	
5	71	0,7	0,071	
6	91	0,9	0,091	

#### Exemple

- Conversion d'unité : dans la cellule C2, la formule insérée convertit la masse, exprimée en gramme et contenue dans la cellule A2, en kilogramme.

**Attention !** Lors de calcul effectué par le logiciel, il faut faire attention au nombre de chiffres significatifs et changer le format du nombre de la cellule.

- Calcul d'un coefficient de proportionnalité entre deux grandeurs (ici poids et masse) : dans la cellule D2, la formule calcule le quotient des valeurs contenues dans les cellules B2 et C2. On complète les autres cellules de la colonne de la même manière.

Lorsque vous vous trouvez face à une situation qui pourrait être une proportionnalité entre deux grandeurs, vous pouvez envisager deux méthodes pour le prouver.

### 1. Calculer le coefficient de proportionnalité

- Lorsque vous disposez de deux séries de données dans un tableau (par exemple dans un tableur), vous pouvez calculer le quotient de ces deux séries.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Tension maximale,</b> mesurée à l'oscilloscope (en V)	0	1	2	2,5	5	6	7,5
2	<b>Tension efficace,</b> mesurée au voltmètre en position AC (en V)	0	0,71	1,41	1,77	3,53	4,24	5,3

- Si le quotient reste constant pour tous les couples de valeurs, aux erreurs de mesures près, alors nous sommes dans une situation de proportionnalité et ce quotient correspond au **coefficient de proportionnalité**.

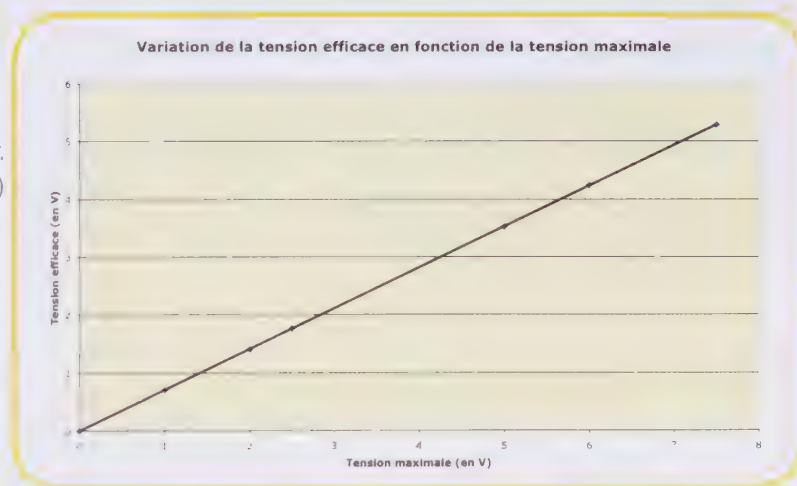
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Tension maximale,</b> mesurée à l'oscilloscope (en V)	0	1	2	2,5	5	6	7,5
2	<b>Tension efficace,</b> mesurée au voltmètre en position AC (en V)	0	0,71	1,41	1,77	3,53	4,24	5,3
3	<b>Quotient</b> (tension efficace/tension maximale)		0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71

- Compte tenu des résultats obtenus, on en déduit que  $U_{\max}$  et  $U_{\text{eff}}$  sont proportionnelles entre eux. Attention, à cause des erreurs de mesure, le quotient n'est pas toujours exactement constant, comme c'est le cas ici.

### 2. Tracer un graphique

- Vous devez commencer par placer, dans un plan muni d'un repère, les points correspondants à chaque couple de valeur. Vous pouvez utiliser un tableur (voir p. 234) ou le réaliser sur papier millimétré.

- Si l'ensemble des points forment une droite **passant par l'origine** alors, vous pouvez en conclure que les deux grandeurs sont proportionnelles.



Au cours de l'année de 3<sup>e</sup>, vous apprendrez en mathématiques que cette droite correspond à la représentation d'une fonction linéaire et calculerez son coefficient directeur, n'hésitez pas à aller consulter votre cours de mathématiques.

# LEXIQUE DES NOTIONS

Les chiffres entre parenthèses renvoient aux pages du manuel dans lesquelles vous trouverez les mots et les expressions définis dans le lexique.

## A

**Accumulateur** : dispositif capable de stocker et de restituer de l'énergie, électrique en particulier. (200)

**Acide** : solution dont le pH est inférieur à 7. Une solution acide contient plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. (49)

**Acier** : alliage contenant principalement du fer et du carbone. (23)

**Aimant** : matériau capable d'attirer les objets contenant du fer. (29)

**Alliage** : mélange homogène de plusieurs substances dont au moins une est un métal. (23, 29)

**Alternateur** : générateur qui produit une tension alternative, par le déplacement relatif d'un aimant devant une bobine. (119)

**Alternative (Tension)** : tension qui varie au cours du temps. Elle prend successivement des valeurs positives et négatives. (93, 101, 115, 117)

**Alternativement** : en alternant, d'une manière successive, à tour de rôle. (113)

**Ampoule à décanter** : instrument en verre utilisé pour séparer deux liquides non miscibles. (65, 67)

## B

**Basique** : caractère d'une solution dont le pH est supérieur à 7. Une solution basique contient plus d'ions hydroxyde que d'ions hydrogène. (49)

**Biocarburant** : carburant qui est obtenu à partir des ressources agricoles (matières organiques) par transformation chimique. (66-67)

**Bobine (conductrice)** : dipôle constitué d'un enroulement de fil conducteur recouvert d'un isolant. (41, 113)

## C

**Calorie** : unité de mesure de la valeur énergétique des aliments. Symbole (Cal). (221)

**Céramiques** : matériaux solides dont la fabrication comprend une phase de cuisson à haute température. Ex : le verre, la terre cuite... (21)

**Charge électrique** : quantité d'électricité portée par un corps. (25)

**Charge électrique élémentaire** : plus petite charge électrique présente dans la nature. On la note  $e$ . (25)

**Chauffage à reflux** : chauffage au cours duquel il se forme des vapeurs. Un réfrigérant à eau permet de liquéfier ces vapeurs et ainsi de ne pas perdre de matière. (67)

**Chronophotographie** : succession de photographies prises à intervalles de temps réguliers. (149)

## D

**Dihydrogène** : gaz de formule chimique  $H_2$ . On le reconnaît grâce à la petite détonation qui retentit lorsque l'on approche une flamme du tube d'où il se dégage. (63)

**Diluer** : ajouter un solvant dans une solution afin d'en diminuer sa concentration. (47)

**Direction d'une interaction** : elle est donnée par la ligne qui joint le centre des deux objets qui interagissent. (163)

**Distance d'arrêt** : distance totale parcourue par un véhicule avant de s'arrêter. Elle se décompose en distance de réaction et distance de freinage. (143, 149)

**Distillation** : méthode de séparation d'un mélange liquide par chauffage à l'ébullition. On récupère le distillat constitué de l'espèce chimique la plus volatile. (67)

## E

**Eau déminéralisée** : eau qui ne contient pas de sels minéraux (les sels minéraux contenus dans l'eau sont sous forme d'ions). (45)

**Électron** : particule tournant autour du noyau de l'atome et qui porte une charge électrique élémentaire négative  $-e$ . (25, 29)

**Électron libre** : électron situé à la périphérie d'un atome et qui peut être mis en mouvement ordonné lorsqu'il est soumis à une tension électrique. (49)

**Éléments** : corps chimiques qui composent toute la matière existante. (27, 43)

**Éléments artificiels** : ils sont fabriqués dans des accélérateurs de particules et ont une très courte durée de vie. (27)

**Énergie cinétique** : forme d'énergie liée à la vitesse d'un corps de masse  $m$ . Son expression est  $E_c = 1/2 mv^2$ , où  $v$  est la vitesse instantanée de ce corps. (Utiliser les unités officielles des différentes grandeurs). (194-195)

**Énergie de position** : énergie acquise du fait de l'interaction gravitationnelle par un corps de masse  $m$  à une altitude  $h$ . Son expression est :  $E_p = mgh$ , où  $g$  est l'intensité de la pesanteur au lieu considéré. (Utiliser les unités officielles des différentes grandeurs). (194-195, 206-207)

# LEXIQUE DES NOTIONS

**Énergie mécanique :** pour un même système, l'énergie mécanique  $E_m$  est la somme de l'énergie cinétique et de position acquise par ce système. Dans le cas où il n'y a pas de pertes d'énergie, cette énergie reste constante à tout instant. (Utiliser les unités officielles des différentes grandeurs). (206-207)

**Énergie renouvelable :** énergie que la nature renouvelle en permanence (arbre, eau, vent, soleil, géothermie...). (191, 212)

**Éolienne :** dispositif qui utilise le vent pour produire de l'énergie électrique. Il est généralement constitué d'un mât au bout duquel sont placées des pales. (86-87, 124)

**Équation chimique :** modélisation de la transformation chimique faisant apparaître uniquement les réactifs et les produits. (68)

**Équation de réaction :** écriture symbolique de la réaction chimique à l'aide des formules chimiques des réactifs et des produits. (61)

**Exothermique :** se dit d'un processus, d'une réaction chimique qui dégage de la chaleur. (198)

## F

**Force :** toute action sur un corps permettant de le mettre en mouvement ou de modifier son mouvement. (161)

**Fréquence :** la fréquence (en hertz) d'un signal est le nombre de fois ou le motif élémentaire se répète en une seconde. (97, 101)

## G

**Galvanomètre :** ampèremètre à aiguille, capable de détecter un courant. (41)

**Générateur :** dipôle permettant la circulation d'un courant électrique dans un circuit fermé. (115)

## I-J

**Intensité de la pesanteur :** coefficient de proportionnalité qui relie la masse et l'intensité du poids d'un objet. (167)

**Intensité :** valeur d'une grandeur physique. (163)

**Interaction gravitationnelle :** action attractive et réciproque exercée entre deux corps massiques. On l'appelle aussi la gravité, ou gravitation. (147, 149)

**Interaction :** action réciproque qu'exercent deux corps l'un envers l'autre. (161, 163)

**Ion hydrogène :** ion responsable de l'acidité d'une solution. (48)

**Ion hydroxyde :** ion responsable de la basicité d'une solution. (48)

**Joule :** unité officielle d'énergie en physique. Symbole (J). (212)

## L-M

**Latitude :** distance angulaire, exprimée en degré, qui sépare un lieu de l'équateur. (165)

**Macromolécule :** très grande molécule. (65, 69)

**Masse volumique :** rapport entre la masse  $m$  et le volume  $V$  d'un matériau, soit  $m/V$ , unité :  $\text{kg/m}^3$ . (23)

**Matières organiques :** elles proviennent de la matière vivante (animale ou végétale) ou du pétrole. Ex : les matières plastiques, le papier... (21)

**Mendeleïev (Dimitri) :** chimiste russe qui a proposé le tableau périodique et répertorié les éléments en 1869. (27)

**Motif élémentaire :** un motif élémentaire est le plus petit motif d'un phénomène périodique qui se répète au cours du temps. (95)

**Mouvement de révolution :** mouvement circulaire d'un objet autour d'un point fixe. (147)

**Mouvement de rotation :** mouvement de rotation d'un objet sur lui-même. (147)

**Mouvement uniforme :** mouvement au cours duquel la vitesse reste constante. (143)

## N

**Neutre :** caractère d'une solution dont le pH est égal à 7. Une solution neutre contient autant d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. (49)

**Neutron :** particule neutre présente dans le noyau de l'atome. (25)

**Newton (N) :** unité de mesure de l'intensité d'une force. (163)

## O-P

**Oscillogramme :** l'oscillogramme est la figure observée sur l'écran d'un oscilloscope. (97)

**Période du mouvement :** intervalle de temps entre deux passages par la même position. (147)

**Période :** la durée du plus petit motif élémentaire qui se répète. (95, 101)

**Périodique :** une grandeur est périodique lorsqu'elle possède un motif élémentaire qui se répète au cours du temps. (101)

# LEXIQUE DES NOTIONS

**Phase** : toute partie homogène d'un mélange. (65)

**Picomètre** : unité de mesure qui correspond à 0,000000000001 mètre. En notation scientifique, 1 pm =  $10^{-12}$  m. (25)

**Pile** : générateur transformant de l'énergie chimique en énergie électrique (tension et courant continus). (200-201)

**Poids** : interaction gravitationnelle exercée par la Terre (ou une autre planète) sur tout corps à proximité. (163, 167)

**Polymère** : macromolécule composée de plusieurs morceaux qui se répètent. (65, 69)

**Proton** : particule du noyau de l'atome portant une charge électrique élémentaire positive  $+e$ . (25)

## R

**Racine carrée de 2** : nombre positif dont le carré est deux, à peu près égal à 1,41. (99)

**Recyclage** : récupération et transformation de matériaux usagés pour donner de nouveaux produits. (23)

**Rendement (notion de)** : rapport entre la puissance utile recherchée (par exemple fournie par un moteur...) et la puissance réellement consommée (coût énergétique du carburant par exemple...). (196-197)

**Repère de référence** : repère par rapport auquel on décrit le mouvement. (147)

## S

**Sens conventionnel du courant** : il circule de la borne + à la borne - du générateur. (41)

**Sinusoïdale** : qui fait des sinuosités, des zigzags. (99)

**Soluté** : substance chimique dissoute dans un solvant. (45)

**Solution ionique** : solution qui contient des ions. (45)

**Solvant** : liquide dans lequel on dissout un soluté. (45)

**Synthèse** : fabrication d'une espèce chimique au laboratoire ou dans l'industrie. (65, 69)

## T

**Tension alternative** : une tension alternative est une tension qui prend alternativement des valeurs positives et des valeurs négatives. (93, 115)

**Tension continue** : une tension continue est une tension qui reste constante au cours du temps. (93, 117)

**Tension efficace** : valeur mesurée par un voltmètre en alternatif et qui correspond à la tension continue qu'il faudrait imposer à un circuit pour produire le même effet. (99)

**Tension périodique** : tension qui possède un motif élémentaire qui se répète au cours du temps. (95)

**Tension variable** : une tension variable est une tension qui varie au cours du temps. (93)

**Trajectoire** : ensemble des points que décrit un solide en mouvement au cours du temps. (145)

**Transformateur** : appareil qui permet d'élever ou d'abaisser une tension alternative sans modifier ses autres caractéristiques. (93, 117)

**Transformation chimique** : mise en présence de différentes substances dont certaines réagissent entre elles pour en former de nouvelles. (61)

**Travail (notion de)** : transfert d'énergie qui existe lorsque une (des) force(s) agi(ssent)t sur un système qui se déplace. (196-197)

**Turbine** : roue qui porte des pales et qui tourne grâce à l'action d'un liquide ou d'un gaz en mouvement. (117)

## V

**Valeur maximale** : la valeur maximale d'une tension est la plus grande valeur d'une tension. (95, 100)

**Valeur minimale** : la valeur minimale d'une tension est la plus petite valeur d'une tension. (95)

**Verticale** : direction du centre de la Terre. La verticale peut être donnée par un fil à plomb. (145)

**Vitesse instantanée** : vitesse à un instant donné. On peut l'estimer par la vitesse moyenne sur un trajet commençant un peu avant et terminant un peu après l'instant considéré. (143)

**Vitesse moyenne** : rapport entre distance parcourue et temps de parcours  $t$ . (143)

- A**cide chlorhydrique 50-52, 63, 68, 69-72, 217
- Acide salicylique 74
- Acier 22-23, 28, 30-31, 33, 35, 72, 123
- Activité cardiaque 107
- Ambre 55
- Apesanteur 169, 171, 174
- Archimède 172
- Argent 48, 50, 52-53, 55, 199-200
- Aromaticien/Formulateur 77
- Aspirine 74
- B**alance 16, 139, 163, 166, 173, 175
- Bijoutier/Joaillier 37
- Binnig 37
- Biomasse 66, 187
- Bohr (Niels) 36-37
- C**apteur 96, 197, 220
- Centrifugeuse 159
- Chaleur 22, 28-29, 193, 195-198, 212
- Charbon 66, 184, 186, 193, 195, 212
- Chimiothérapie 57
- Chlore 42-43, 48, 68, 218
- Chou rouge 55
- Colorant 70, 72-73
- Colza 67-68
- Corrosion 34, 52, 59
- Cuivre 22, 28-29, 34, 43-44, 47-48, 56, 112, 120, 125, 198
- D**édale 162
- DEL 126, 92-93, 107
- Démocratie 36
- Dihydrogène 63, 68-72, 201
- Dioxyde de carbone 17, 21, 28, 54, 66, 68, 72, 212
- Domoticien 109
- Dynamomètre 163, 166, 168, 171-173
- E**au minérale 42, 51, 54
- Edison 116-117
- Effet joule 118, 214
- Effet tunnel 37
- Électrolyseur 48, 51
- Energie fossile 66-67, 216
- ExAO 96, 100
- Exoplanète 151
- F**araday 112, 115, 123
- Fer 22-23, 26, 28, 43, 47-48, 62-63, 68-69, 156
- Fermi (Enrico) 175
- Fil à plomb 145, 162, 166
- Fronde 161, 166, 168-169
- G**alvanomètre 40-41, 112
- Gaulard (Lucien) 109
- Gaz naturel 66
- Gibbs (John Dixon) 109
- Gore-Tex 74
- GPS 157, 169
- GTBF 92-94, 96-98, 102, 107
- H**émisynthèse 76-77
- Hertz (Heinrich Rudolf) 106
- Hydrogène 48, 50, 52-53, 68, 71, 156, 190, 201
- Hydroxyde 48, 50, 53
- I**f 76-77
- Indigo 72-73
- Ingénieur en énergie solaire 127
- J**asmin 64, 71
- Jupiter 150, 165
- L**aiton 28, 52
- Lavoisier (Antoine Laurent de) 61
- Lune 147-148, 164-165
- M**arey (Jules) 156
- Mars 34, 165, 171-172
- Maxwell (James Clerk) 175
- Mendeleïev (Dimitri) 26-27
- Mercure 146, 165
- Métabolisme 56
- Microscope 32, 37
- N**eptune 146, 152, 165
- Neurone
- Newton (Isaac) 160, 164-165, 166-168, 170, 174, 189
- NTSC 108
- Nylon 65, 68, 70, 74
- O**hm (Georg Simon) 213, 217, 221
- Oligoélément 53, 56
- Or 22, 28
- Orbite 36, 150, 153-155, 157, 169, 172
- Organisme 51, 56, 74
- P**AL/SECAM 108
- Parachute 144
- Pétrole 21, 66-68, 189, 212, 216, 221
- Pictogramme 62, 72-73
- Planétologue 157
- Plastique 21, 28, 201
- Pluies acides 54
- Polluant 66, 201, 211, 219
- Potier (Pierre) 76-77
- Proportionnalité 98, 210, 164-168
- Puissance 189, 195-196, 202-205, 213
- PVC 70
- Q**uantique 36-37
- Quartz 106
- R**adar 151, 157
- Radiothérapie 57
- Rayon 57
- Recyclage 23, 28, 31, 126, 200, 218
- Réseau 106, 116
- Rohrer (Heinrich) 37
- Rutherford (Ernest) 33, 36
- S**atellite 136, 138, 148, 157
- Saturne 146, 165
- Secteur 86, 89, 92-93, 96, 99-101, 108, 212-213
- Sécurité routière 139, 142, 148, 150-151, 211, 213, 217
- Simulation 123-124, 210
- Soleil 138-139, 146-147, 148-149, 156, 166, 175, 186-187, 190, 192
- Spationaute 169, 171, 174
- Stewart 40
- Synapse 56
- Système solaire 35, 138-140, 146, 148, 150-152, 157, 161
- T**ableur-grapheur 105, 145
- Taxol 76-77
- Technicien de laboratoire d'analyse des eaux 57
- Technicien en métrologie 175
- Teflon 74
- Thomson (John) 36, 54
- Tolman (Richard C.) 40
- Tri sélectif 23
- U**ranus 146, 152
- V**anille 17, 68, 70, 75
- Vanilline 70, 75
- Vénus 146, 153, 165
- Volta (Alessandro) 116, 199
- Von Baeyer (Adolf) 73
- W**att (James) 189, 202, 204, 213, 219
- Westinghouse (Georges) 106, 110, 116-117
- Z**inc 22, 28-29, 34, 56, 198-200, 212

## Crédits photographiques

p. 10 : NASA/GSFC/NOAA/USGS/Novapix ; Guénaëlle Gault – p. 11 : Arnaud PERRIN ; FNH ; texte publié dans Phosphore, mai 2007 – p. 12 : Raffael/Leemage – p. 13 : R. Price / Getty Images – p. 14-15 : C. Ena / Réa – p. 18 : SPL / Cosmos – p. 18-19 : SPL / Cosmos – p. 23 : Art Presse – p. 24 : Altomedia – p. 24-25 : Altomedia – p. 29 : Altomedia – p. 30 : A. Fisher / SPL / Cosmos ; K. Svensson / SPL / Cosmos ; Max PPP – p. 31 : Fotolia.com – p. 32 : CEA Grenoble – p. 33 : Fotolia.com ; Cardoso / BSIP ; Fotolia.com – p. 34 : C. Ena / Réa ; Fotolia.com ; Ciel et Espace – p. 36 : SPL / Cosmos ; SPL / Cosmos ; AKG Images ; AKG Images – p. 37 : Reprint courtesy of International Business Machines Corporation, © IBM Corporation – p. 38-39 : Quest / SPL / Cosmos – p. 39 : L. Maisant / Corbis – p. 47 : Prod DB © Bruckheimer / Touchstone TV / Alliance Atlantis / CBS / DR – p. 52 : Fotolia.com – p. 53 : L. Maisant / Corbis – p. 54 : T. Dockx – p. 55 : Fotolia.com ; J. Burgess / SPL / Cosmos – p. 56 : Mauritius / Photononstop ; Phototake / Kunkel / BSIP – p. 57 : Laurent / BSIP – p. 58-59 : R. Wilking / Reuters – p. 59 : P. Galan Cela / Age Fotostock / Eyedea ; P. Arnold / H. Pfletschinger / Bios – p. 60 : C. O'Rear / Corbis – p. 61 : Photojosse / Leemage – p. 64 : Neleman / Taxi / Getty Images ; Fotolia.com – p. 66 : C. Thiriet / Jacana / Eyedea – p. 68 : L. Rouvrais / Top / Eyedea ; S. Teutsch / Look at Sciences – p. 70 : Fotolia.com ; V. Durruty / Hoa-Qui / Eyedea ; 71 : Fotolia.com ; Mauritius / Photononstop – p. 73 : Noun / Bios ; R. Wilking / Reuters – p. 74 : J. Pelaez / Max PPP ; Ludovic/Réa ; M. Nascimento/Réa ; H. Curtis/Bios – p. 76 : A. Devouerd / Réa ; Bios ; Dr K. C. Nicolaou, Scripps Research Institute & UC San Diego / SPL / Cosmos – p. 77 : Mauritius / Photononstop – p. 80 : El Bulli Restaurant / Getty Images / AFP Photo ; NEC System Technologies – p. 81 : A. Maslennikov / Bios ; Klimeo® Avalena – p. 82 : Rona / OAR / National Undersea Research Program / NOAA / SPL / Cosmos ; 2004 P. Batson / Image Quest Marine ; 2004 P. Batson / Quest Marine ; 2004 P. Batson / Quest Marine ; 2004 P. Batson / Quest Marine ; Ifremer-Victor / Campagne Momareto 2006 – p. 84-85 : S. Miller / Taxi / Getty Images – p. 86-87 : Y. Arthus-Bertrand / Altitude – p. 89 : L. V. Bergman / Corbis ; La Nature, 1895, 2e sem. p. 344 – p. 123 : Widela / open2europe ; J. Mead / SPL / Cosmos – p. 126 : Fotolia.com ; N. Tavernier / Réa ; Fotolia.com – p. 127 : P. Sittler / Réa ; Nabendynamo – p. 134-135 : J. Demarthon / AFP – p. 136-137 : Space Channel / Novapix – p. 138 : Gamma / Eyedea ; L. Aznal ; AFP – p. 139 : AKG Images ; R. Demaret / Réa – p. 140-141 : M. Fourmy / Réa – p. 141 : Assecar / Sécurité Autoroute ; Ciel et Espace – p. 142 : M. Hans – p. 144 : J. Mc Bride / Getty Images – p. 147 : SPL / Cosmos – p. 148 : ESO / Ciel et Espace – p. 150 : Ciel et Espace – p. 151 : S. Audras / Réa ; Fotolia.com ; Fotolia.com – p. 153 : F. Zapatka / Réa ; Bridgeman Art Library ; Ullstein Bild / Roger-Viollet – p. 154 : Tops / Photononstop ; T. Craig / Réa ; Fotolia.com ; AFP ; J. Balog / Getty Images – p. 155 : Corbis – p. 156 : P. Langrock / Réa ; SPL / Cosmos ; GK Hart / V. Hart / Getty Images – p. 157 : Ciel et Espace – p. 158-159 : Sirius / Sunset – p. 159 : Bettmann / Corbis ; Bibl. Amiens Métropole / AKG Images – p. 162 : S. Gorton / Dorling Kindersley / Getty Images – p. 165 : ESA / Max PPP – p. 168 : S. T. Yip / Age Fotostock / Hoa-Qui / Eyedea – p. 169 : K. Pfaffenbach / Reuters ; NASA / SPL / Cosmos ; NASA ; T. Craig / Réa – p. 171 : NASA / SPL / Cosmos ; Ciel et Espace – p. 172 : SPL / Cosmos ; M. Petzold ; NASA – p. 173 : NASA ; Fotolia.com ; Maximilian Stock Ltd / Photononstop – p. 174 : Aisa / Leemage ; SPL / Cosmos ; ESA / Gamma / Eyedea ; R. Rasmeyer / Corbis – p. 175 : SPL / Cosmos ; Corbis – p. 182-183 : T. Ribolowsky / Réa – p. 184-185 : C. Moirenc / Hemis.fr – p. 186 : J. Baum / SPL / Cosmos – p. 187 : J. P. Charbonnier / Rapho / Eyedea ; M. Huet / Hoa-Qui / Eyedea ; T.Pool / Stock4B / Getty Images p. 188 ; R. Maier / Sunset – p. 188-189 : Satoru Imai / Seibun Photo / Getty Images ; Corbis ; Gustoimages / SPL / Cosmos – p. 192-193 : Lucas Film / 20th Century Fox / The Kobal Collection / The Picture Desk – p. 194 : G. Rowell / Corbis ; R. Matheson / Corbis ; T. Henshaw / Action Plus – p. 195 : M. Piers / Image Bank / Getty Images ; I. O'Leary / Dorling Kindersley ; D. Klein / Réa – p. 196 : S. Satushek / The Image Bank / Getty Images ; K. Lucas & D. Dixon / Ardea.com – p. 197 : SPL / Cosmos ; P. Christopher / Masterfile – p. 198 : Cedig SARL / GRABBER – p. 199 : Bridgeman Art Library – p. 200 : R. Damoret / Réa ; L. V. Bergman / Corbis – p. 201 : DR / P. Taeron / Science & Vie Junior n° 152 – p. 202 : D. Saulnier / Sunset – p. 204 : P. Sittler / Réa – p. 207 : J. Honvault – p. 208-209 : comcomca.com / EDF – p. 210 : G. Rolle / Réa – p. 211 : E. Koch / Corbis ; Schlegelmilch / Corbis – p. 214 : Turk/Science et Vie Junior Hors Série n° 71 – p. 216 : T. Grabka / Réa ; Mauritius / Photononstop ; A. Le Bot / Photononstop ; J. Loïc / Photononstop – p. 217 : P. Fritz / P. Arnold / Bios ; T. Brakefield / Corbis – p. 218 : Corepile – p. 219 : J. Loïc / Photononstop – p. 220 : Ciel et Espace – p. 221 : Foodfolio / Sucré-Salé – p. 222-223 : Tomonari Tsuji / Seibun / Getty Images ; R. Mazalan / AP / Sipa Press ; D. Rydevik ; Gamma / Eyedea ; J. Reed / Corbis – p. 224 : E. de Malglaive / Gamma / Eyedea

**Photographies d'expériences** : Philippe Guignard

**Infographies** : Christelle Forzale (33, 37, 40, 122-123, 143, 148, 199, 212), Sylvie Dessert (19, 24-25, 28-29, 36, 41, 45-46, 49, 57, 60-61, 69, 101, 118-119, 139, 146, 149, 157, 161, 167, 208), Didier Florentz (132-133, 190-191), Dominique Galland (132-133)

**Dessins d'animation** : Geoffroy Rudowski, Jean-François Caritte (180-181)

**Conception de la couverture** : Noir et Blanc

**Illustration de la couverture** : Stéphane Kiehl

**Conception de la maquette intérieure** : Noir et Blanc, Céline Vernier pour les dossiers « Énergie, une vue d'ensemble » et « Physique-Chimie et développement durable »

**Réalisation** : Barbara Tamadonpour et Béatrice Gallo, assistées par Tatiana Tamadonpour

**Cartographie** : Christel Parolini et Valérie Goncalves

**Iconographie** : Virginie Dauvet et Cécile Depot

**Relecture** : Michèle Aguinier

**Photogravure** : AGN

**Édition et coordination** : Adrien Fuchs, assisté par Amélie Cahard

**Pour les Rendez-vous de Science et vie Junior**

**Direction artistique** : Cécile Vernier

**Les pages « Métiers »** sont réalisés par les étudiants du Mastère de Communication Scientifique de l'ULP de Strasbourg.

**Les textes** des pages 80-81, 130-131 et 178-179 sont de Muriel Valin.

Les auteurs et les éditions Magnard remercient, pour la réalisation des photographies d'expériences :

- le centre scolaire « Aux lazaristes », et en particulier son directeur Frédéric Bodin, ainsi que l'ECAM pour leur accueil ;
- l'entreprise Jeulin pour le prêt du matériel ;
- les élèves de collègue Adélaïde, Maureen, Ophélie, Tiphaine, Zoé, Arthur et Klaar.

L'éditeur tient à remercier Jean Lopez et Éric Heilmann pour leur aide.

*Toutes les interviews de professionnels sont réalisées par les étudiants du Mastère de Communication Scientifique de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, promotion 2007-2008 :*

**Guillaume Amoros**  
**Tatiana Bukina Denis**  
**Marion Bard**  
**Camille Caclin**  
**Leslie Courbon**  
**Romain Cunat**  
**Julie Dirwimmer**

**Line Javré**  
**Débora Kirmann**  
**Floriane Macian**  
**Gabrielle Oria**  
**Sapho Tohya Trenkle**  
**Alice Tschudy**

Aux termes du code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de la présente publication, faite par quelque moyen que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

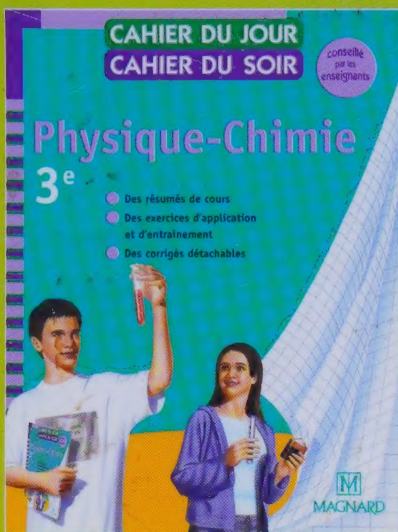


L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) - 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, tél. : 01 44 07 47 70, fax : 01 46 34 67 19.

© Éditions Magnard, Paris, 2008

Dépôt légal : avril 2008 - N° Éditeur : 2008/160

Achevé d'imprimer en avril 2008 par G. Canale & C. S.p.A.



- Spécialement destiné au soutien scolaire
- Conseillé par des milliers d'enseignants
- À utiliser pendant toute l'année scolaire



## En collaboration avec **SCIENCE&VIE JUNIOR**

Chaque mois, **Science&Vie Junior** aborde l'actualité scientifique et technique à travers 100 pages mêlant brèves, dossiers illustrés, BD, dessins 3D, expériences.

**Science&Vie Junior**, votre passeport pour bien comprendre le monde qui nous entoure.

12 numéros par an + 4 Hors-Séries Thématiques

Pour plus de renseignements, appelez le 01 46 48 47 08  
Ou bien connectez-vous sur [www.kiosquemag.com](http://www.kiosquemag.com)



**M**  
**MAGNARD**  
[www.magnard.fr](http://www.magnard.fr)



ISBN 978-2-210-01305-5



08-AJC-57