

# Les circuits électriques et la transmission de l'énergie électrique

L'électricité est tellement intégrée à notre vie quotidienne que nous en oublions les miracles technologiques servant à sa production et sa distribution. Par un seul clic d'interrupteur, tu peux éclairer une pièce, t'amuser avec des jeux vidéo ou cuisiner ton plat préféré. L'énergie que tu utilises chez toi à Terre-Neuve-et-Labrador provient fort probablement d'un barrage hydroélectrique comme celui-ci, qui fait partie du complexe de production de Bay d'Espoir.

L'immense mur d'eau derrière le barrage a de l'énergie potentielle. Quand cette eau s'écoule dans la rivière plus bas, son énergie potentielle est transformée en une quantité d'énergie électrique suffisante pour alimenter des localités situées à des centaines de kilomètres. Quelques grandes lignes de transmission transportent cette énergie à des tensions qui peuvent dépasser un million de volts. Ces lignes à haute tension aboutissent aux postes de distribution qui répartissent et acheminent cette électricité dans les villes et les villages grâce à différents circuits. En arrivant chez toi, l'électricité est répartie dans plusieurs circuits différents. Finalement, les appareils que tu branches contiennent eux aussi plusieurs circuits. La prochaine fois que tu utiliseras ton grille-pain, pense au miracle de l'énergie électrique.

## Mon organisateur graphique\*

Habiletés en lecture et en écriture

Prépare ton aide-mémoire repliable pour prendre des notes sur ce que tu apprendras dans le chapitre 9.

### Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **faire la différence** entre les circuits en série et les circuits en parallèle, en termes d'intensité, de tension et de résistance ;
- **définir** l'énergie électrique et la puissance ;
- **calculer** la puissance en utilisant les valeurs du courant et de la tension ;
- **déterminer** la consommation d'énergie d'un appareil à partir de sa puissance nominale et de sa durée d'utilisation ;
- **nommer** des façons d'économiser l'énergie électrique ;
- **expliquer** comment on produit l'énergie électrique.

### Pourquoi est-ce important ?

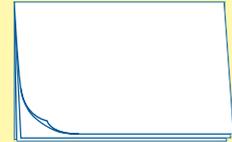
Plusieurs appareils que nous utilisons fonctionnent grâce à l'énergie électrique. Le coût d'utilisation de ces appareils est déterminé par l'énergie qu'ils consomment.

### Les compétences que tu utiliseras

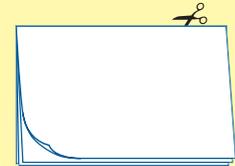
Dans ce chapitre, tu devras :

- **mesurer** le courant et la tension dans des circuits en série et en parallèle ;
- **modéliser** des circuits en série et des circuits en parallèle ;
- **évaluer** la consommation d'énergie de certains appareils électriques d'usage courant ;
- **analyser** les problèmes environnementaux liés à la production de l'énergie électrique.

**ÉTAPE 1** Place trois feuilles l'une sur l'autre et plie-les en deux.



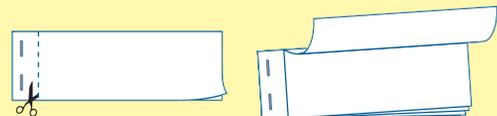
**ÉTAPE 2** Coupe les feuilles le long du pli pour obtenir six demi-feuilles. (**Conseil** : utilise autant de demi-feuilles que nécessaire pour ton carnet.)



**ÉTAPE 3** Plie en deux horizontalement chacune des demi-feuilles.



**ÉTAPE 4** Place les côtés pliés de chaque feuille en haut et agrafe-les ensemble sur le côté gauche. À environ 2 cm du bord agrafé, coupe la page du dessus de chaque feuille pliée, jusqu'à la pliure, pour former des volets à relever et rabattre.



**ÉTAPE 5** Inscris sur les volets les six sujets de la rubrique « Ce que tu apprendras » :

Les circuits en série et les circuits en parallèle

- 1) Les circuits en série et les circuits en parallèle
- 2) L'énergie électrique et la puissance
- 3) La tension et l'intensité du courant
- 4) La consommation d'énergie
- 5) Les économies d'énergie
- 6) La production de l'énergie électrique

**Lis et écris** À mesure que tu lis le chapitre, définis, sous l'onglet approprié, les termes et les concepts clés qui te serviront à comprendre l'énergie électrique.

\* Tiré et adapté de *Dinah Zike's Teaching Mathematics with Foldables*, Glencoe/McGraw-Hill, 2003.

## 9.1 Les circuits en série et les circuits en parallèle

### Notions scientifiques de la section

- Dans un circuit en série, le courant ne peut suivre qu'un seul trajet.
- L'intensité du courant est la même partout le long du circuit.
- Chaque charge utilise une partie de la tension fournie par la source.
- Lorsqu'on place un résistor en série avec d'autres résistors, la résistance totale du circuit augmente.
- Dans un circuit en parallèle, le courant peut emprunter plusieurs trajets.
- La tension mesurée aux bornes de chaque résistor est la même dans un circuit en parallèle, et l'intensité du courant se répartit entre tous les trajets possibles.
- L'intensité du courant dans une branche dépend de la résistance de cette branche.
- Dans le cas de résistors montés en parallèle, la résistance totale du circuit diminue.

### Mots clés

borne de mise à la terre  
circuit en parallèle  
circuit en série  
disjoncteur  
fusible  
nœud

Dans certaines familles, on installe des mini-ampoules pour décorer la maison en hiver. Les villes décorent aussi souvent leurs arbres et leurs édifices (voir la figure 9.1). Ces ampoules décoratives sont différentes de celles utilisées pour l'éclairage de nos maisons. Elles sont plus petites, moins brillantes et peuvent être connectées différemment.

À la maison, lorsque tu enlèves une ampoule ou que l'une d'elles « grille », les autres restent allumées (voir la figure 9.2). Cependant, certaines guirlandes électriques sont montées de telle sorte que si l'on retire une ampoule, les autres ne peuvent plus s'allumer. Pourquoi cette différence ? Les ampoules des guirlandes électriques et celles de ta maison sont connectées selon deux types de circuits différents.

### Le savais-tu ?

Thomas Edison (1847-1931) n'a pas inventé l'ampoule électrique, mais c'est lui qui a mis au point la première ampoule domestique. Edison voulait qu'il soit possible d'allumer ou d'éteindre chacune des ampoules sans affecter celles connectées au même circuit. Sachant qu'une partie du courant se rend à chaque ampoule, Edison a conçu un filament de résistance élevée n'ayant besoin que d'une faible intensité pour produire de grandes quantités de chaleur et de lumière.



**Figure 9.1** Dans certaines guirlandes électriques, les ampoules sont connectées indépendamment les unes des autres. Dans d'autres, aucune autre ampoule ne s'allumera si on retire une ampoule de la guirlande.



**Figure 9.2** À la maison, les ampoules sont connectées de telle sorte que le fait d'en éteindre une n'éteint pas les autres.

Au cours de cette activité, tu construiras deux circuits différents et tu compareras le flux d'électrons dans chaque circuit.

### Consigne de sécurité



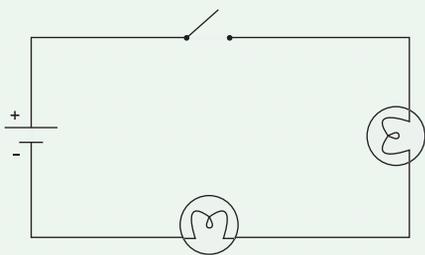
- Débranche ton circuit si les fils deviennent chauds.

### Matériel

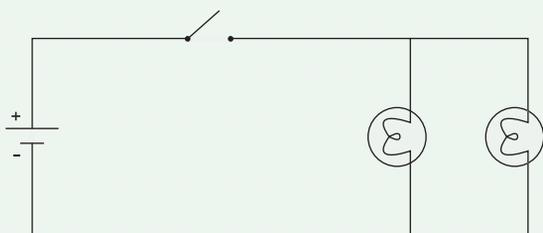
- une pile de 1,5 V
- 2 ampoules de 2 V
- un interrupteur
- des fils de connexion

### Ce que tu dois faire

1. Monte le circuit 1 avec le matériel fourni, selon le schéma ci-dessous.
2. Ferme l'interrupteur (pour fermer la boucle du circuit) et observe les deux ampoules.
3. En gardant l'interrupteur fermé, dévisse doucement l'une des ampoules. Observe ce qui arrive à l'autre ampoule.
4. Revisse l'ampoule afin que les deux ampoules soient de nouveau allumées, puis dévisse doucement la seconde ampoule. Observe ce qui arrive à l'autre ampoule. Ouvre l'interrupteur après avoir terminé tes observations.



Circuit 1



Circuit 2

5. Démonte le circuit 1 et monte le circuit 2 selon le schéma.
6. Ferme l'interrupteur et observe les deux ampoules.
7. En gardant l'interrupteur fermé, dévisse doucement l'une des ampoules. Observe maintenant ce qui arrive à l'autre ampoule.
8. Revisse l'ampoule afin que les deux ampoules soient de nouveau allumées, puis dévisse doucement la seconde ampoule. Observe de nouveau ce qui arrive à l'autre ampoule. Ouvre l'interrupteur après avoir terminé tes observations.
9. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Imagine que tu es un électron quittant la borne négative de la pile dans le circuit 1.
  - a) Combien de trajets différents peux-tu emprunter pour traverser tout le circuit et arriver à la borne positive ?
  - b) Par combien d'ampoules dois-tu passer ?
2. Dans le circuit 1, lorsque tu retires une ampoule, l'autre éclaire-t-elle toujours ? Pourquoi ?
3. Imagine que tu es un électron quittant la borne négative de la pile dans le circuit 2.
  - a) Combien de trajets peux-tu emprunter pour traverser tout le circuit et arriver à la borne positive ?
  - b) Dans chaque trajet, par combien d'ampoules dois-tu passer ?
4. Dans le circuit 2, lorsque tu retires une ampoule, l'autre éclaire-t-elle toujours ? Pourquoi ?

## Un seul trajet

Au parc aquatique, il y a une installation avec un seul escalier menant à une glissade unique (voir la figure 9.3). Chaque personne qui monte l'escalier doit redescendre par la même glissade. Si une personne s'arrête dans l'escalier ou sur la glissade, tout le monde s'arrête aussi parce que cette personne bloque le seul trajet disponible. En électricité, ce trajet s'appelle une branche.

Figure 9.3 Chaque personne utilisant cette glissade parcourt le même trajet.

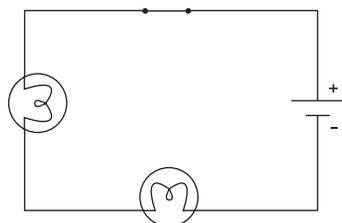
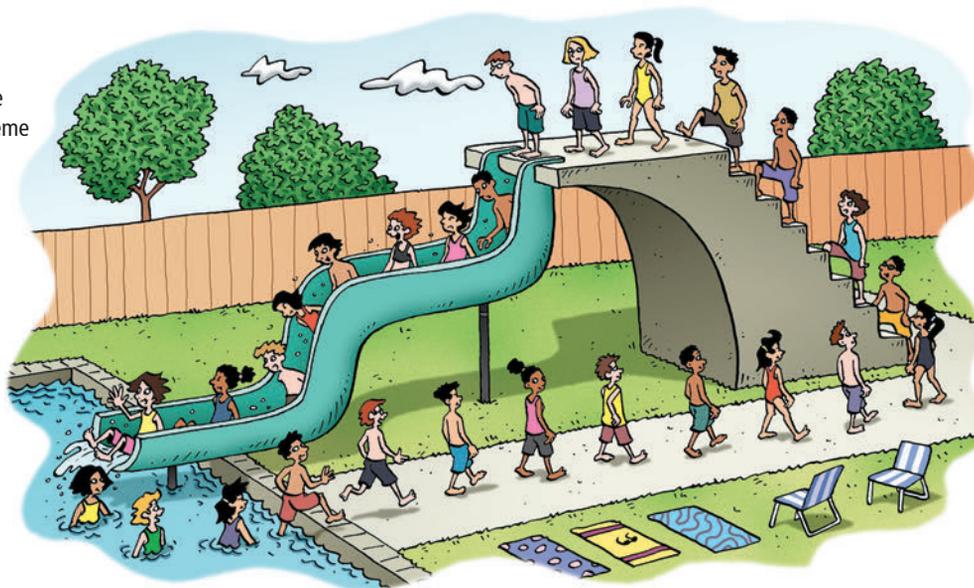


Figure 9.4 Les électrons ne peuvent suivre qu'un seul trajet dans ce circuit pour aller de la borne négative à la borne positive de la pile.

Le schéma de la figure 9.4 représente un circuit électrique qui ressemble à la glissade unique. Un circuit offrant un seul trajet au courant est un **circuit en série**. Les électrons n'ont qu'un seul trajet pour se déplacer. Si l'interrupteur est ouvert, tous les électrons sont bloqués. Le passage du courant est alors interrompu.

## Les Séries mondiales : un circuit en série ?

9-1B

Réfléchis bien

Un circuit en série forme une boucle fermée qui offre un seul trajet au courant. Il existe de nombreux exemples de boucles qui n'ont qu'un seul trajet. Par exemple, lorsque tu effectues un tour complet sur la piste de course à l'école, tu reproduis un circuit en série, car il s'agit d'une seule branche formant une boucle complète. Un autre exemple de circuit en série est celui d'une chaîne de montage d'automobiles où chaque travailleuse ou travailleur ajoutent une pièce au châssis. Au cours de cette activité, tu feras un remue-méninges avec les autres élèves de la classe pour trouver d'autres exemples représentant un circuit en série.

### Ce que tu dois faire

1. Travaillez en équipe de deux ou en petit groupe pour trouver d'autres exemples de circuits en série.

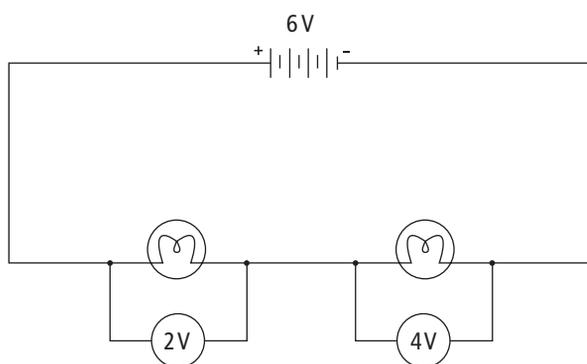
### Qu'as-tu découvert ?

1. Comparez votre liste avec celles des autres groupes. Quels exemples avez-vous en commun ?
2. Choisissez un des exemples communs à plusieurs groupes.
  - a) Qu'est-ce qui se déplace dans le circuit ?
  - b) Quelle est l'énergie à la source du mouvement des objets dans le circuit ?
  - c) Si le circuit est coupé ou bloqué, qu'arrivera-t-il au mouvement des objets sur ce circuit ?

## La tension et le courant dans un circuit en série

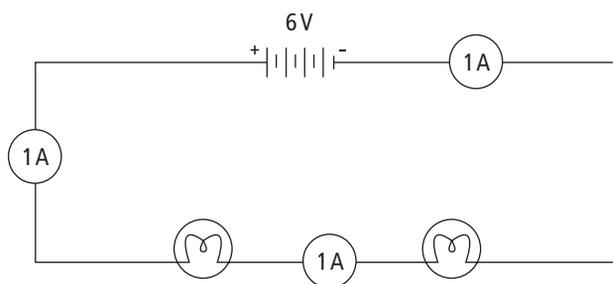
On compare les personnes qui utilisent une glissade aquatique aux électrons dans un circuit. Une personne possède plus d'énergie potentielle en haut de l'escalier qu'en bas. Si l'escalier compte 12 marches, la personne qui glisse du haut de la glissade jusqu'en bas « chute » de 12 marches avant de se rendre de nouveau au pied de l'escalier.

Dans un circuit, un électron qui quitte une batterie de 12 V «perdra» ces 12 V avant de revenir à la batterie. Cette perte se produit dans une charge, comme une ampoule ou un résistor, qui transforme l'énergie électrique en d'autres formes d'énergies. Elle peut aussi se produire dans le conducteur. S'il y a plusieurs charges dans le circuit en série, l'électron «perdra» une partie de la tension fournie dans chacune (voir la figure 9.5). La somme des tensions aux bornes des charges est donc égale à la tension totale fournie par la pile.



**Figure 9.5** Dans un circuit en série, la somme des tensions aux bornes de chaque charge est égale à la tension totale fournie. Un électron « perd » une partie de la tension fournie dans chaque charge.

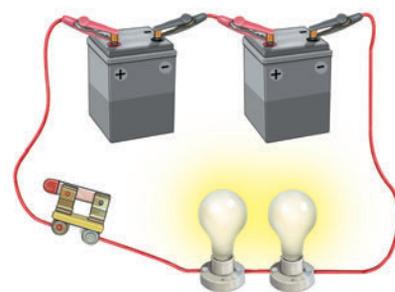
Dans un circuit électrique, les électrons se repoussent mutuellement grâce à une force à distance. Par conséquent, la plupart des électrons qui se déplacent dans un circuit demeurent assez éloignés les uns des autres. Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même en chaque point du circuit puisque les électrons ne peuvent se déplacer que par un seul trajet (voir la figure 9.6). Dans ce cas, on peut reprendre l'analogie du tuyau d'arrosage. La quantité d'eau qui entre dans le tuyau doit être égale à la quantité d'eau qui en sort. Le « débit d'eau » est le même en chaque point du tuyau.



**Figure 9.6** Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même partout.

## Le savais-tu ?

Si on relie des piles en série pour former une batterie, tel qu'illustré ci-dessous, la tension résultante du circuit est égale à la somme des tensions de chacune des piles. Si on double la tension et que la résistance reste la même, l'intensité du courant est aussi doublée (selon la loi d'Ohm,  $V = RI$ ). Par contre, lorsque des piles sont connectées en série, leur durée de vie diminue.



Dans ce montage, deux piles de 1,5 V sont connectées en série. La tension de cette batterie est de 3 V.

## Suggestion d'activité

Activité d'exploration 9-1D, à la page 298.

## Les résistors en série

Sur la glissade d'eau, imagine une section sans eau qui t'oblige à glisser sur le plastique sec. Cette section offrira une résistance plus grande que les autres sections et tu ralentiras. Si toutes les personnes qui descendent se comportent comme des électrons et conservent une distance quasi égale entre elles, elles ralentiront à cause de cette résistance. Imaginons maintenant une deuxième section sèche plus bas sur la glissade. Cette surface sèche ralentira encore davantage la personne qui y glisse, de même que toutes les autres derrière elle. Le nombre total de personnes parvenant au bas de la glissade par minute sera donc plus faible.

Quand on ajoute un résistor dans un circuit électrique, les choses se passent un peu de la même manière. Lorsque tu places des résistors en série dans un circuit, tu augmentes la résistance totale du circuit et le courant total diminue.

### Vérifie ta lecture

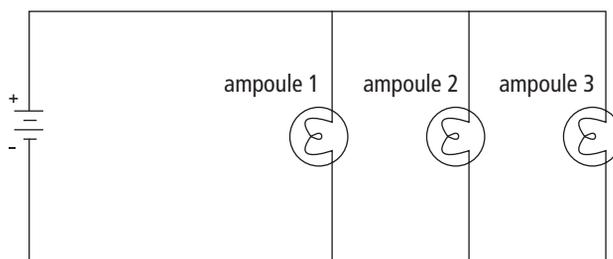
1. Quel est le nom donné à un circuit ne possédant qu'un seul trajet possible?
2. Qu'arrive-t-il au courant dans un circuit en série lorsqu'on ouvre l'interrupteur pour couper le circuit?
3. Comment la tension totale aux bornes de toutes les charges se compare-t-elle avec la tension totale fournie par la pile?
4. Pourquoi l'intensité du courant est-elle la même à tous les points d'un circuit en série?
5. Si un résistor est placé en série avec un autre résistor, quel est l'effet sur la résistance totale?

### Le savais-tu ?

Dans une maison, les tensions les plus élevées se trouvent parfois dans le téléviseur. On y mesure fréquemment des tensions de 20 000 V. La cuisinière électrique est branchée à une source de 240 V dans la cuisine, mais elle peut recevoir des courants totalisant jusqu'à 40 A.

## Plusieurs trajets

Un circuit offrant plusieurs trajets aux électrons est un **circuit en parallèle**. Le schéma de la figure 9.7 est celui d'un circuit en parallèle. Dans cet exemple, les électrons venant de la pile peuvent emprunter trois trajets pour revenir à leur point de départ. Ils peuvent passer par l'ampoule 1, l'ampoule 2 ou l'ampoule 3 avant de revenir à la pile.



**Figure 9.7** Dans ce circuit, les électrons venant de la pile peuvent emprunter l'un des trois trajets pour revenir à leur point de départ.

Un parc aquatique de plusieurs glissades offre aux visiteurs des expériences plus variées qu'une seule glissade (voir la figure 9.8).

Si quelqu'un s'immobilise sur l'une des glissades, les autres trajets sont toujours disponibles. Cependant, même s'il est possible de prendre plusieurs trajets, toutes les personnes doivent grimper par le même escalier et terminer leur glissade dans le même bassin.



**Figure 9.8** Les gens qui fréquentent ce parc aquatique peuvent emprunter trois trajets différents pour glisser jusqu'au bassin.

## Il n'y a pas que les droites qui peuvent être en parallèle

9-1C

## Réfléchis bien

Un circuit en parallèle est une boucle possédant plusieurs branches. S'il y a plus d'un trajet pour passer d'un point à un autre, on dira que ces deux trajets sont en parallèle. Par exemple, les grands centres commerciaux offrent plusieurs escaliers mécaniques côte à côte permettant aux clients de passer d'un étage à l'autre. Ces escaliers sont parallèles. Au cours de cette activité, tu feras un remue-méninges avec les autres élèves de la classe pour trouver d'autres exemples de circuits en parallèle.

### Ce que tu dois faire

1. Travaillez en équipe de deux ou en petit groupe pour trouver des exemples de circuits en parallèle.
- Qu'as-tu découvert ?**
1. Comparez votre liste avec celles des autres groupes. Quels exemples avez-vous en commun ?
  2. Choisissez un des exemples communs à plusieurs groupes.
    - a) Qu'est-ce qui se déplace dans le circuit ?
    - b) Quelle est l'énergie à la source du mouvement des objets dans le circuit ?
    - c) Si une branche du circuit est coupée ou bloquée, qu'arrivera-t-il au mouvement des objets dans ce circuit ?

## La tension et le courant dans un circuit en parallèle

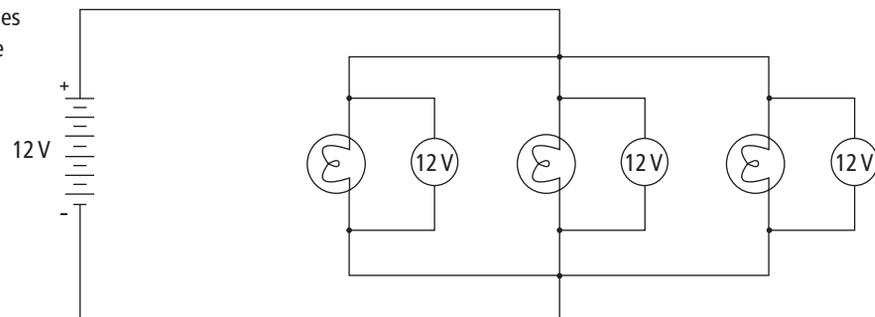
Supposons que les gens doivent monter 50 marches pour atteindre le haut des glissades. Peu importe laquelle ils utilisent, ils descendent tous dans le même bassin. Une fois au bas de la glissade, ils auront perdu toute l'énergie potentielle accumulée.

Dans un circuit électrique, c'est la pile qui fournit l'énergie potentielle aux électrons. Si la pile a une différence de potentiel de 12 V, les électrons auront perdu ces 12 V quand ils seront revenus à la pile. Comme tu peux le constater à la figure 9.9, la tension aux bornes des ampoules disposées en parallèle est la même. La tension est la même aux bornes des charges placées en parallèle.

### Suggestion d'activité

Activité d'exploration 9-1E,  
à la page 299.

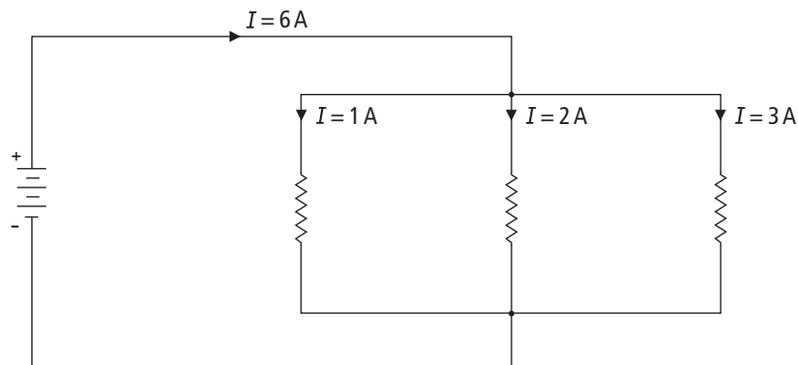
**Figure 9.9** La tension aux bornes des charges montées en parallèle reste la même.



Dans un circuit *en série*, l'intensité du courant est la même partout, puisque les électrons ne peuvent parcourir qu'un seul trajet. Dans un circuit *en parallèle*, le courant se divise en plusieurs trajets qui se rejoignent plus loin dans le circuit. Donc, une portion des électrons emprunte chaque trajet. Si une portion du circuit possède une résistance plus faible, les électrons pourront s'y déplacer en plus grand nombre. L'intensité du courant y sera donc plus forte que dans d'autres trajets où la résistance est plus élevée.

La figure 9.10 montre une batterie reliée à trois résistors différents montés en parallèle. Le courant total qui quitte la batterie se répartit entre les trois trajets possibles. On appelle **noeud** l'endroit où un circuit se divise en plusieurs branches ou l'endroit où plusieurs branches se rejoignent. Il n'y a pas de gain ou de perte de courant à un noeud. Il est seulement réparti entre les différentes branches.

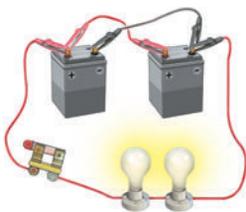
Si des charges de résistances différentes sont montées en parallèles, l'intensité du courant les traversant sera différente. L'intensité totale qui entre dans un noeud est égale à la somme des intensités qui quittent ce noeud.



**Figure 9.10** L'intensité du courant arrivant au noeud se répartit entre les trois trajets possibles.

### Le savais-tu?

Si on relie des piles identiques en parallèle, tel qu'illustré ci-dessous, la tension résultante du circuit est la même que la tension de chacune des piles. Alors pourquoi relier des piles en parallèle? Parce qu'en fournissant plusieurs sources d'énergie à un circuit, on augmente la durée de vie de la batterie et prolonge le fonctionnement du circuit.



Dans ce montage, deux piles de 1,5 V sont connectées en parallèle. La tension de cette batterie reste de 1,5 V mais sa durée de vie sera prolongée.

## Les résistors en parallèle

Imagine que tu es dans une file d'attente à la caisse d'un supermarché et que tous les clients doivent passer par cette caisse. On peut comparer cette situation à un circuit en série, puisque les clients ne peuvent sortir que par un seul trajet. Dans cet exemple, la caisse représente un résistor, car c'est elle qui ralentit les clients. Si une deuxième caisse est ouverte, les clients peuvent alors sortir par deux trajets. Bien que la seconde caisse soit aussi un résistor, les clients n'auront pas besoin d'attendre aussi longtemps.

Cet exemple s'applique aussi aux circuits électriques (voir la figure 9.11). Lorsque tu places deux résistors en parallèle, tu ouvres un autre trajet possible au courant. Ainsi, la résistance totale diminue. Dans un circuit, les résistors en parallèle diminuent la résistance totale de ce circuit. Si la résistance totale du circuit diminue, alors le courant total en provenance de la batterie augmente.

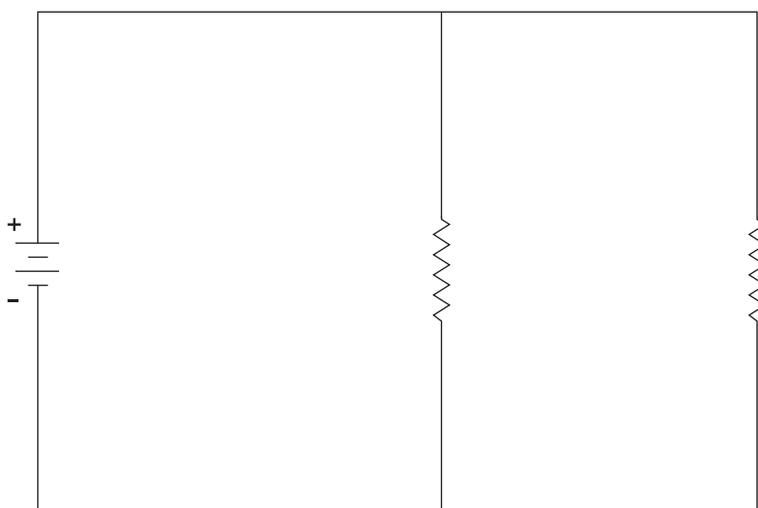


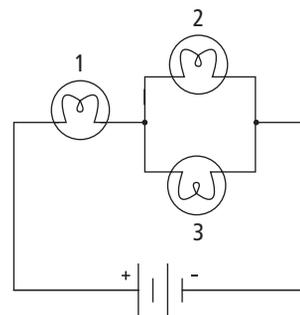
Figure 9.11 La résistance totale du circuit diminue lorsque les résistors sont placés en parallèle.

### Vérifie ta lecture

1. Quel nom donne-t-on à un circuit qui offre plusieurs trajets au passage du courant?
2. Lorsque deux charges sont connectées en parallèle, quelle est la tension aux bornes de chaque charge?
3. Lorsque deux charges sont connectées en parallèle, l'intensité du courant passant dans l'une est-elle obligatoirement égale à l'intensité du courant passant dans l'autre?
4. Quel nom donne-t-on à l'endroit où un circuit se divise en plusieurs trajets ou à l'endroit où plusieurs trajets d'un circuit se rejoignent?
5. Quelle est la relation entre l'intensité arrivant à un nœud et l'intensité du courant sortant de ce nœud?
6. Si tu montes un second résistor parallèle à un premier, qu'arrivera-t-il à la résistance totale du circuit?

### Le savais-tu?

La plupart des circuits sont complexes et comportent des composants connectés en série et d'autres, en parallèle. Pour résoudre des problèmes sur des circuits complexes, tu dois appliquer les règles pour les circuits en série et pour les circuits en parallèle. Il te faut aussi analyser séparément chaque partie du circuit.



Les ampoules 2 et 3 sont reliées en parallèle, mais elles sont toutes deux connectées en série à l'ampoule 1.

Qu'arriverait-il si on retirait l'ampoule 1 du circuit?

### Suggestion d'activité

Réalise une expérience 9-1F, aux pages 300 et 301.

### Approfondissement

Il est possible de calculer la résistance totale de résistors montés en parallèle ou en série. Pour en apprendre plus sur cette résistance totale, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **calcul, résistance, circuit électrique, série et parallèle.**

Les ingénieurs utilisent les propriétés des connexions en série ou en parallèle pour modifier la tension, l'intensité et la résistance des circuits. Par exemple, si l'on observe dans un circuit que la tension est trop élevée aux bornes d'un composant, on peut lui ajouter une résistance en série pour diminuer la tension. Pour en apprendre plus sur les applications pratiques des circuits en série et en parallèle, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **circuit électrique, technologie, résistance et avantage.**

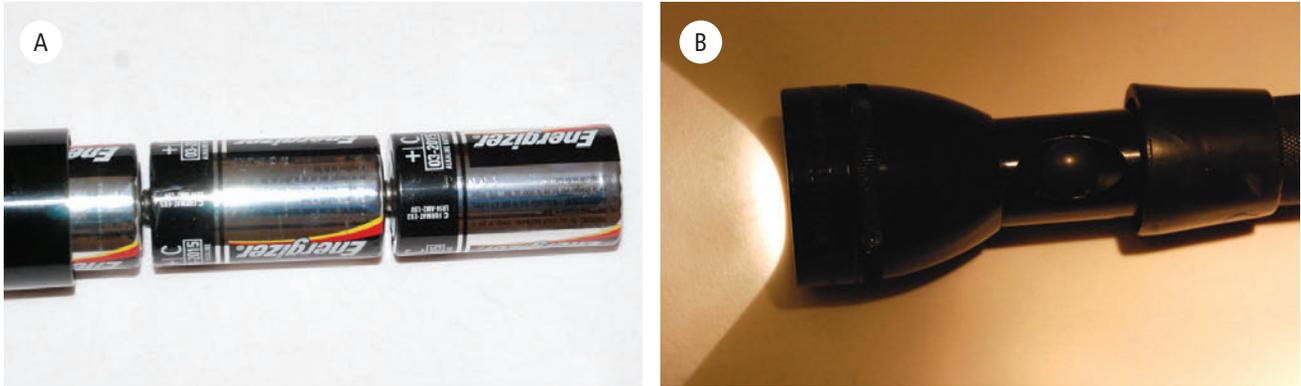
## Les circuits en série et les circuits en parallèle

Tu as appris dans ce chapitre qu'il existe deux types de circuits électriques : les circuits en série et les circuits en parallèle. Ces deux types de circuits comprennent les mêmes éléments de base, comme des piles, du fil et des résistors. Toutefois, leurs propriétés et leurs applications ne sont pas les mêmes parce que les composants n'y sont pas connectés de la même manière. Le tableau 9.1 ci-dessous montre la comparaison entre les deux types de circuits.

**Tableau 9.1** Les circuits en série et les circuits en parallèle

|   | Circuits en série   | Circuits en parallèle   |
|---|---|---|
| Nombre de trajets pour le passage des électrons       | Un  | Plusieurs   |
| Conséquence du retrait d'une des charges du circuit   | Les électrons ne peuvent plus circuler. (Le circuit est ouvert.)  | Les électrons peuvent continuer à circuler par les autres trajets du circuit. (Le circuit n'est pas ouvert.)  |
| Tension aux bornes                                    | La somme des tensions aux bornes de <i>toutes</i> les charges ou de <i>tous</i> les résistors du circuit est égale à la tension totale fournie par la batterie ou la pile.  | La tension est la même aux bornes des charges placées en parallèle.   |
| Intensité   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'intensité du courant est la même dans tout le circuit.</li> <li>• L'intensité du courant dépend de la résistance totale du circuit.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'intensité qui entre ou qui sort d'un nœud est égale à la somme des intensités dans chacune des branches.</li> <li>• L'intensité dans chacune des branches dépend de la résistance totale de cette branche.</li> </ul>                        |
| Résistance  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La résistance totale du circuit augmente lorsqu'on ajoute des charges ou des résistors en série.</li> <li>• Lorsqu'on augmente la résistance totale, l'intensité totale du courant diminue, car <math>V = RI</math>.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La résistance du circuit diminue lorsqu'on ajoute des charges ou des résistors en parallèle.</li> <li>• Lorsqu'on diminue la résistance totale, l'intensité totale du courant augmente, car <math>V = RI</math>.</li> </ul>                    |
| Connexion de plusieurs piles pour former une batterie | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorsque les piles sont reliées en série, la tension résultante est égale à la somme des tensions de chacune des piles.</li> <li>• La durée de vie maximale de la batterie est inférieure à la durée de vie maximale de chacune des piles.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorsque des piles identiques sont reliées en parallèle, la tension résultante est égale à la tension d'une seule des piles.</li> <li>• La durée de vie de la batterie est égale à la somme de la durée de vie de chacune des piles.</li> </ul> |

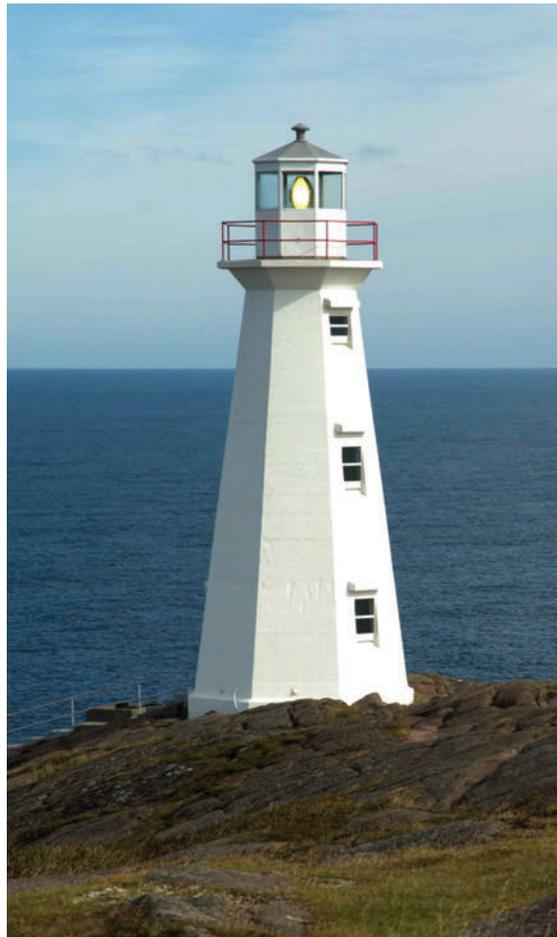
Avant d'opter pour un circuit en parallèle ou en série, il faut pouvoir répondre à certaines questions importantes. Le reste du circuit doit-il continuer de fonctionner lorsque l'un des éléments est en panne? Si l'un des phares de ta voiture s'éteint, tu voudrais certainement que l'autre reste allumé. Par conséquent, tu devras connecter les phares en parallèle. Cependant, cela ne donne rien dans certaines situations, d'avoir des composants connectés en parallèle. Si le lecteur de disque d'un appareil DVD cesse de fonctionner, il n'est pas nécessaire pour le composant vidéo de continuer à fonctionner. Anisi, ces composants peuvent être connectés en série.



**Figure 9.12** Lorsque des piles sont raccordées en série, on fournit une tension plus élevée à l'ampoule. Celle-ci émet alors plus de lumière.

Si tu démontes une lampe de poche, tu remarqueras que les piles sont reliées en série (voir la figure 9.12). En les montant en série, on fournit ainsi une tension plus élevée et par conséquent une intensité de courant supérieure à l'ampoule. Cela permet d'obtenir plus de lumière.

Si les piles étaient reliées en parallèle, la lumière serait plus faible, mais les piles dureraient plus longtemps. Dans certains cas, lorsqu'il est difficile d'accéder au circuit pour remplacer les piles ou faire des réparations, il pourrait être avantageux d'utiliser un circuit en parallèle (voir la figure 9.13).



**Figure 9.13** Les piles raccordées en parallèle ont une durée de vie plus grande. Il n'est donc pas nécessaire de les changer aussi souvent. De plus, le circuit continue de fonctionner même si l'une des piles meurt. Cela est particulièrement utile pour les circuits dans les endroits éloignés.



**Figure 9.14** Les panneaux électriques se trouvent souvent au sous-sol. C'est de là que partent plusieurs circuits en parallèle. Chaque circuit est protégé par son propre disjoncteur.

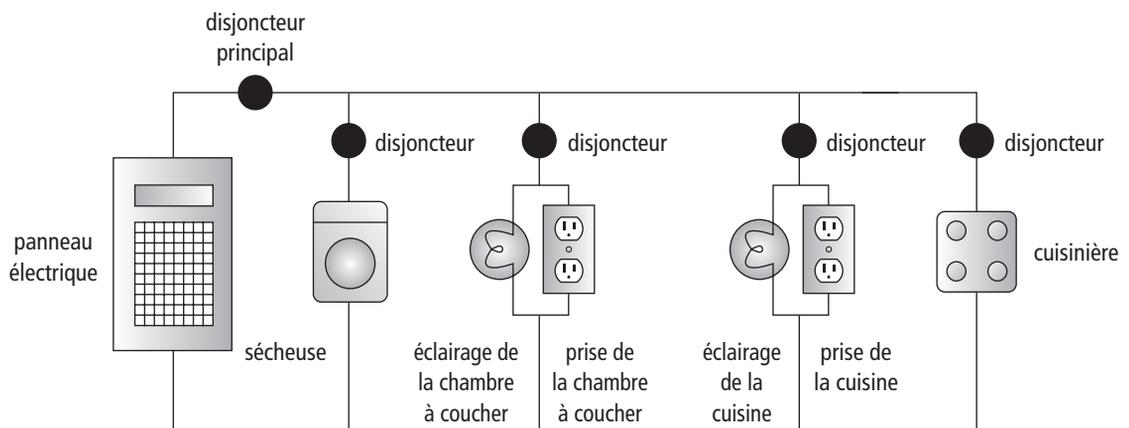
## La protection des circuits domestiques

Dans une maison, on trouve normalement des circuits en série et des circuits en parallèle. Toute l'énergie électrique d'une maison est fournie par une ligne de distribution qui passe par le compteur et le panneau électrique (voir la figure 9.14).

Le compteur est connecté en série avec le **disjoncteur** principal. Le disjoncteur principal est un dispositif de protection qui permet de couper toute l'alimentation électrique de la maison. Si l'intensité du courant dépasse le niveau permis, une bilame située dans le disjoncteur chauffe et se tord, ce qui ouvre le circuit. Cela déclenche en conséquence le disjoncteur. Le passage du courant est interrompu jusqu'à ce que le disjoncteur refroidisse et que tu le réenclenches.

Dans les maisons plus anciennes, on trouve parfois une boîte à fusibles plutôt qu'un panneau électrique avec des disjoncteurs. Un **fusible** contient un conducteur métallique qui fond lorsqu'il est traversé par un courant excessif qui le chauffe. Ceci ouvre le circuit et interrompt le passage du courant jusqu'à ce que le fusible soit remplacé. On utilise rarement les fusibles dans les constructions récentes, mais on les trouve encore dans les cuisinières électriques et les systèmes électriques des automobiles.

Le panneau électrique contient aussi des disjoncteurs ou des fusibles pour chacun des circuits de la maison. Chaque circuit alimente un certain nombre de prises électriques, d'éclairages ou d'appareils qui sont reliés au circuit en parallèle. Lorsque des charges supplémentaires sont ajoutées au circuit, la résistance totale du circuit diminue. Par conséquent, l'intensité augmente dans le circuit. L'augmentation de l'intensité fait s'échauffer les fils. Mais avant que les fils ne deviennent suffisamment chauds pour causer un incendie, le disjoncteur (ou le fusible) de ce circuit coupera le passage du courant dans toutes les charges de ce circuit qui sont en série avec le disjoncteur (ou le fusible). Comme les autres circuits de la maison sont en parallèle, ils continueront de fonctionner (voir la figure 9.15).



**Figure 9.15** Le circuit de la cuisine est branché en parallèle aux autres circuits. Si le disjoncteur de ce circuit se déclenche, tous les autres circuits continueront de fonctionner.

Les disjoncteurs, les prises murales, les éclairages et les interrupteurs dans chaque circuit sont reliés par des câbles composés de trois fils. Deux de ces fils sont recouverts d'une gaine isolante en plastique, habituellement noir pour l'un et blanc pour l'autre. Le fil de mise à la terre peut être un fil de cuivre à nu ou recouvert d'une gaine isolante verte. Le fil de mise à la terre, comme tu l'as vu au chapitre 7, fournit un chemin à tout surplus de courant qui s'échapperait par des composants métalliques du circuit électrique. La figure 9.16 montre les trois fils arrivant à une prise murale.



**Figure 9.16** Les électrons sont « relâchés » dans un appareil électrique ou électronique en passant par les deux ouvertures de la prise. L'ouverture ronde dans la prise est reliée à une borne de mise à la terre à partir d'un fil de cuivre.

Si tu utilises une tondeuse électrique et qu'un fil sous tension à l'intérieur du moteur touche à une partie métallique de la tondeuse, tu pourrais recevoir un choc électrique dangereux. La borne ronde sur la fiche électrique de la tondeuse est une **borne de mise à la terre**. Elle relie le châssis en métal de la tondeuse à la terre avec une résistance quasi nulle. Le courant excédentaire sera ainsi acheminé directement vers la terre au lieu de passer par ton corps.

### Vérifie ta lecture

1. Nomme trois différences entre les circuits en parallèle et les circuits en série.
2. Décris les avantages et les inconvénients à relier des piles en série ou en parallèle.
3. Décris une application où l'on utilise des piles reliées en série. Explique pourquoi.
4. Décris une application où l'on utilise des piles reliées en parallèle. Explique pourquoi.
5. Explique la fonction d'un disjoncteur et celle d'un fusible. Quelle est la différence entre les deux ?
6. Qu'est-ce qu'une borne de mise à la terre ? Comment ce dispositif permet-il d'assurer une protection contre les chocs électriques ?

Au cours de cette activité, tu construiras un circuit en série. Avec des voltmètres et des ampèremètres, tu mesureras et analyseras la tension et l'intensité du courant dans ce circuit. Selon toi, quelle est la relation entre l'intensité du courant et la tension dans un circuit en série? Comment l'intensité du courant et la tension varient-elles quand tu ajoutes des piles en série?

## Consigne de sécurité



- Si des fils deviennent chauds, débranche immédiatement le circuit.

## Matériel

- 2 piles de 1,5 V
- 2 ampoules de lampe de poche différentes, une de 2 V et une de 2,5 V
- 2 ampèremètres
- un voltmètre
- un interrupteur
- des fils de connexion

## Ce que tu dois faire

1. Pour les parties 1 et 2, reproduis deux fois le tableau ci-dessous dans ton cahier. Donne aux tableaux les titres appropriés.

| Intensité (mA)  | Tension (V) |
|-----------------|-------------|
| Ampèremètre 1 = | Ampoule 1 = |
| Ampèremètre 2 = | Ampoule 2 = |
|                 | Pile =      |

### Partie 1

2. Construis le circuit illustré dans le schéma ci-contre en utilisant une pile de 1,5 V comme source d'alimentation.
3. Ferme l'interrupteur et mesure l'intensité du courant avec chaque ampèremètre. Note ces mesures dans le tableau.
4. Utilise le voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de chacune des ampoules et de la pile. Note ces mesures dans le tableau.

### Omnitruc

Consulte l'Omnitruc 7 pour apprendre comment utiliser les ampèremètres et les voltmètres.

### Partie 2

5. Ajoute une autre pile de 1,5 V au circuit en reliant les deux piles en série. La borne positive de l'une doit être reliée à la borne négative de l'autre.
6. Reprends les étapes 3 et 4.
7. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

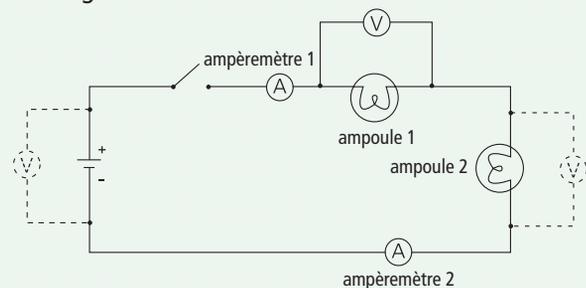
### Qu'as-tu découvert?

#### Partie 1

1. Compare les intensités du courant mesurées avec les ampèremètres 1 et 2.
2. Compare les tensions mesurées aux bornes des deux ampoules.
3. Additionne les tensions aux bornes des deux ampoules. Compare cette somme à la tension aux bornes de la pile.
4. Quelle est la relation entre le nombre d'ampoules dans un circuit en série et l'intensité du courant? Comment pourrais-tu vérifier cette hypothèse?

#### Partie 2

5. Compare les intensités du courant et les tensions mesurées à la partie 1 avec celles mesurées à la partie 2.
6. Quelle est la relation entre l'intensité du courant et la tension dans un circuit en série?
7. En utilisant la relation entre la tension et le courant dans un circuit en série, explique pourquoi la connexion des piles en série peut présenter un avantage.



Pour la partie 1, utilise une pile de 1,5 V. Pour la partie 2, utilise deux piles de 1,5 V en les reliant du positif au négatif.

Au cours de cette activité, tu construiras un circuit en parallèle. À l'aide de voltmètres et d'ampèremètres, tu mesureras et analyseras la tension et l'intensité du courant dans ce circuit. Quelle est la relation entre l'intensité du courant et la tension dans les différentes parties d'un circuit en parallèle ? Comment l'intensité du courant et la tension varient-elles quand tu ajoutes des piles en parallèle ?

### Consigne de sécurité



- Si des fils deviennent chauds, débranche immédiatement le circuit.

### Matériel

- 2 piles de 1,5 V
- 3 ampoules de lampe de poche de 1,5 V
- 3 ampèremètres
- un voltmètre
- un interrupteur
- des fils de connexion

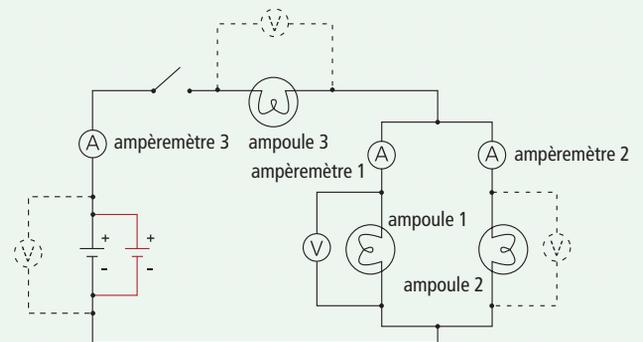
### Ce que tu dois faire

1. Pour les parties 1 et 2, reproduis deux fois le tableau ci-dessous dans ton cahier. Donne aux tableaux les titres appropriés.

| Intensité (mA)  | Tension (V) |
|-----------------|-------------|
| Ampèremètre 1 = | Ampoule 1 = |
| Ampèremètre 2 = | Ampoule 2 = |
| Ampèremètre 3 = | Ampoule 3 = |
|                 | Pile =      |

#### Partie 1

2. Construis le circuit illustré dans le schéma ci-contre en utilisant une pile de 1,5 V comme source d'alimentation.
3. Ferme l'interrupteur et mesure l'intensité avec chaque ampèremètre. Note ces mesures dans le tableau.
4. Utilise le voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de chacune des ampoules et de la pile. Note ces quatre mesures dans le tableau.



À la partie 1, utilise une pile de 1,5 V. À la partie 2, utilise deux piles de 1,5 V reliées en parallèle, tel que montré en rouge.

#### Partie 2

5. Ajoute une autre pile de 1,5 V au circuit en parallèle avec la première pile, tel qu'indiqué en rouge dans le schéma ci-dessous.
6. Reprends les étapes 3 et 4.
7. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

### Qu'as-tu découvert ?

#### Partie 1

1. Compare les tensions mesurées aux bornes des trois ampoules.
2. Compare les intensités du courant traversant les ampoules et mesurées avec les ampèremètres 1, 2 et 3.
3. Additionne les intensités mesurées avec les ampèremètres 1 et 2. Compare cette somme à l'intensité libérée par la pile et traversant l'ampoule 3 (ampèremètre 3).
4. Quelle est la relation entre le nombre d'ampoules dans un circuit en parallèle et l'intensité du courant ? Comment pourrais-tu vérifier cette hypothèse ?
5. Quelle est la relation entre le courant et la tension dans les différentes parties d'un circuit en parallèle ?

#### Partie 2

6. Compare les intensités du courant et les tensions mesurées à la partie 1 avec celles mesurées à la partie 2.
7. a) Décris les conséquences sur la tension et l'intensité du montage d'une seconde pile en parallèle.  
b) À partir de ces observations, pourquoi est-ce utile de relier des piles en parallèle ?

# Les résistors en série et en parallèle

## Vérifie tes compétences

- Observer
- Mesurer
- Expliquer les systèmes
- Évaluer l'information

## Consignes de sécurité



- Si l'un des éléments du circuit devient chaud, ouvre immédiatement l'interrupteur.
- Si tu utilises une alimentation électrique plutôt que des piles, assure-toi de l'éteindre pendant que tu montes le circuit.

## Matériel

- une pile ou une alimentation électrique de 6,0 V
- 3 résistors de résistances différentes (100  $\Omega$  - 500  $\Omega$ )
- un ampèremètre
- un voltmètre
- un interrupteur
- des fils de connexion

### Omnitruc

Consulte l'Omnitruc 7 pour apprendre comment utiliser les ampèremètres et les voltmètres.

Les résistances s'opposent au passage des électrons et transforment l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie. En connectant des résistors selon différentes configurations, il est possible de contrôler l'intensité du courant et la tension dans un circuit.

Au cours de cette expérience, tu monteras des circuits en série et en parallèle qui contiennent des résistors. Tu mesureras aussi l'intensité du courant et la tension et tu utiliseras la loi d'Ohm pour calculer les résistances.

## Question

Comment la résistance totale du circuit varie-t-elle selon que les résistors sont montés en série ou en parallèle ?

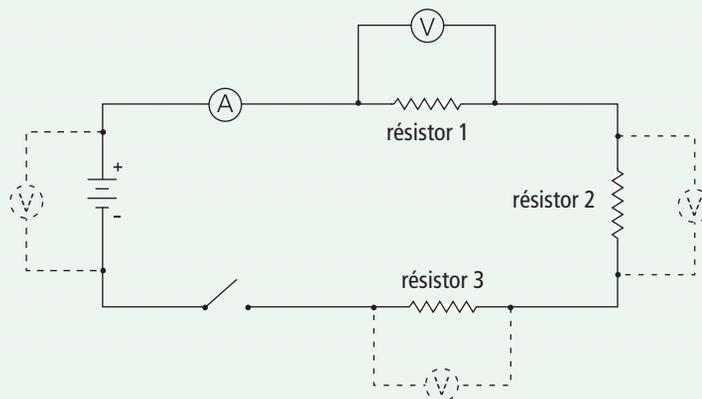
## Marche à suivre

### Partie 1 Les résistors en série

1. Recopie le tableau ci-dessous dans ton cahier. Donne un titre à ton tableau.

| Résistance ( $\Omega$ ) | Tension (V)                         | Courant (A)                                 |
|-------------------------|-------------------------------------|---|
| Résistor 1 =            | Tension aux bornes du résistor 1 =  | Intensité totale produite par la batterie = |
| Résistor 2 =            | Tension aux bornes du résistor 2 =  |   |
| Résistor 3 =            | Tension aux bornes du résistor 3 =  |   |
|                         | Tension aux bornes de la batterie = |   |

2. En te basant sur le code des couleurs des résistors, détermine la résistance de chaque résistor. Note ces données dans le tableau.
3. Monte le circuit selon le schéma ci-dessous.



4. Ferme l'interrupteur et mesure l'intensité avec l'ampèremètre. Note l'intensité mesurée dans ton tableau. Si l'ampèremètre donne une mesure en milliampères (mA), convertis cette valeur en ampères (A).

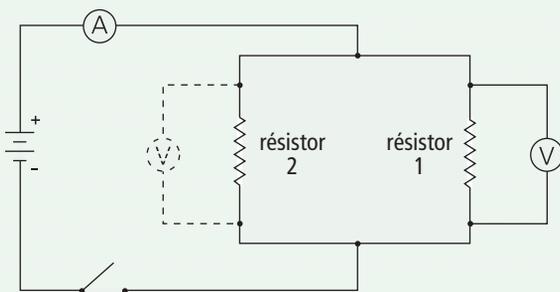
5. Mesure la tension aux bornes du résistor 1. Note la mesure dans le tableau.
6. Déplace le voltmètre et mesure la tension aux bornes des autres résistors et de la pile. Note chaque mesure dans le tableau.
7. Ouvre l'interrupteur et démonte ton circuit.

**Partie 2 Les résistors en parallèle**

8. Recopie le tableau ci-dessous dans ton cahier. Donne un titre à ton tableau.

| Résistance ( $\Omega$ ) | Tension (V)                 | Intensité (A)                               |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| Résistor 1 =            | Aux bornes du résistor 1 =  | Intensité totale produite par la batterie = |
| Résistor 2 =            | Aux bornes du résistor 2 =  |   |
|                         | Aux bornes de la batterie = |   |

9. En te basant sur le code des couleurs des résistors, détermine la résistance de deux des trois résistors. Note ces données dans le tableau.
10. Monte le circuit selon le schéma ci-dessous.



11. Ferme l'interrupteur et mesure l'intensité du courant avec l'ampèremètre. Note l'intensité mesurée dans ton tableau.
12. Mesure la tension aux bornes du résistor 1. Note la mesure dans le tableau.
13. Déplace le voltmètre et mesure la tension aux bornes du résistor 2 et aux bornes de la pile. Note chaque mesure dans le tableau.

14. Après avoir pris toutes tes mesures, ouvre l'interrupteur et démonte ton circuit.
15. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

**Analyse**

**Partie 1**

1. Utilise la loi d'Ohm ( $R = \frac{V}{I}$ ) pour calculer la résistance totale du circuit en série. (Utilise la tension aux bornes de la pile et l'intensité sortant de la pile.)
2. Compare la résistance totale obtenue à la question 1 aux résistances des résistors utilisés dans le circuit. La valeur de la résistance totale est-elle supérieure ou inférieure à chacune de ces résistances ?
3. Compare les tensions aux bornes de chaque résistor. La tension est-elle la même aux bornes des trois résistors ?
4. Additionne les tensions aux bornes des trois résistors. Compare ce total obtenu pour les trois résistors avec la tension aux bornes de la pile.

**Partie 2**

5. Utilise la loi d'Ohm pour calculer la résistance totale du circuit en parallèle. (Utilise la tension aux bornes de la pile et l'intensité sortant de la pile.)
6. Compare la résistance totale obtenue à la question 5 avec les résistances des résistors utilisés dans le circuit. La valeur de la résistance totale est-elle supérieure ou inférieure à chacune de ces résistances ?
7. Compare les tensions aux bornes de chaque résistor. La tension est-elle la même aux bornes des deux résistors ?

**Conclusion et mise en pratique**

1. Rédige un court paragraphe pour décrire les relations entre les valeurs suivantes dans un circuit en série : résistance totale, résistance de chaque résistor, tension aux bornes de la pile, tension aux bornes de chaque résistor.
2. Rédige un court paragraphe pour décrire les relations entre les valeurs suivantes dans un circuit en parallèle : résistance totale, résistance de chaque résistor, tension aux bornes de la pile, tension aux bornes de chaque résistor.

## La blatte robotique

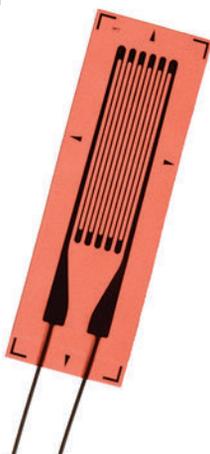
Les ingénieurs s'intéressent à l'une des espèces les plus prospères de la nature afin de s'en inspirer pour concevoir des robots plus performants. S'agit-il de l'espèce humaine ? Non, il s'agit plutôt des blattes.



On a conçu les premiers robots avec des caractéristiques humaines, par exemple avec deux jambes. Ces robots étaient lents et ne pouvaient se déplacer que sur des surfaces lisses. On sait maintenant que les arthropodes (insectes, araignées et crustacés) disposent d'une force, d'un équilibre, d'une agilité et d'une vitesse qui sont, pour leur taille, supérieurs à ceux des êtres humains. Évidemment, concevoir un robot à six pattes et coordonner le mouvement de chacune est un grand défi. La solution ? Intégrer un extensomètre. Il s'agit d'une pièce qui mesure la pression et le mouvement de chacune des pattes.

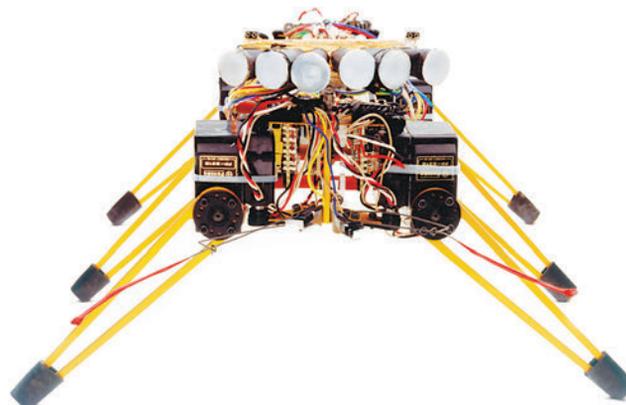
L'extensomètre sert à mesurer la déformation d'un objet. Inventé en 1938, l'extensomètre le plus courant est composé d'une mince feuille métallique. En déformant ou en pliant cette feuille métallique, on modifie sa résistance. Cette variation de la résistance permet de mesurer la pression ou le mouvement.

Le pèse-personne électronique est l'une des applications les plus connues de l'extensomètre. L'extensomètre est déformé quand tu montes sur le pèse-personne. La variation de la résistance induite par cette déformation est alors utilisée pour calculer électroniquement ta masse.



L'idée de placer des extensomètres électroniques sur un robot vient de l'observation des insectes. Les insectes possèdent des extensomètres biologiques intégrés à leur squelette externe. Ces organes de détection, situés près des articulations et des extrémités des pattes, sont très sensibles au mouvement. Les extensomètres naturels des insectes contrôlent leur déplacement.

La nouvelle génération de robots à six pattes est rapide et mobile. Ces robots peuvent parcourir une distance de cinq fois la longueur de ton corps en une seconde. Ils peuvent poursuivre leur déplacement même lorsque de petits obstacles sont placés sur leur chemin. Des robots dotés d'un tel équilibre et se déplaçant aussi vite seront très utiles pour explorer des zones dangereuses, comme des sites de déchets toxiques ou des volcans actifs. Ils pourront aussi se déplacer sur des terrains accidentés, comme ceux sur Mars ou sur la Lune.



### Questions

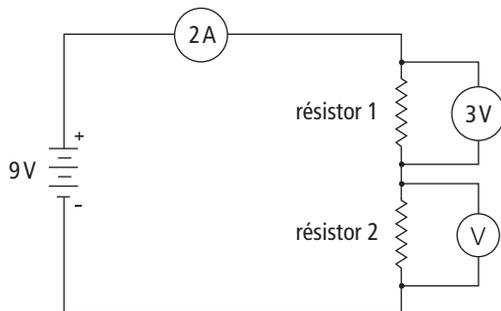
1. Dresse une liste des avantages et des inconvénients d'un robot à six pattes par rapport à un robot à deux jambes.
2. a) Quelle propriété électrique est modifiée par la déformation d'un extensomètre ?  
b) Quel serait l'effet produit sur un circuit électrique ?
3. Les ingénieurs ont observé les insectes pour concevoir de meilleurs robots. Donne un autre exemple de technologie mise au point grâce à l'étude de la nature ?

## Des concepts à retenir

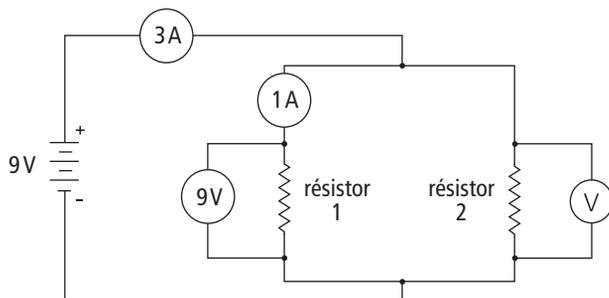
1. Quelles sont les différences entre un circuit en parallèle et un circuit en série ?
2. Dans un circuit en série, quelle est la relation entre la tension fournie par la pile et les tensions aux bornes de chacune des charges ?
3. Deux résistors sont connectés en parallèle à une pile dans un circuit. Quelle sera la tension aux bornes de ces deux résistors ?
4. L'intensité du courant dans une des branches d'un circuit en parallèle est-elle supérieure, égale ou inférieure à l'intensité totale du courant entrant au nœud du circuit ?
5. Comment un disjoncteur protège-t-il contre les chocs électriques ?
6. Qu'est-ce qu'une borne de mise à la terre ? Comment fonctionne-t-elle ?

## Des concepts clés à comprendre

7. Dans le circuit suivant, trouve :
  - a) l'intensité du courant dans le résistor 2 ;
  - b) la tension aux bornes du résistor 2.



8. Dans le circuit suivant, trouve :
  - a) l'intensité du courant dans le résistor 2 ;
  - b) la tension aux bornes du résistor 2.



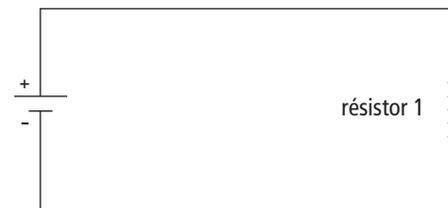
9. Observe le circuit suivant :



On ajoute maintenant un deuxième résistor en série au résistor 1.

- a) Trace le nouveau schéma.
- b) Compare le nouveau circuit avec le circuit original et décris les changements de :
  - I) la résistance totale ;
  - II) l'intensité totale du courant provenant de la pile ;
  - III) la tension aux bornes du résistor 1.

10. Observe le circuit suivant :



On ajoute maintenant un deuxième résistor en parallèle au résistor 1.

- a) Trace le nouveau schéma.
- b) Compare le nouveau circuit avec le circuit original et décris les changements de :
  - I) la résistance totale ;
  - II) l'intensité totale du courant provenant de la pile ;
  - III) la tension aux bornes du résistor 1.

## Pause réflexion

Les ampoules de ton école sont-elles connectées en série ou en parallèle ? Explique ta réponse en t'appuyant sur ce que tu as appris au sujet des circuits en série et des circuits en parallèle.

## 9.2 La puissance de l'électricité

### Notions scientifiques de la section

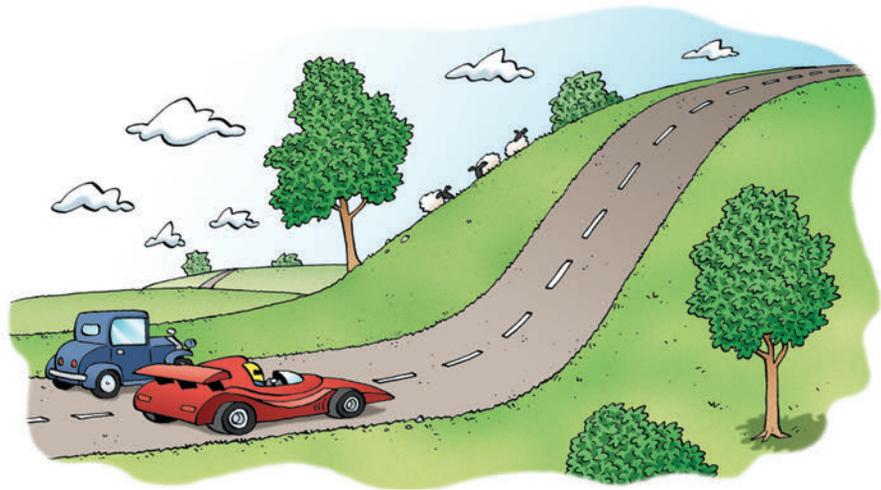
- La puissance électrique est l'énergie potentielle électrique transformée par unité de temps.
- L'unité de puissance, le watt (W), correspond à une énergie de un joule (J) par seconde.
- On obtient la puissance électrique en multipliant la tension par l'intensité ( $P = VI$ ).
- La quantité d'énergie électrique utilisée par un appareil est égale à sa puissance multipliée par le temps pendant lequel cet appareil fonctionne ( $E = Pt$ ).
- Le joule est une très petite quantité d'énergie électrique.
- On utilise aussi le kilowattheure (kWh) pour les appareils consommant beaucoup d'énergie.

### Mots clés

énergie électrique  
joule  
kilowattheure  
puissance  
puissance électrique  
puissance nominale  
watt

Imagine deux voitures au bas d'une pente plutôt escarpée sur une piste de course (voir la figure 9.17). L'un des véhicules est une voiture de course en parfait état, tandis que l'autre est plutôt en mauvais état. Les deux voitures ont la même masse. Une fois en haut de la côte, toutes deux auront accumulé la même énergie potentielle, car elles sont à la même altitude. Ce jour-là, les conducteurs font la course jusqu'au sommet de la colline. Comme tu peux l'imaginer, la voiture de course arrive avant l'autre. Qu'est-ce qui permet à la voiture de course de parvenir plus rapidement en haut de colline sachant que toutes deux, étant à la même altitude, auront accumulé la même énergie potentielle ?

**Figure 9.17** Les deux voitures utilisent la même quantité d'énergie pour atteindre le sommet de la colline.



### Le savais-tu ?

L'énergie électrique utilisée par ton séchoir à cheveux correspond à l'énergie nécessaire pour soulever quelqu'un à une hauteur de 1,5 km.

Dans cette section, tu étudieras une forme d'énergie, l'**énergie électrique**. Tu étudieras aussi la vitesse à laquelle cette énergie est transformée. Dans un circuit électrique, les piles fournissent de l'énergie potentielle électrique aux électrons. Elles les « relâchent » vers le sommet. Une fois « au sommet », cette énergie électrique est transformée en d'autres formes d'énergie par les charges (des résistors ou des ampoules, par exemple) qui se trouvent dans le circuit. Une charge qui transforme l'énergie rapidement est comme la voiture de course dans notre exemple.

Expérience réalisée par les enseignants

Au cours de cette activité, tu devras comparer la vitesse de transformation de l'énergie par trois résistors différents.

### Consignes de sécurité



- Ne touche pas aux résistors lorsqu'ils sont traversés par le courant ou peu de temps après. Ils peuvent être assez chauds pour te brûler.
- N'utilise pas les alimentations électriques pour générer des tensions supérieures à 6 V.
- Attache avec précaution les résistors à la base du thermomètre.

### Matériel

- 3 alimentations électriques
- 3 résistors de résistances différentes (50 Ω - 100 Ω)
- 3 thermomètres
- du ruban adhésif transparent
- un chronomètre
- des fils de connexion

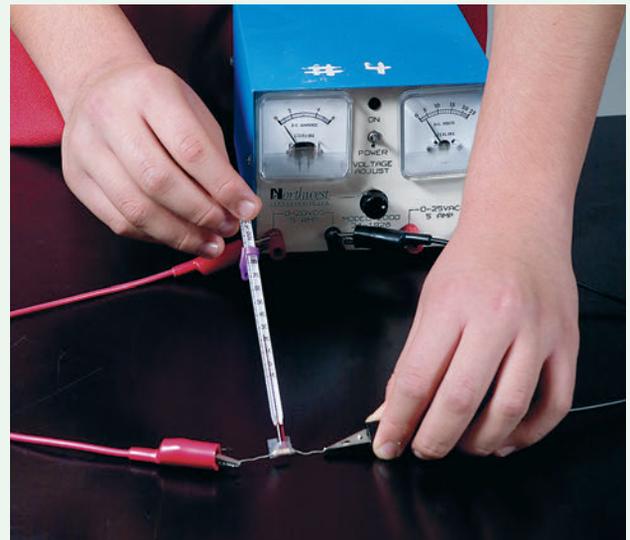
### Ce que tu dois faire

1. Selon toi, quelle est la relation entre la résistance et la quantité de chaleur produite dans un résistor ? Note ton hypothèse dans ton cahier.
2. Recopie le tableau suivant dans ton cahier. Donne un titre à ton tableau.

|   | Résistor 1<br>_____ Ω | Résistor 2<br>_____ Ω | Résistor 3<br>_____ Ω |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Température initiale du thermomètre (°C)                                  |                       |                       |                       |
| Durée nécessaire pour augmenter de 5 °C la température du thermomètre (s) |                       |                       |                       |

3. À l'aide d'un code de couleurs, détermine la résistance de chaque résistor utilisé. Note ces valeurs dans ton tableau.

4. Attache chaque résistor à la base d'un thermomètre avec du ruban adhésif. Comme sur la photo, attache un seul résistor à chaque thermomètre.
5. Lis et note la température indiquée par chaque thermomètre.
6. Branche chaque résistor à son alimentation électrique avec des fils de connexion.
7. Règle les alimentations sur 6 V et démarre le chronomètre.
8. Note le temps nécessaire pour augmenter la température de chacun des thermomètres de 5 °C.
9. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.



### Qu'as-tu découvert ?

1. Quelle est la forme d'énergie produite par les résistors ?
2. Compare les résistances des résistors avec leurs vitesses de transformation de l'énergie électrique fournie par l'alimentation.
3. Quel résistor était parcouru par l'intensité de courant la plus élevée ? Explique ta réponse.
4. À partir de tes observations, explique la relation entre l'intensité du courant et le taux de transformation de l'énergie par le résistor.

## Le savais-tu?

Une ampoule fluorescente compacte coûte plus cher qu'une ampoule à incandescence. Toutefois elle consomme 75 % moins d'énergie électrique et dure plus longtemps. Une seule ampoule fluorescente compacte te permet de faire des économies d'électricité égales à plusieurs fois son prix.



Une ampoule fluorescente compacte de 13 W produit autant de lumière qu'une ampoule à incandescence de 60 W (illustrée à la figure 9.19).

## Une question de temps et d'énergie

Il est évident qu'une voiture de course peut arriver plus rapidement au sommet d'une colline qu'une vieille automobile (voir la figure 9.18). En effet, la voiture de course dispose de plus de puissance. La **puissance** se définit comme la vitesse d'utilisation de l'énergie. La puissance est ainsi la vitesse à laquelle un travail est effectué ou à laquelle l'énergie est transformée. L'unité de mesure de l'énergie est le **joule (J)**, en hommage au scientifique britannique James Prescott Joule (1818-1889). Une énergie de un joule (J) transformée en une seconde (s) correspond à une puissance de un **watt (W)**, nommé ainsi en hommage à James Watt (1736-1819), inventeur écossais.

Arrivés au sommet de la colline, les deux véhicules ont acquis la même quantité d'énergie potentielle, car ils ont la même masse et ils ont monté la même côte. Cependant, la voiture de course est plus puissante parce qu'elle peut transformer plus rapidement son énergie.



**Figure 9.18** La vitesse de transformation de l'énergie est plus élevée pour la voiture de course que pour la vieille automobile.

La **puissance électrique** est la vitesse d'utilisation de l'énergie électrique. Dans un circuit, une charge transforme l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie. La quantité d'énergie électrique normalement utilisée ou transformée par une charge en une seconde est la puissance nominale de cette charge. Par exemple, une ampoule de 60 W utilise chaque seconde 60 J d'énergie électrique pour produire 60 J de chaleur et de lumière (voir la figure 9.19).



**Figure 9.19** Une ampoule de 60 W convertit chaque seconde 60 J d'énergie électrique en 60 J de chaleur et de lumière.

## La consommation d'énergie

Au lieu de l'énergie et du temps, on utilise fréquemment la tension et l'intensité du courant dans la relation entre la puissance électrique et l'énergie consommée. La consommation d'énergie électrique dépend de la tension, de l'intensité et du temps. L'énergie consommée augmente avec la tension, l'intensité du courant et la durée d'utilisation de l'appareil. Les piles et les circuits domestiques fournissent une tension constante, mais chaque appareil électrique a besoin pour fonctionner d'une intensité précise. Cette intensité du courant est normalement indiquée sur l'appareil (voir la figure 9.20).



**Figure 9.20** Ce lecteur DVD portable a un adaptateur qui peut être branché dans une prise murale. Il peut aussi fonctionner avec des batteries. Cet adaptateur alimente le lecteur avec une tension de 9,5 V et un courant de 2 A.

Il est très utile de savoir calculer la consommation d'énergie, surtout si tu entreprends un long voyage avec une réserve limitée de piles. Si ton lecteur DVD utilise 2,2 A et que ton lecteur MP3 ne requiert que 1,1 A pour la même tension, tu pourras utiliser ton lecteur MP3 deux fois plus longtemps avec le même nombre de piles.

## La puissance nominale

Tu as sûrement remarqué que de nombreux appareils électriques indiquent leur puissance nominale (voir la figure 9.21). La **puissance nominale** est une mesure de l'énergie consommée par seconde par un appareil électrique. Rappelle-toi que la puissance est définie comme la vitesse d'utilisation de l'énergie. Autrement dit, une puissance de 1 W correspond au transfert de 1 J par seconde. Un séchoir à cheveux de 1 500 W utilise 1 500 J d'énergie électrique par seconde.



**Suggestion d'activité**  
Réalise une expérience 9-2C, à la page 311.

**Figure 9.21** La puissance nominale est indiquée sur les ampoules électriques, les séchoirs à cheveux et les appareils électroménagers.

## Le savais-tu ?

Le Complexe de production de Bay d'Espoir constitue le plus grand complexe hydroélectrique sur l'île de Terre-Neuve.

La production moyenne est de 2 657 GWh par année.

## Le calcul de la consommation d'énergie

Si tu connais la puissance nominale d'un appareil et sa durée d'utilisation, tu peux calculer sa consommation d'énergie. La puissance ( $P$ ) correspond à l'énergie convertie ( $E$ ) par intervalle de temps ( $t$ ). Par conséquent,

$$P = \frac{E}{t}$$

Puisque  $P = \frac{E}{t}$ , il faut, pour connaître la valeur de  $E$  (énergie), multiplier les deux côtés de cette équation par  $t$ .

$Pt = \frac{E}{\cancel{t}}$ : dans cette équation, on peut alors supprimer le  $t$  de la fraction.

Par conséquent, l'énergie électrique consommée peut être calculée de la façon suivante:

$$E = Pt, \text{ où l'énergie (J) = puissance (W) } \times \text{ temps (s)}$$

Voici un exemple qui t'aidera à comprendre comment utiliser cette équation pour calculer la consommation d'énergie.

### Lis la question suivante :

Quelle quantité d'énergie un séchoir à cheveux de 1 200 W consomme-t-il durant 5 minutes ?

### Utilise la formule :

Avant de commencer, il faut convertir le temps en secondes :

$$5 \text{ min} = 5 \times 60 \text{ s} = 300 \text{ s.}$$

$$\begin{aligned} E &= Pt \\ &= (1\,200 \text{ W})(300 \text{ s}) \\ &= 360\,000 \text{ Ws} \\ &= 3,6 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

### Donne ta réponse :

Un séchoir à cheveux de 1 200 W consomme une énergie électrique de  $3,6 \times 10^5 \text{ J}$  s'il est utilisé pendant 5 minutes.

#### Omnitruc

Consulte l'Omnitruc 9 pour te renseigner sur les unités de mesure et sur la notation scientifique, comme  $3,6 \times 10^5$ .

#### Réponses

1.  $9,0 \times 10^4 \text{ J}$
2.  $2,9 \times 10^5 \text{ J}$
3.  $1,4 \times 10^6 \text{ J}$

### Exercices pratiques

Résous les problèmes ci-dessous. Écris toutes les étapes des solutions.

1. Quelle est l'énergie électrique consommée par une ampoule de 60 W si elle est allumée pendant 25 min ?
2. Une bouilloire de 1 600 W est en marche pendant 3 min. Quelle est l'énergie électrique consommée pendant cette période ?
3. Quelle énergie électrique une ampoule de 100 W consomme-t-elle si elle reste allumée pendant 4 heures ?

## Une plus grande unité de mesure de l'énergie

Dans l'exemple de la page précédente, tu as vu qu'un séchoir à cheveux utilisé pendant 5 minutes consomme 360 000 J. Peux-tu imaginer combien de joules sont consommés par tous les appareils électriques d'une maison? Le joule représente une très petite quantité d'énergie électrique.

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ watt} \times 1 \text{ seconde}$$

Il existe aussi une unité de mesure plus grande pour mesurer l'énergie électrique. La puissance est mesurée en kilowatts (kW), et le temps est mesuré en heures (h). Il y a donc 1 000 W dans 1 kW et 3 600 s dans 1 h. Des **kilowattheures** (kWh) correspondent au produit de la puissance en kilowatts par le temps en heures.

$$1 \text{ kilowattheure} = 1 \text{ kilowatt} \times 1 \text{ heure}$$

ou

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$$

Les étiquettes sur les appareils électroménagers indiquent ainsi leur consommation d'énergie en kilowattheures plutôt qu'en joules.

## La facture d'électricité

Le fournisseur d'électricité mesure la quantité d'énergie électrique consommée par ses clients. Il y a sûrement chez toi un compteur semblable à celui de la figure 9.22. Un tel compteur enregistre la consommation d'énergie dans ta maison. Chaque fois qu'une charge est mise sous tension, par exemple en allumant une lampe, le courant passe par le compteur et fait tourner les aiguilles. Une ou un employé vient régulièrement lire ce compteur pour déterminer l'énergie consommée depuis la dernière lecture. Lorsque tu reçois ta facture d'électricité, tu dois payer chaque kilowattheure utilisé.

Par exemple, une famille a consommé 1 500 kWh d'électricité pendant un mois. Si le fournisseur demande 0,10 \$ pour chaque kWh, à combien s'élèvera la facture d'électricité de cette famille pour ce mois?

$$\text{Coût de l'énergie consommée} = \frac{0,10 \$}{1 \text{ kWh}} \times 1 500 \text{ kWh} = 150,00 \$$$

Cette famille devra payer 150,00 \$ à son fournisseur d'électricité pour l'énergie consommée durant ce mois.

## Le savais-tu?

On exporte plus de 75 % de l'énergie électrique produite à Terre-Neuve-et-Labrador.



Figure 9.22 Le compteur d'électricité qui se trouve chez toi ressemble peut-être à celui-ci. Le disque placé au centre du compteur tourne et indique la vitesse de consommation de l'énergie dans ta maison.



**Lien Internet**

Pour en savoir plus sur les compteurs d'électricité, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

Au cours de cette activité, tu utiliseras la puissance nominale et le temps pour calculer la consommation d'énergie et le coût d'utilisation de plusieurs appareils électriques.

### Ce que tu dois faire

1. Recopie le tableau ci-dessous dans ton cahier. Donne un titre à ton tableau.

| Appareil                      | Puissance (W) | Durée d'utilisation quotidienne (h) | Énergie (kWh) | Coût (en cents) | Coût (en dollars) |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Téléviseur                    | 200           | 2,0                                 |               |                 |                   |
| Chaîne stéréo                 | 80            | 1,5                                 |               |                 |                   |
| Cuisinière électrique         | 12 000        | 2,0                                 |               |                 |                   |
| Four à micro-ondes            | 1 400         | 0,5                                 |               |                 |                   |
| Lampe de la chambre à coucher | 100           | 4,0                                 |               |                 |                   |

2. Calcule l'énergie consommée, en kilowattheures, par chaque appareil. Assure-toi de convertir les watts en kilowatts.
3. Utilise un tarif de 9,6 cents le kilowattheure pour calculer le coût quotidien d'utilisation de chaque appareil.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Quel appareil consomme le plus d'énergie dans une journée ?
2. Pense à tous les appareils électriques chez toi. Nomme ceux qui, selon toi, consomment le plus d'énergie.

## Approfondissement

L'énergie électrique doit être transportée sur de grandes distances par les lignes électriques. Le fournisseur transporte cette énergie à des tensions très élevées. Pour en apprendre plus sur les risques et les avantages des lignes à haute tension pour le transport de l'électricité, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **lignes à haute tension, avantages et risques.**

## Les surtensions

Les surtensions sont de brèves hausses de tension pouvant atteindre des dizaines de milliers de volts. Elles surviennent parfois dans le câblage des maisons, les lignes téléphoniques et les câbles coaxiaux. Elles peuvent être causées par la foudre, la mise en marche ou l'arrêt de gros appareils ou la transmission de grandes quantités d'énergie. Le parasurtenseur ou protecteur de surtensions absorbe une partie de ces tensions et envoie le reste vers la terre (voir la figure 9.23).



Figure 9.23 Un parasurtenseur

## Vérifie ta lecture

1. Définis la puissance.
2. Décris la relation entre la puissance ( $P$ ), la tension ( $V$ ) et l'intensité ( $I$ ).
3. Que signifie une puissance nominale de 40 W en termes d'énergie et de temps ?
4. Quelle équation décrit la relation entre l'énergie consommée ( $E$ ), la puissance ( $P$ ) et le temps ( $t$ ) ?
5. Quelle unité utilise-t-on pour exprimer les grandes quantités d'énergie ?

### Vérifie tes compétences

- Prédire
- Mesurer
- Contrôler des variables
- Évaluer l'information

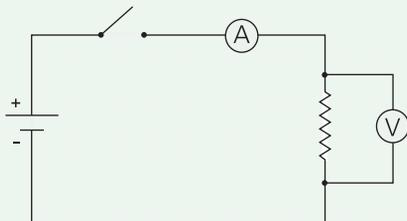
### Consigne de sécurité



- Si les résistors ou les fils deviennent chauds, ouvre immédiatement l'interrupteur.

### Matériel

- 3 résistors de résistances différentes (100 Ω - 1000 Ω)
- une pile de 1,5 V
- un ampèremètre
- un voltmètre
- un interrupteur
- des fils de connexion



### Omnitruc

Consulte l'Omnitruc 7 pour apprendre comment utiliser les ampèremètres et les voltmètres.

Les ampoules électriques sont des résistors qui transforment l'énergie électrique en chaleur et en lumière. Une ampoule de 60 W et une de 100 W ont des résistances différentes. Au cours de cette expérience, tu devras mesurer la tension et l'intensité du courant dans un circuit pour calculer la puissance consommée par différents résistors.

### Question

Quelle est la relation entre la résistance, l'intensité du courant et la puissance ?

### Marche à suivre

#### Partie 1 La mesure de la tension et de l'intensité du courant

1. Recopie le tableau suivant dans ton cahier. Donne un titre à ton tableau.

| Résistance (Ω) | Tension (V) | Intensité (A) | Puissance (W) |
|----------------|-------------|---------------|---------------|
| 1              |             |               |               |
| 2              |             |               |               |
| 3              |             |               |               |

2. À partir du code de couleurs, détermine la résistance de chaque résistor. Note ces valeurs dans ton tableau.
3. Utilise l'un des résistors et monte le circuit selon le schéma à gauche.
4. Ferme l'interrupteur et mesure l'intensité du courant et la tension aux bornes du premier résistor. Note ces mesures dans le tableau. Si l'ampèremètre donne des mesures en milliampères, convertis l'intensité du courant en ampères.
5. Ouvre l'interrupteur et remplace le résistor 1 par le résistor 2. Reprends l'étape 4.
6. Ouvre l'interrupteur et remplace le résistor 2 par le résistor 3. Reprends l'étape 4.
7. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

#### Partie 2 Le calcul de la puissance

8. Tu peux calculer la puissance consommée par un appareil électrique en multipliant la tension à ses bornes par l'intensité qui le traverse. Autrement dit, la puissance électrique ( $P$ ) est le produit de la tension ( $V$ ) par le courant ( $I$ ), soit  $P = VI$ . Calcule la puissance consommée par chaque résistor en utilisant l'équation  $P = VI$ .

### Analyse

1. Compare les tensions mesurées aux bornes des trois résistors.
2. Compare les intensités traversant les trois résistors.
3. Pour quel résistor la puissance est-elle la plus élevée ?
4. En une ou deux phrases, définis la relation entre la puissance, la résistance et l'intensité du courant.

### Conclusion et mise en pratique

1. En te basant sur ce que tu as appris au cours de cette expérience, quelle ampoule a la résistance la plus élevée : l'ampoule de 60 W ou celle de 100 W ? Explique ta réponse.

### Le métier d'électricien industriel

Tim Sacrey considère que la possibilité de travailler sur de nombreux projets et des installations différentes constitue l'aspect le plus intéressant de son travail. Il sait que son travail à la centrale de Churchill Falls lui permettra chaque jour d'apprendre quelque chose de nouveau. Cette centrale est l'une des plus grandes centrales hydroélectriques souterraines au monde. Sa capacité de production est de 5 428 mégawatts.

- Q.** Quelles sont les différences entre le travail d'un électricien industriel et celui d'un autre électricien ?
- R.** Quand on pense à un électricien, on pense d'abord à la personne qui travaille en construction résidentielle et qui installe des éclairages et des prises électriques dans les édifices ou les maisons. Notre travail est différent. Nous travaillons en milieu industriel, dans les usines, les mines ou, comme moi, dans une centrale hydroélectrique. Nous installons aussi de nouveaux appareils électriques, mais nous assurons l'entretien, la réparation et le dépannage du matériel après sa mise en service.
- Q.** Quel est le travail type d'un électricien industriel ?
- R.** Le travail varie de jour en jour. Certaines tâches font partie de projets d'envergure et durent plusieurs semaines, alors que d'autres ne prennent que quelques heures. Souvent, je dois trouver une panne dans les circuits de commande électriques lorsqu'une pompe, un moteur ou une génératrice ne démarre pas. Il faut aussi assurer la maintenance et la réparation de tous les systèmes de chauffage et d'éclairage des édifices sur le site. Parfois, je dois m'assurer qu'un équipement sera sécuritaire pour que les autres employés puissent l'utiliser.
- Q.** Quelle est la formation exigée pour devenir électricien industriel ?
- R.** J'ai d'abord suivi un cours de neuf mois pour devenir apprenti électricien. On y apprend entre autres les règles de sécurité et les bases théoriques de l'électricité. J'ai ensuite travaillé comme apprenti électricien et j'ai pu apprendre le métier en compagnie d'électriciens ayant plus d'expérience. Après chaque année de travail, je devais retourner à l'école pour suivre une

nouvelle période de formation de huit semaines. J'ai complété trois périodes de formation avant de passer l'examen interprovincial pour devenir maître électricien.

- Q.** Quel est l'aspect le plus stimulant de votre travail ?
- R.** Le côté le plus stimulant, c'est de me tenir au courant de toutes les nouvelles technologies. Chaque jour, de nouveaux appareils sont mis au point et installés. C'est mon rôle d'apprendre comment fonctionnent ces appareils et comment en assurer l'entretien et la réparation.
- Q.** Quelles sont les connaissances que vous devez avoir sur la théorie des circuits, de l'intensité du courant et de la tension ?
- R.** La plupart des travaux que je dois effectuer sont basés sur cette théorie. Lorsqu'un appareil ne fonctionne pas correctement, j'utilise mon multimètre pour vérifier la tension et le courant dans le circuit et déterminer le problème. C'est ce qu'on appelle faire le dépannage d'un circuit.



Tim Sacrey, électricien industriel

#### Questions

1. Quelles sont les différences entre le travail d'un électricien industriel et celui d'un électricien travaillant dans la construction résidentielle ?
2. Comment l'électricien industriel peut-il contribuer à la sécurité des autres travailleurs ?
3. Quelle est la formation nécessaire pour devenir électricien ?

## Des concepts à retenir

1. Qu'est-ce que l'énergie électrique?
2. Quel terme définit la vitesse de transformation de l'énergie?
3. Donne une unité de mesure de l'énergie et une unité de mesure de la puissance.
4. Quelle est l'unité qui représente des joules par seconde?
5. Quelle unité utilise-t-on pour de grandes quantités d'énergie électrique?
6. Combien de joules vaut 1 kWh?
7. Quels sont les trois facteurs qui déterminent la consommation d'énergie électrique?

## Des concepts clés à comprendre

8. Deux piles identiques sont connectées à deux circuits différents. Explique pourquoi ces piles peuvent fournir une puissance différente à chaque circuit.
9. Quelle sera la consommation d'énergie (en joules) d'une ampoule de 40 W si elle reste allumée 15 min?
10. a) Un séchoir à cheveux de 1 600 W est utilisé pendant 15 min. Quelle est l'énergie électrique consommée pendant cette période (donne ta réponse en kWh)?  
b) Si le coût de l'électricité est de 9,6 cents le kWh, combien a-t-on dépensé pour utiliser le séchoir pendant cette période?
11. Pendant une durée déterminée, une batterie fournit une énergie de 25 J à un circuit électrique comportant deux charges différentes. L'une des charges transforme 10 J sous forme de chaleur durant cette période. Quelle quantité de chaleur produira l'autre charge durant cette même période? Explique ta réponse.

## Pause réflexion

Sur l'ensemble du territoire de Terre-Neuve-et-Labrador, plusieurs centrales produisent de l'électricité à partir de diverses sources d'énergie, par exemple la Centrale hydroélectrique Petty Harbour sur la côte est de l'île de Terre-Neuve et la centrale thermique de Holyrood à Conception Bay. Pourquoi la production de ces centrales est-elle exprimée en mégawatts (MW)?



## 9.3 L'énergie électrique à la maison

### Notions scientifiques de la section

- Les appareils électriques dans nos maisons transforment l'énergie électrique en son, en lumière et en chaleur.
- Cependant, toute cette énergie n'est pas transformée en énergie utilisable.
- Le pourcentage d'énergie véritablement utilisée par rapport à l'énergie totale consommée est le rendement.
- On peut calculer le rendement en divisant l'énergie utilisée (sortie) par l'énergie totale consommée (entrée) et multiplier cette fraction par cent pour obtenir un pourcentage.
- Tu peux économiser l'énergie électrique en modifiant tes façons de faire pour en utiliser moins et en choisissant des appareils moins énergivores.

### Mots clés

étiquette ÉnerGuide  
rendement



Figure 9.24 Ces trois appareils peuvent réchauffer ton dîner. Lequel choisirais-tu ?

Lequel de ces appareils choisirais-tu pour réchauffer ton dîner (voir la figure 9.24) ? Ils peuvent tous le faire, mais lequel est le plus pratique ? Le four de la cuisinière prend beaucoup de temps pour être chaud, mais il pourrait réchauffer le repas pour toute ta famille. Le four à micro-ondes est plus rapide, mais tu ne pourras réchauffer qu'un seul plat à la fois. Et la lampe ? Elle n'est pas conçue pour réchauffer les repas, mais c'est possible. Les premiers modèles de fours jouets étaient munis d'une ampoule de 100 W grâce à laquelle on pouvait faire cuire de petits gâteaux. Comment choisir l'appareil à utiliser ?

Dans cette section, tu étudieras le rendement, c'est-à-dire la portion de l'énergie consommée qui est réellement utilisée. Lorsque tu comprendras mieux les notions de rendement et de conversion de l'énergie, tu pourras faire des choix plus efficaces pour économiser de l'énergie.

### Le savais-tu ?

Une personne utilise au cours d'une journée tranquille de 24 heures à peu près autant d'énergie qu'une ampoule de 100 W allumée pendant 24 heures. Notre énergie, bien sûr, provient de la nourriture.

## Démonstration de l'enseignant(e)

Au cours de cette activité, tu étudieras les conversions de l'énergie électrique pour déterminer lesquelles sont les plus utiles.

### Consigne de sécurité

- Évite de toucher l'ampoule car elle deviendra chaude.

### Matériel

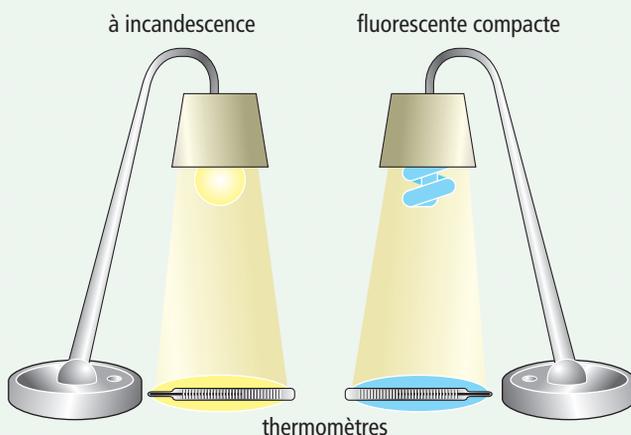
- une ampoule à incandescence de 60 W
- une ampoule fluorescente compacte de 13 W
- 2 lampes de bureau
- 2 thermomètres
- une règle

### Ce que tu dois faire

1. Reproduis le tableau ci-dessous dans ton cahier et donne-lui un titre.

|                           | Ampoule à incandescence | Ampoule fluorescente compacte |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Puissance nominale        |                         |                               |
| Température initiale (°C) |                         |                               |
| Température finale (°C)   |                         |                               |
| Éclairage                 |                         |                               |

2. Installe le matériel tel qu'illustré. Fixe chaque thermomètre avec du ruban adhésif sur ta surface de travail. Les deux ampoules doivent se trouver à 10 cm des thermomètres.



3. Note la température initiale indiquée par les deux thermomètres.
4. Allume les deux lampes.
5. Note tes observations sur l'intensité lumineuse des ampoules.
6. Après 10 minutes, éteins les lampes et note les températures finales.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Décris les conversions d'énergie pour chaque ampoule.
2. À partir de tes observations, quelle est l'ampoule :
  - a) qui utilise le moins d'énergie par seconde ?
  - b) qui produit le plus de lumière ?
  - c) qui produit le plus de chaleur ?
3. Explique la relation entre l'énergie, la chaleur et la lumière pour chaque ampoule. Pourquoi crois-tu qu'il en est ainsi ?

## Les conversions d'énergie

L'énergie électrique peut être convertie sous plusieurs formes, comme la lumière, la chaleur ou le son. Une tondeuse à gazon électrique convertit l'énergie électrique en énergie mécanique, en chaleur et en son (voir la figure 9.25). Quelle est la partie de l'énergie électrique consommée par une tondeuse qui est convertie en énergie utile? Quelle est la partie perdue? La tondeuse sert à couper le gazon. L'énergie «utile» est l'énergie mécanique qui fait tourner les lames. La chaleur et le son produits par la tondeuse sont donc de l'énergie «perdue».



**Figure 9.25** La tondeuse convertit l'énergie électrique en énergie mécanique, en chaleur et en son.

## Le rendement

Le **rendement** est le pourcentage de l'énergie consommée qui est converti sous forme utile. Si les appareils électriques étaient parfaits, toute l'énergie électrique consommée (entrée) serait convertie en énergie utile (sortie). Malheureusement, aucun appareil n'est un convertisseur parfait d'énergie. Une certaine partie de l'énergie consommée est toujours perdue sous forme de chaleur. Comme tu l'as constaté à l'Activité d'exploration 9-3A, à la page précédente, les diverses sortes d'ampoules sont un bon exemple de rendements différents.

Dans plusieurs maisons, l'éclairage est encore principalement fourni par les ampoules à incandescence (voir la figure 9.26A), dont le rendement n'est que de 5%. Ainsi, 95 % de l'énergie consommée est perdue en chaleur. Lorsque le courant passe par le filament, il devient tellement chaud qu'il émet de la lumière. Bien que les ampoules à incandescence soient beaucoup plus économiques à l'achat que les ampoules moins énergivores, elles durent beaucoup moins longtemps.

Les ampoules halogènes (voir la figure 9.26B) contiennent un gaz sous haute pression qui contient des traces d'iode pour préserver les filaments. Ces ampoules fonctionnent à des températures très élevées. De plus, leurs filaments émettent davantage de lumière et durent de deux à six fois plus longtemps que ceux des ampoules traditionnelles. Malgré un rendement de 15 %, les ampoules halogènes perdent néanmoins une grande quantité d'énergie en chaleur et présentent des risques d'incendie. Par contre, elles sont particulièrement appropriées quand on a besoin d'une lumière vive et d'un faisceau étroit, comme les phares des automobiles ou les projecteurs.

Actuellement, la solution de recharge la plus courante aux ampoules à incandescence est l'ampoule fluorescente compacte (voir la figure 9.26C). Ces ampoules ont été développées à partir des tubes fluorescents que tu vois au plafond dans les écoles ou les bureaux (voir la figure 9.26D). Les ampoules fluorescentes compactes et les tubes fluorescents contiennent un gaz, comme la vapeur de mercure. Lorsqu'un courant traverse ce gaz, il émet une énergie qui agit sur un matériau blanc à l'intérieur du verre et qui le fait briller. Ces tubes et ampoules fonctionnent à des températures relativement basses et perdent ainsi peu d'énergie en chaleur. Les ampoules fluorescentes compactes coûtent plus cher que les ampoules à incandescence, mais elles durent beaucoup plus longtemps et leur rendement est de trois à quatre fois plus élevé. À long terme, ces ampoules coûtent moins cher que les ampoules à incandescence qui produisent la même intensité lumineuse. Les ampoules fluorescentes compactes ont toutefois un inconvénient. Elles contiennent en effet un peu de mercure, une substance très toxique. Il faut donc les apporter aux endroits appropriés afin qu'elles soient recyclées.

On a longtemps utilisé les diodes électroluminescentes (DEL) (voir la figure 9.26E) dans les affichages numériques et, plus récemment, dans les feux de circulation et les guirlandes de lumières. Les chercheurs essaient de produire des DEL pour éclairer les pièces. Les DEL sont construites à partir de puces semi-conductrices, comme celles dans les ordinateurs. Elles n'ont pas de filament ni d'ampoule de verre et dégagent peu de chaleur. Une guirlande de lumières à DEL consomme la même quantité d'énergie qu'une seule ampoule dans une guirlande de lumières à incandescence.

### Le savais-tu ?

Lorsqu'on achète des ampoules, on croit souvent que le nombre de watts est une mesure de l'intensité lumineuse. Mais les watts sont une mesure de la puissance et non de l'intensité lumineuse. La lumière émise se mesure en « lumens ». Une ampoule à incandescence de 60 W et une ampoule fluorescente compacte de 13 W produisent toutes deux environ 860 lumens.



**Figure 9.26** On peut réduire de façon importante la consommation d'énergie et les coûts d'éclairage en remplaçant les ampoules à incandescence (A) par d'autres possibilités : halogènes (B), fluorescentes compactes (C), tubes fluorescents (D) ou diodes électroluminescentes (E).

## Vérifie ta lecture

1. Nomme trois formes d'énergies produites par la conversion de l'énergie électrique.
2. Qu'est-ce que le rendement?
3. Quelle est la différence entre l'énergie « utile » et l'énergie « perdue »?
4. Nomme quatre types d'ampoules pour l'éclairage. Laquelle a le meilleur rendement? Laquelle est la plus courante?

## Le calcul du rendement

On peut calculer le rendement grâce à l'équation mathématique suivante :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{énergie utile produite (sortie)}}{\text{énergie totale consommée (entrée)}} \times 100\%$$

### Lis la question suivante :

Quel est le rendement d'une ampoule à incandescence qui utilise  $6,48 \times 10^5$  J pour produire  $3,39 \times 10^4$  J d'énergie lumineuse?

### Utilise la formule :

$$\begin{aligned}\text{Rendement} &= \frac{\text{énergie utile produite (sortie)}}{\text{énergie totale consommée (entrée)}} \times 100\% \\ &= \frac{3,39 \times 10^4 \text{ J}}{6,48 \times 10^5 \text{ J}} \times 100\% \\ &= 5,23\%\end{aligned}$$

### Donne ta réponse :

Le rendement de l'ampoule est de 5,23%.

## Exercices pratiques

Essaie de résoudre les problèmes de rendement suivants. Écris toutes les étapes des solutions.

1. Une bouilloire consomme 198 kJ pour faire bouillir 500 mL d'eau. Si 168 kJ ont servi à faire bouillir l'eau, quel est le rendement de la bouilloire?
2. On utilise un four à micro-ondes pour faire bouillir la même quantité d'eau qu'à la question 1. Le four utilise 336 kJ d'énergie électrique pour faire bouillir l'eau. Calcule le rendement du four à micro-ondes.
3. L'élément chauffant de la cuisinière a un rendement de 21%. Quelle est la quantité d'énergie électrique consommée pour faire bouillir 500 mL d'eau?

### Réponses

1. 84,8 %
2. 50,0 %
3. 800 kJ

## Le calcul de l'énergie consommée (entrée) et de l'énergie produite (sortie)

Pour calculer le rendement des appareils électriques, il faut souvent calculer l'énergie consommée et l'énergie produite. À la page 328, tu as appris l'équation pour calculer la puissance ( $P = \frac{E}{t}$ ). Si tu veux calculer l'énergie consommée (entrée) par un appareil, cette équation te permet de la trouver.

### Lis la question suivante :

Une bouilloire électrique de 1000 W prend 4 min pour faire bouillir de l'eau. S'il faut  $1,96 \times 10^5$  J (196 000 J) pour faire bouillir l'eau, quel est le rendement de la bouilloire ?

### Utilise la formule :

Avant de commencer, assure-toi de convertir le temps en secondes :

$$4 \text{ min} = 4 \times 60 \text{ s} = 240 \text{ s}$$

Calcule l'énergie consommée :

$$\begin{aligned} E &= Pt \\ &= (1000 \text{ W})(240 \text{ s}) \\ &= 240\,000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{Rendement} = \frac{\text{énergie utile produite (sortie)}}{\text{énergie totale consommée (entrée)}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Rendement} &= \frac{196\,000}{240\,000} \times 100\% \\ &= 81,7\% \end{aligned}$$

### Donne ta réponse :

Le rendement de la bouilloire est de 81,7 %.

### Exercices pratiques

Essaie de résoudre les problèmes suivants. Écris toutes les étapes des solutions.

1. Un ancien modèle de four jouet utilise une ampoule de 100 W pour cuire des petits gâteaux. S'il faut 15 min pour cuire un gâteau et que l'énergie requise pour le cuire est de 45 000 J, quel est le rendement de chauffage de l'ampoule ? Où est passée l'énergie «perdue» ?
2. Calcule le rendement d'une plaque chauffante si la puissance consommée par l'appareil est de 100 W et qu'il fonctionne pendant une heure pour fournir suffisamment d'énergie pour conserver ton chocolat chaud (72 000 J).
3. Quel est le rendement d'une cafetière si elle prend 5 min à une puissance de 1000 W pour faire du café, sachant qu'elle utilise 28 000 J pour chauffer l'eau ?

### Réponses

1. 50 %
2. 20 %
3. 9,3 %

## Approfondissement

Il y a deux sortes de coûts liés aux appareils électriques dans ta maison : le coût d'achat et le coût d'utilisation. Au cours de la durée de vie d'un appareil, le coût d'utilisation est habituellement plus élevé que le coût d'achat. Pour en apprendre plus sur le calcul du coût d'utilisation, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **appareil ménager, coût, achat et utilisation.**

## Des choix pour économiser l'énergie

Maintenant que tu en sais davantage sur le rendement et les conversions de l'énergie électrique, tu pourras faire de meilleurs choix « énergétiques » lorsque tu achèteras des appareils électriques ou électroniques. La plupart des gens n'ont aucune idée de la consommation d'énergie des appareils qu'ils ont à la maison. Au Canada, tous les gros appareils électroménagers et les climatiseurs doivent satisfaire aux normes d'efficacité énergétique et avoir l'**étiquette ÉnerGuide** (voir la figure 9.27).

L'étiquette ÉnerGuide indique la consommation moyenne d'énergie d'un appareil au cours d'une année. Les consommateurs devraient l'utiliser pour bien choisir les produits qu'ils achètent. Les produits qui consomment de 10 % à 50 % moins d'énergie qu'un modèle standard de leur catégorie ont droit au logo Energy Star® (voir la figure 9.28).



**Figure 9.27** L'étiquette ÉnerGuide indique la quantité d'énergie consommée par l'appareil au cours d'une année et compare sa consommation d'énergie avec celle d'autres appareils de la même catégorie. Une flèche indicatrice située du côté gauche de l'échelle ÉnerGuide indique que ce modèle a un rendement supérieur à la moyenne.

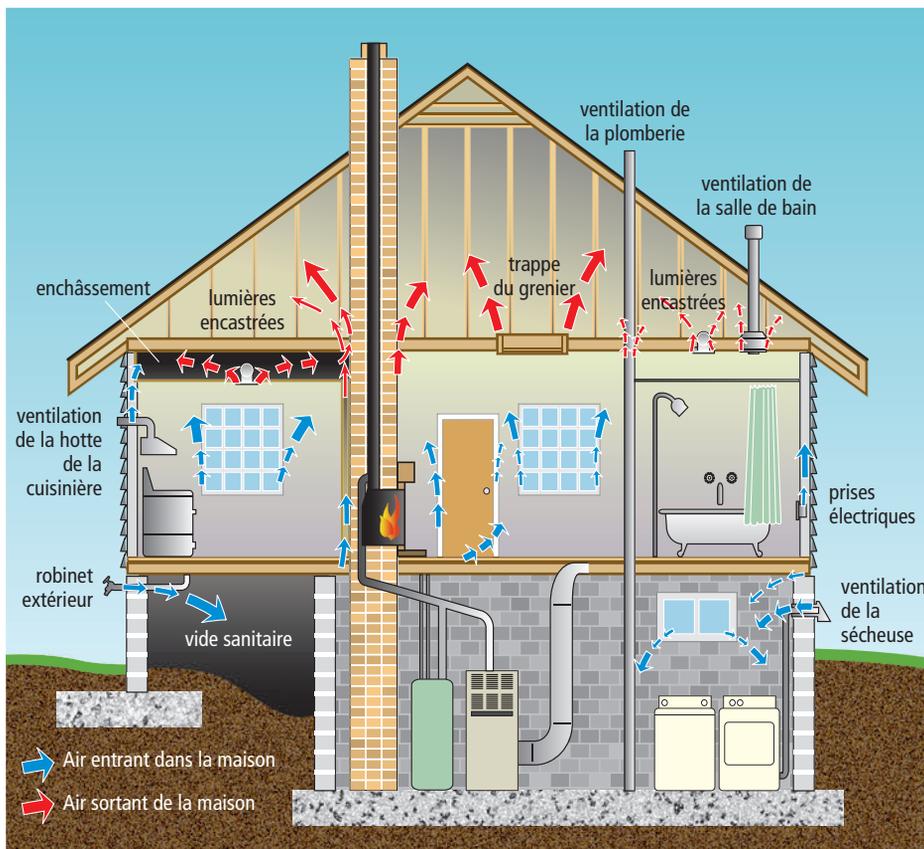


**Figure 9.28** Le logo Energy Star® se trouve uniquement sur les appareils les plus efficaces de leur catégorie. Contrairement à l'étiquette ÉnerGuide, le logo Energy Star® peut aussi être apposé sur du matériel de bureau, des appareils électroniques, des fenêtres et des éclairages, en plus des appareils électroménagers et des climatiseurs.

## Fais ta part

En choisissant des appareils ayant un bon rendement, tu réduis certainement la quantité d'énergie électrique consommée. Mais il est encore plus important de passer en revue les habitudes de consommation énergétique de ta famille. Il suffit parfois de quelques changements simples pour réaliser des économies d'énergie substantielles à long terme.

Les Canadiens consacrent en moyenne 60 % de leurs dépenses d'énergie au chauffage et à la climatisation de leurs résidences. La figure 9.29 illustre les sources les plus fréquentes de pertes d'énergie dans une maison. En améliorant l'isolation globale de la maison et en calfeutrants les fenêtres, les portes et les conduits de ventilation, on estime qu'il est possible d'économiser environ 20 % sur les coûts de chauffage. On peut aussi réduire ces coûts en installant un thermostat électronique programmable. Ces thermostats sont munis d'une horloge et diminuent automatiquement la température pendant la nuit ou lorsque les résidents sont absents. Maintenir les températures un peu plus basses et porter un chandail plus chaud quand il fait froid permet aussi d'économiser l'énergie.



**Figure 9.29** On peut calfeutrer les orifices qui se trouvent dans les greniers, les vides sanitaires et les sous-sols avec de la pâte à calfeutrer, de la mousse isolante ou du ruban de calfeutrage pour réduire les pertes de chaleur.

On peut aussi limiter l'utilisation des appareils électriques pour économiser l'énergie. Par exemple, tu peux faire sécher tes vêtements à l'extérieur par beau temps plutôt que d'utiliser la sècheuse. L'hiver, lorsque tu dois l'utiliser, tu peux trier le linge selon le temps de séchage. Les vêtements plus légers prennent moins de temps à sécher. Fais des brassées successives pour que la sècheuse reste chaude. N'oublie pas de nettoyer le filtre à charpie. Un filtre obstrué, en plus de constituer un risque d'incendie, augmente la consommation d'énergie jusqu'à 30%.

### Vérifie ta lecture

1. Quelle est l'équation qui permet de calculer le rendement ?
2. Comment peux-tu calculer l'énergie consommée par un appareil électrique dans ta maison ?
3. Quelles sont les sources de pertes de chaleur dans une maison ?
4. Comment peux-tu améliorer les économies d'énergie en triant les vêtements qui vont dans la sècheuse ?

### Le savais-tu ?

On consomme moins d'énergie à éteindre une lampe et à la rallumer au besoin, plutôt qu'à la laisser allumée en permanence. Cela est aussi valable pour les appareils électroniques et le matériel informatique. Active les fonctions d'économie d'énergie de ton ordinateur et éteins-le complètement au lieu d'utiliser le mode « veille » (« sleep »). Certains appareils électroniques, y compris les téléviseurs, continuent à consommer de l'énergie même lorsqu'ils sont éteints.

Éteindre les lumières, c'est déjà un bon moyen d'économiser l'énergie à la maison, mais il en existe d'autres. Trouves-en autant que possible.



### Ce que tu dois faire

1. Trouve des solutions pour économiser la consommation d'électricité à la maison. Tu peux faire des recherches dans Internet, trouver de la documentation auprès de ton fournisseur d'électricité ou te rendre à la bibliothèque. Trouve des méthodes pour économiser l'électricité pour chacune des catégories suivantes :
  - a) la cuisson des aliments ;
  - b) la lessive ;
  - c) un réfrigérateur et un congélateur ;
  - d) un chauffe-eau ;
  - e) le bricolage et les loisirs.
2. Amène ta liste en classe et partage tes résultats avec les autres élèves de la classe.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Combien de solutions les élèves de ta classe ont-ils trouvées pour économiser l'électricité à la maison ?
2. Selon toi, quelles sont celles qui sont les plus efficaces ?

### Plus en profondeur

La plupart des grandes compagnies d'électricité offrent des outils de calcul sur leurs sites Web. Ces outils peuvent t'aider à déterminer d'où viennent les dépenses énergétiques de ta famille. Plusieurs de ces sites proposent aussi des suggestions pour économiser l'énergie. Pour en apprendre plus sur les économies d'énergie, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : électricité, consommation d'énergie et réduction.

## Des concepts à retenir

1. Décris les conversions d'énergie qui se produisent lorsque tu allumes une ampoule à incandescence.
2. Qu'est-ce que le rendement? Comment le calcule-t-on?
3. Quels sont les renseignements fournis par l'étiquette ÉnerGuide?
4. Que signifie le logo Energy Star®?
5. Quel est le type d'ampoule dont le filament est chauffé si fort qu'il produit de la lumière?
6. Quel est l'inconvénient environnemental des ampoules fluorescentes compactes?

## Des concepts clés à comprendre

7. Une sècheuse convertit l'énergie électrique en plusieurs autres formes d'énergie. Quelles sont les formes d'énergie utile et les formes d'énergie perdue?
8. Nomme trois formes d'énergie produites à partir de la conversion de l'énergie électrique. Donne un exemple d'appareil pour chaque forme d'énergie.
9. Donne un avantage et un inconvénient pour chacune des technologies suivantes : ampoule à incandescence, ampoule halogène, ampoule fluorescente compacte et diodes électroluminescentes.
10. Calcule le rendement d'un séchoir à cheveux qui consomme  $47\,500\text{ J}$  pour produire une chaleur utile de  $22\,000\text{ J}$ .
11. Une ampoule à incandescence de  $100\text{ W}$  produit  $2,45 \times 10^4\text{ J}$  d'énergie lumineuse utile en 3 heures. Quel est son rendement?

12. À partir de l'étiquette ÉnerGuide ci-dessous, explique comment le rendement de cette cuisinière se compare à celle d'autres modèles.



13. Pour économiser l'énergie électrique, on peut modifier certains comportements et effectuer des améliorations à notre maison. Pour chaque tâche ci-dessous, nomme un comportement à modifier et une amélioration qui pourraient permettre des économies d'énergie :
  - a) le lavage et le séchage des vêtements ;
  - b) le bain et la douche ;
  - c) l'éclairage de la maison ;
  - d) les loisirs (télévision, jeux vidéo).

## Pause réflexion

Dans cette section, tu as étudié le rendement et les choix recommandés pour économiser l'énergie. Que pourrais-tu faire d'autre de mieux dans ta municipalité? Avec d'autres élèves, comment pourriez-vous aider l'école à économiser de l'énergie et de l'argent?

## 9.4 L'électricité et l'environnement

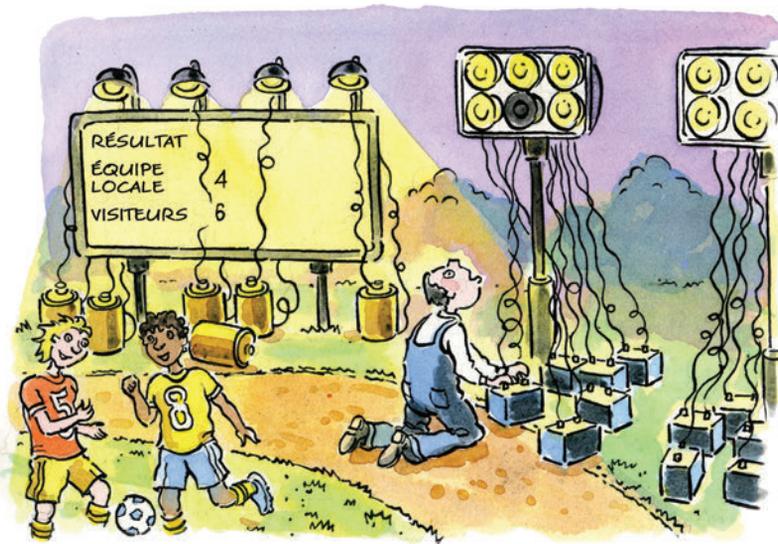
### Notions scientifiques de la section

- Au Canada, l'énergie électrique est principalement produite en convertissant l'énergie mécanique en énergie électrique dans une centrale.
- L'énergie mécanique du mouvement de l'eau, du vent ou de la vapeur est utilisée pour faire tourner une turbine.
- Cette turbine entraîne une génératrice électrique qui produit un courant électrique en faisant tourner un aimant au milieu d'un fil conducteur.
- L'énergie électrique est transportée à haute tension et à faible intensité de courant par les lignes de transport, puis sa tension est réduite par des transformateurs pour l'utilisation dans les maisons.
- L'énergie électrique est produite à partir de diverses ressources naturelles, selon la disponibilité et les propriétés de ces ressources, ainsi que selon leurs coûts économiques et environnementaux.

### Mots clés

centrale hydroélectrique  
centrale nucléaire  
centrale thermique  
énergie non renouvelable  
énergie renouvelable  
génératrice  
pile à combustible  
transformateur  
turbine

Imagine que tu doives éclairer un terrain de sport la nuit qu'avec des lampes de poche (voir la figure 9.30). Ce ne serait pas très efficace! Les piles conviennent bien aux appareils portables, mais elles ne peuvent pas fournir l'énergie électrique nécessaire pour l'éclairage extérieur, les gros appareils et la machinerie industrielle.



**Figure 9.30** Les piles et les batteries sont une solution acceptable pour les appareils portables, mais elles ne conviennent pas pour tous les usages.

Au Canada, l'énergie électrique est principalement produite grâce à la conversion de l'énergie mécanique. L'énergie mécanique est fournie par un système avec des pièces en mouvement : une éolienne, l'écoulement des rivières ou des marées, la vapeur produite par une centrale thermique, nucléaire ou géothermique. L'appareil qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique est une **génératrice**. Le fonctionnement d'une génératrice est basé sur les relations entre l'électricité et le magnétisme.

Produire un courant avec un aimant et une bobine de fil de cuivre, c'est le principe de base de la génératrice électrique. Au cours de cette activité, tu construiras une génératrice simple et tu étudieras les facteurs qui influencent la production du courant.

### Matériel

- 5 m de fil de cuivre isolé (calibre 26 environ)
- un tube de carton
- un galvanomètre ou un ampèremètre
- un aimant droit fort



### Ce que tu dois faire

1. Trace un tableau avec deux colonnes : « Description du mouvement de l'aimant ou de la bobine » et « Lecture de l'ampèremètre ». Donne un titre à ton tableau.
2. Laisse environ 15 cm de fil de cuivre droit et enroule le reste autour du tube en carton, en faisant environ 25 tours. Retire ensuite le tube de carton.

3. Enlève l'isolant à chaque extrémité du fil de cuivre et relie les extrémités du fil à l'ampèremètre.
4. Tout en surveillant le cadran de l'ampèremètre, insère une extrémité de l'aimant à l'intérieur de la bobine de fil. Ensuite, retire-le. Note tout mouvement de l'aiguille de l'ampèremètre.
5. Ensuite note comment réagit l'aiguille de l'ampèremètre lorsque :
  - a) tu modifies la vitesse à laquelle tu bouges l'aimant dans la bobine ;
  - b) tu modifies la vitesse à laquelle tu déplaces l'aimant à l'extérieur de la bobine ;
  - c) tu déplaces la bobine autour de l'aimant pendant que ce dernier est immobile ;
  - d) tu déplaces l'aimant à l'extérieur de la bobine dans des directions différentes (par exemple, parallèle à la bobine et perpendiculaire à la bobine).

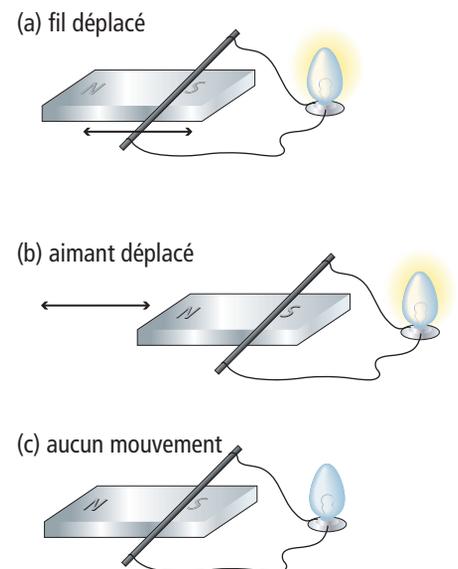
### Qu'as-tu découvert ?

1. Quelle relation as-tu trouvée entre l'électricité et le magnétisme ?
2. Quelle est l'influence de la vitesse de l'aimant sur le courant électrique produit ?
3. Comment la position de la bobine ou celle de l'aimant influencent-elles le courant électrique produit ?
4. Quelle combinaison produit l'intensité la plus élevée ?

## Le magnétisme et l'électricité

L'expérience ci-dessus montre qu'il est possible de générer des courants électriques avec un aimant. Michael Faraday et John Henry ont fait cette découverte en 1831. Ils ont constaté qu'une tension est générée dans des fils que l'on déplace avec un angle par rapport à un aimant placé à proximité. Le même phénomène se produit lorsque l'aimant est déplacé avec un angle par rapport à un fil immobile. Si le mouvement s'arrête ou si l'aimant et le fil sont déplacés parallèlement l'un par rapport à l'autre, il n'y a aucune tension produite. Ils ont poursuivi leurs expériences en reliant le fil à une charge. Dans ce cas, un courant électrique circule dans le circuit, mais uniquement lorsque le fil, l'aimant ou les deux sont en mouvement (voir la figure 9.31).

**Figure 9.31** Si le fil (a) ou l'aimant (b) se déplace, le courant circule dans le circuit branché au fil. Si l'aimant et le fil sont immobiles, aucun courant ne circule (c).



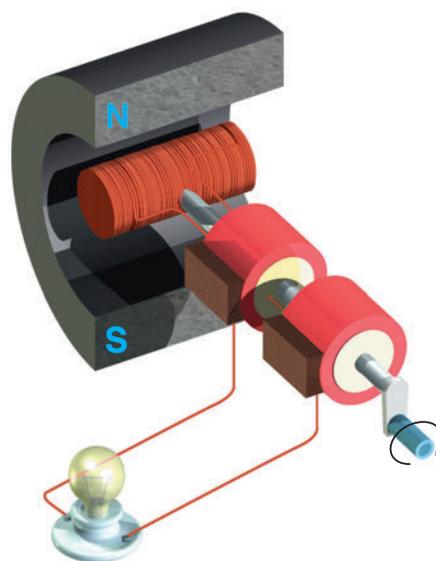
De nos jours, on dit qu'une tension est « induite » dans un fil lorsqu'il y a un mouvement relatif entre le fil et un aimant à proximité. Lorsque le fil est relié à un circuit électrique, un « courant induit » circule dans le circuit. Ce lien entre le magnétisme et l'électricité a contribué au développement des génératrices et d'autres technologies de l'électricité, bien avant que des théories scientifiques puissent expliquer le phénomène.

### Le savais-tu ?

Les génératrices qui produisent du courant alternatif sont aussi appelées « alternateurs ». Les systèmes électriques des automobiles possèdent un alternateur qui génère le courant alternatif nécessaire à l'allumage et au fonctionnement des accessoires tels que la radio et les ventilateurs du système de chauffage.

## Qu'est-ce qu'une génératrice ?

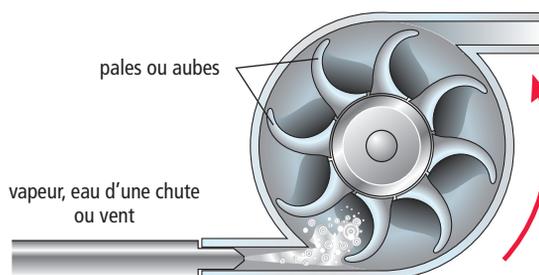
Les génératrices les plus courantes sont formées d'un bobinage de fil de cuivre tournant dans un champ magnétique (voir la figure 9.32). Le courant produit par ce type de génératrice est un courant alternatif (c.a.) parce qu'il change constamment de sens. Les piles et les batteries produisent du courant continu (c.c.). Dans ce type de courant, les électrons ne voyagent que dans un seul sens.



**Figure 9.32** Dans cette génératrice, le courant électrique est produit lorsqu'une bobine de fil tourne à l'intérieur d'un aimant.

## La production et le transport de l'énergie électrique

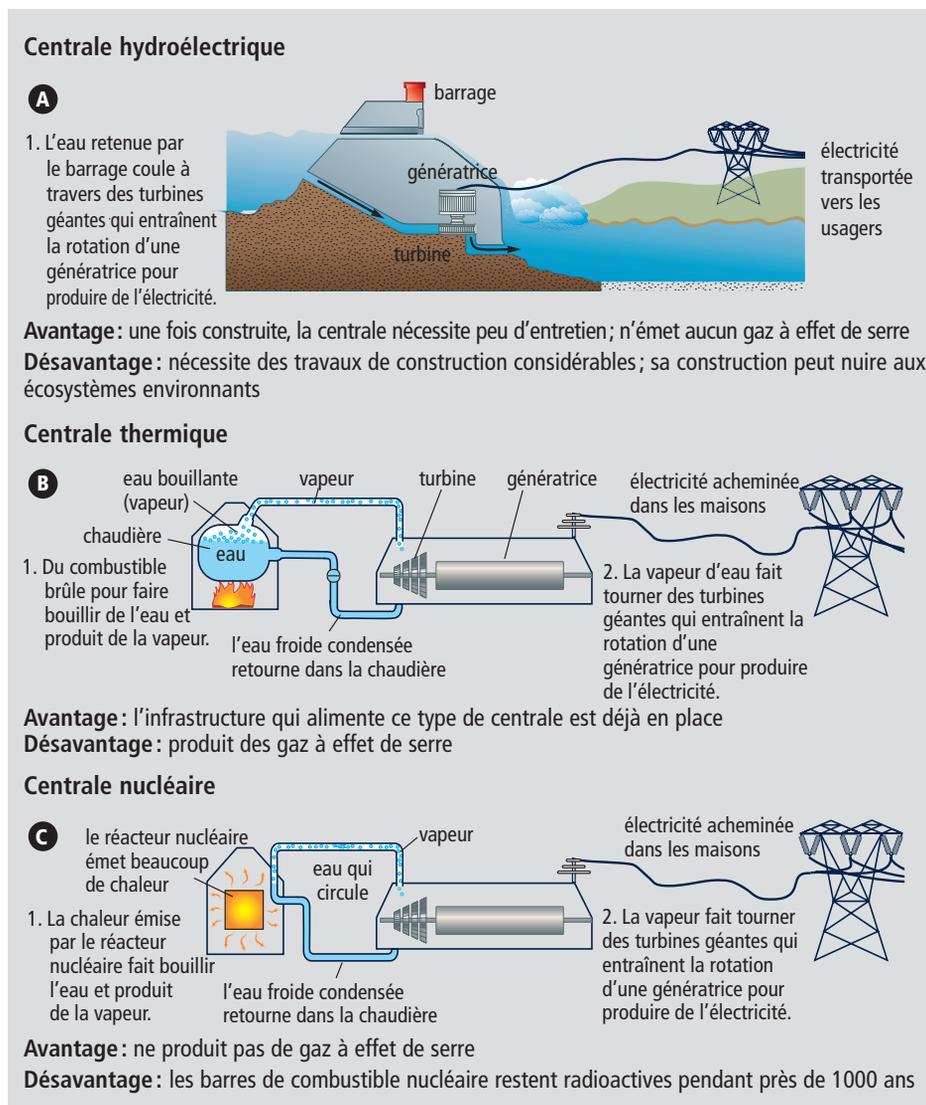
Pour qu'une génératrice produise un courant électrique, on doit lui fournir une certaine forme d'énergie pour faire tourner la bobine de fil dans le champ magnétique. Au Canada, cette énergie est souvent fournie par le mouvement de la vapeur d'eau ou de l'eau d'une chute à travers une **turbine**. La turbine est un cylindre muni de pales ou d'aubes (voir la figure 9.33). Lorsque la vapeur ou l'eau poussent les pales, le cylindre tourne, ce qui fait tourner la bobine à l'intérieur de l'aimant de la génératrice.



**Figure 9.33** La turbine est mise en rotation par la vapeur, le vent ou l'eau. Le mouvement de la turbine fait à son tour tourner la bobine de fil à l'intérieur de l'aimant de la génératrice, créant ainsi un courant électrique.

Tel qu'illustré à la figure 9.34, il existe au Canada trois principaux types de centrales électriques qui utilisent l'énergie mécanique pour produire de l'énergie électrique :

- des **centrales hydroélectriques** : ces centrales utilisent l'énergie d'une chute d'eau ou le courant d'une rivière pour faire tourner une turbine ;
- des **centrales thermiques** : ces centrales utilisent la chaleur produite en brûlant les combustibles fossiles, comme le gaz, le charbon et le diesel, pour faire bouillir de l'eau et produire la vapeur qui fait tourner une turbine ;
- des **centrales nucléaires** : ces centrales utilisent la chaleur libérée par une réaction nucléaire pour faire bouillir de l'eau et produire la vapeur qui fait tourner une turbine.



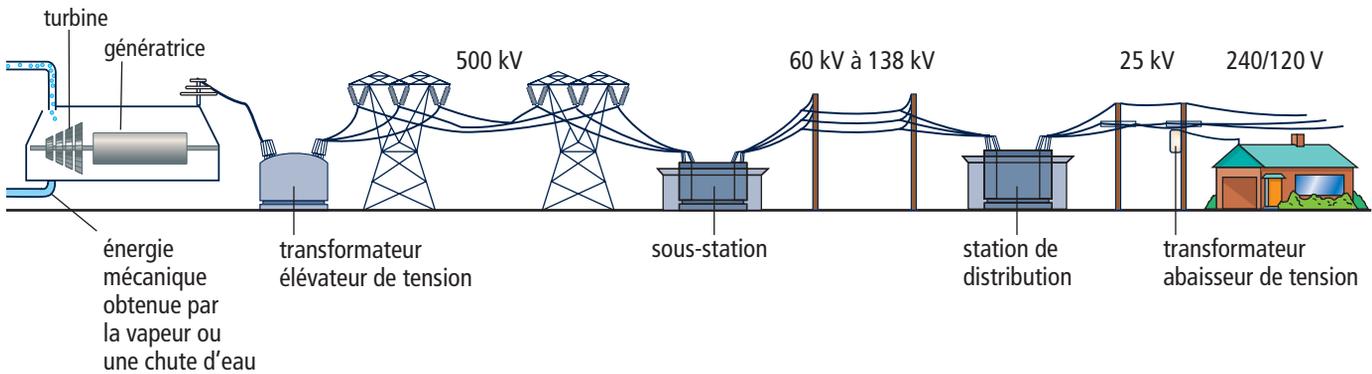
**Figure 9.34** Ces trois centrales utilisent des turbines et des génératrices pour produire de l'énergie électrique, mais à partir de sources d'énergie mécanique différentes.

### Le savais-tu ?

Tu as appris à la page 304 que l'équation pour calculer la puissance est  $P = VI$ . Tu as aussi appris à la page 273 que la tension, le courant et la résistance sont reliés selon l'équation  $V = RI$ . Si tu remplaces le  $V$  de la première équation par son équivalent  $RI$ , tu obtiens l'équation  $P = RI^2$ . Cette équation permet de calculer la puissance perdue à cause de la résistance. En augmentant la tension et en diminuant l'intensité du courant, on diminue ainsi la puissance perdue.

À la sortie de la centrale, des **transformateurs** élèvent la tension. Le transformateur est un appareil électrique simple qui modifie la tension. Tu as appris à la section 9.2 que la puissance électrique ( $P$ ) est directement liée à la tension ( $V$ ) et à l'intensité du courant ( $I$ ), soit  $P = VI$ . À puissance constante, si on augmente la tension on diminue l'intensité du courant. Une partie de l'énergie est toujours perdue à cause de la résistance des lignes électriques, mais ce phénomène peut être minimisé en augmentant la tension.

L'énergie électrique est produite à des tensions inférieures ou égales à 20 000 V. Les transformateurs augmentent la tension jusqu'à 500 kV (500 000 V) avant de transporter l'énergie électrique par des lignes de transmission vers les clients à des centaines de kilomètres de la centrale (voir la figure 9.35).



**Figure 9.35** Les turbines et les génératrices de la centrale produisent de l'énergie électrique. Avant de quitter la centrale, la tension est élevée par les transformateurs. D'autres transformateurs, dans les postes de distribution et dans les quartiers, abaissent la tension pour fournir l'énergie électrique aux clients.

Tu as peut-être remarqué les grands postes de distribution aux limites des villes. D'autres postes plus petits se trouvent plus près des résidences, des bureaux et des usines. Chaque poste utilise des transformateurs abaisseurs pour diminuer la tension. À partir du poste de distribution, l'électricité est distribuée à de plus petits groupes d'utilisateurs. Dans ta rue, le dernier transformateur abaisseur prend la forme d'une boîte verte ou d'un transformateur de poteau. Il abaisse la tension jusqu'à 120 V et 240 V pour que tu puisses l'utiliser chez toi (voir la figure 9.36).

**Figure 9.36** Les transformateurs abaissent la tension avant le raccordement au compteur de ta maison. Ils sont situés dans une boîte verte (A) ou sur un poteau (B).



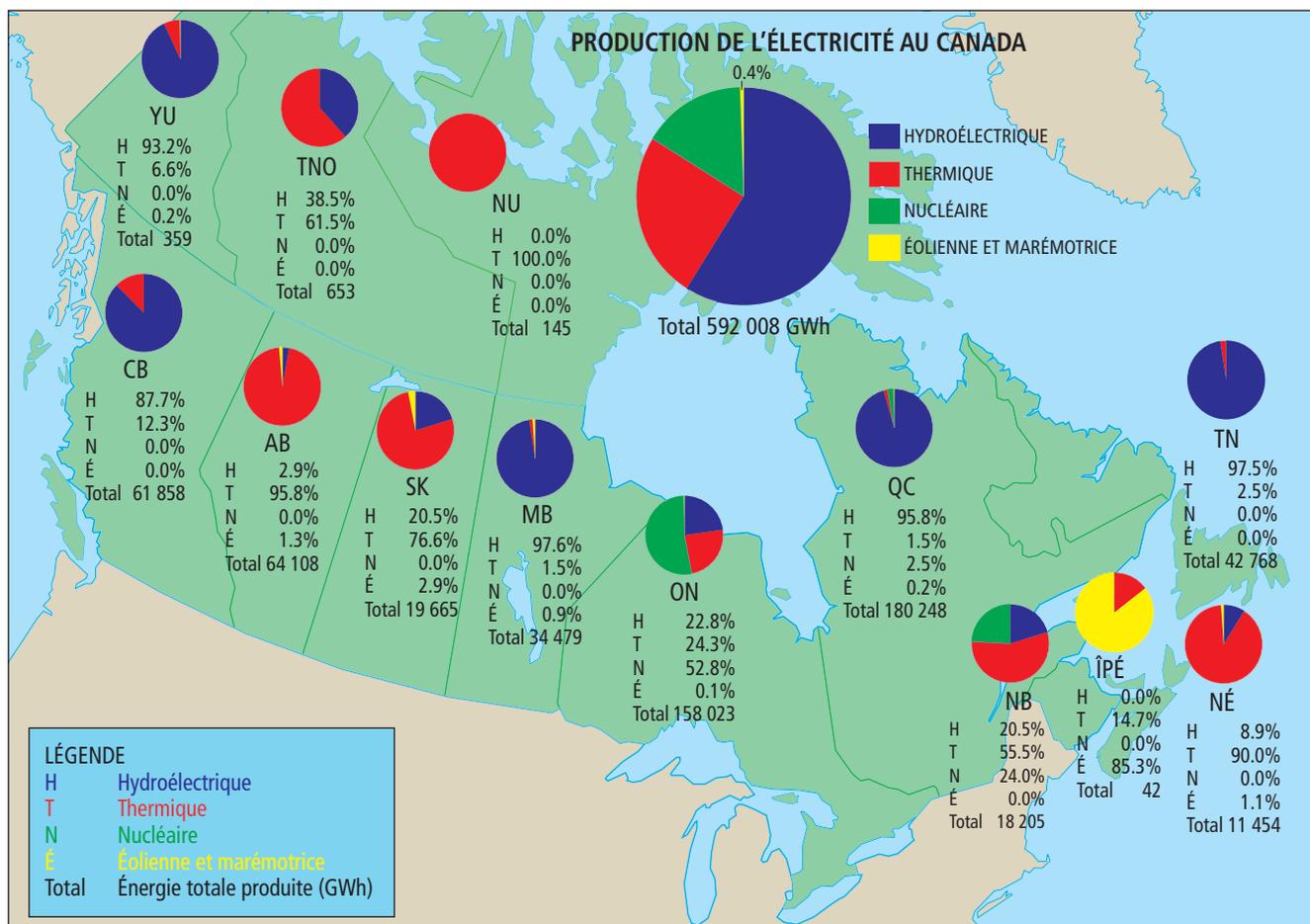
### Vérifie ta lecture

1. Quelle est la relation entre l'électricité et le magnétisme ?
2. Comment fonctionne une génératrice ?
3. Nomme trois types de centrales électriques.
4. Qu'est-ce qu'un transformateur et quel est son rôle ?
5. Pourquoi l'énergie électrique est-elle transportée à de hautes tensions et à de faibles intensités de courant ?

## La production de l'électricité et l'environnement

Au Canada, plus de 98% de l'énergie électrique est produite par des centrales hydroélectriques, thermiques (au charbon, au gaz naturel ou au diesel) ou nucléaires. Dans certaines régions éloignées, ce sont des génératrices ou des turbines à essence qui produisent l'énergie électrique. De plus en plus, des parcs d'éoliennes voient le jour et s'ajoutent aux méthodes de production traditionnelles. Des projets d'usines marémotrices sont également en développement. La carte ci-dessous illustre les quantités d'énergie produites par chaque méthode, dans chaque province (voir la figure 9.37).

Il faut noter qu'en 2006, année des plus récentes données de Statistique Canada, la province de Terre-Neuve et Labrador a produit 390 kW d'électricité par éolienne. Cependant, une fois convertie en pourcentage, cette quantité correspond à 0,0% de la production totale d'énergie. Bien que cette province possède le potentiel le plus élevé pour la production éolienne au Canada, la plus grande difficulté consiste à développer et à exporter l'énergie ainsi produite. Depuis 2006, on a mis sur pied des projets pilotes et des sites d'essais. Les recherches se poursuivent pour trouver des moyens de rentabiliser cette ressource renouvelable.



Source: Statistique Canada, *Production, transport et distribution d'électricité—2006* (11-12)

**Figure 9.37** La carte indique le pourcentage d'énergie produite par source dans chaque province, ainsi que la quantité totale d'énergie produite. Les quantités d'énergie électrique produites chaque année sont données en GWh (gigawattsheures). Un GWh représente une immense quantité d'énergie, soit  $3,6 \times 10^{12}$  J.

Au cours de cette activité, tu devras comparer les sources d'énergie les plus fréquemment utilisées pour produire de l'électricité au Canada.

### Ce que tu dois faire

1. Sers-toi de la carte de la figure 9.37, à la page précédente, pour produire un histogramme illustrant les aspects suivants :
  - production totale d'énergie électrique ;
  - pourcentage de l'électricité provenant de sources thermiques (incluant les génératrices à essence) ;
  - pourcentage de l'électricité provenant de sources hydroélectriques ;
  - pourcentage de l'électricité provenant de sources nucléaires ;
  - pourcentage de l'électricité provenant de sources éoliennes et marémotrices.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Compare la production totale d'énergie à Terre-Neuve-et-Labrador à celles des autres provinces. Quel est le pourcentage de l'énergie canadienne produite à Terre-Neuve-et-Labrador ? Compare ce pourcentage au pourcentage de la population canadienne vivant à Terre-Neuve-et-Labrador. Explique les différences.
2. Quelle est la source d'énergie la plus utilisée pour la production d'électricité à Terre-Neuve-et-Labrador ? Compare la production d'électricité à partir de cette source à Terre-Neuve-et-Labrador avec celle des autres provinces canadiennes. Explique les différences.
3. Classe les sources d'énergie utilisées pour la production d'électricité au Canada par ordre d'utilisation décroissante.
4. Pourquoi crois-tu que Terre-Neuve-et-Labrador, l'Alberta et l'Ontario produisent la majeure partie de leur électricité avec des techniques différentes ?

## Des alternatives pour la production d'énergie électrique

La carte de la figure 9.37, à la page précédente, décrit la production de l'énergie électrique selon les chiffres de Statistique Canada. Comment ces chiffres changeront-ils au fil du temps, alors que les vieilles centrales seront fermées, que de nouvelles seront construites et que les nouvelles méthodes de production de l'énergie seront plus répandues ? En prévision de l'avenir, les scientifiques et les ingénieurs travaillent pour que les nouvelles technologies de production d'énergie aient un impact limité sur l'environnement et qu'elles soient économiquement viables, et pour que l'on utilise de plus en plus des sources d'énergie renouvelables. Une source d'**énergie renouvelable** est une source qui se remplace d'elle-même. L'hydroélectricité est un exemple d'énergie renouvelable parce que l'eau qui passe par la centrale n'est pas consommée au cours du processus (voir la figure 9.38). Les autres sources d'énergie renouvelables sont les énergies éolienne, solaire et géothermique, ainsi que l'énergie de la biomasse.



**Figure 9.38** Plus de 90 % de l'énergie électrique produite à Terre-Neuve-et-Labrador provient de centrales hydroélectriques, comme celle-ci à Petty Harbour.

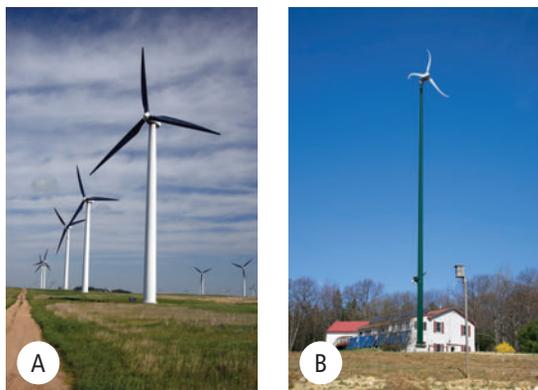
Les sources d'**énergie non renouvelables** ne peuvent pas être remplacées durant une vie humaine. Les combustibles fossiles et l'énergie nucléaire sont des exemples de sources d'énergie non renouvelables, puisque ces sources d'énergie finiront par disparaître (voir la figure 9.39).

La demande en énergie électrique ne cesse d'augmenter. Il est donc de plus en plus important d'utiliser des sources d'énergie renouvelables, puisque l'approvisionnement en ressources non renouvelables est limité. Le choix des sources d'énergie pour une province dépend de plusieurs facteurs, comme la disponibilité, l'impact environnemental, le coût et les propriétés des ressources utilisées. Bien que les sources d'énergie renouvelables ne s'épuisent pas, leur utilisation peut présenter certains risques et nuire à l'environnement.

### L'énergie éolienne

L'énergie éolienne permet de produire l'énergie électrique à partir de grosses turbines appelées éoliennes. Les éoliennes fonctionnent comme les turbines d'une centrale hydroélectrique. Plusieurs éoliennes peuvent être regroupées dans un parc éolien. Ce parc fournit l'énergie électrique à une entreprise qui distribue l'électricité (voir la figure 9.40A). Une seule éolienne de grande dimension peut produire suffisamment d'énergie pour alimenter des centaines de maisons, alors qu'une éolienne plus petite suffirait pour alimenter une maison ou une ferme (voir la figure 9.40B).

L'énergie éolienne est l'énergie renouvelable qui connaît la plus grande croissance au monde. Elle est considérée comme une source d'énergie propre et durable, puisqu'elle n'exige aucun combustible et ne produit aucun gaz à effet de serre. Cette forme d'énergie possède un potentiel important, puisque l'on estime que 20% de la demande énergétique canadienne pourrait être comblée par l'énergie éolienne. Le Canada possède de vastes zones littorales qui conviennent bien à l'installation d'éoliennes (voir la figure 9.41).



**Figure 9.40** Un parc éolien (A) comportant des éoliennes de grandes dimensions peut produire suffisamment d'énergie pour approvisionner des milliers de résidences et d'entreprises. Une petite éolienne (B) peut fournir suffisamment d'énergie à une maison ou une ferme.

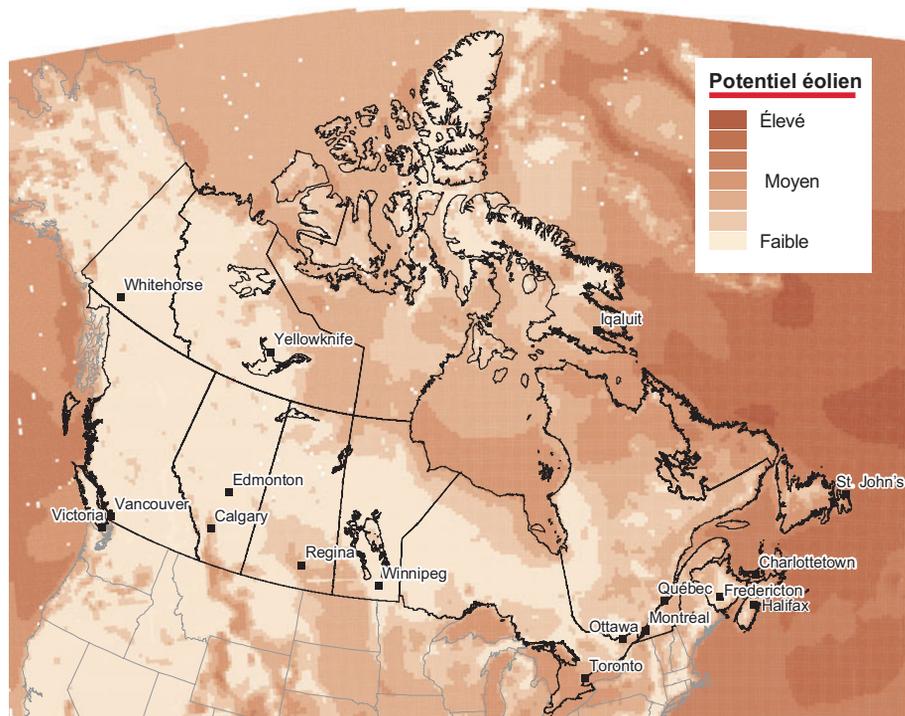


**Figure 9.39** La centrale de Holyrood brûle du mazout lourd, une source d'énergie non renouvelable.

### Approfondissement

Un projet novateur a vu le jour en 2004 à Ramea, sur l'une des îles situées au large de Terre-Neuve. Le projet permettra d'évaluer le potentiel de l'intégration des énergies du vent, du diesel et de l'hydrogène afin d'alimenter les régions éloignées en énergie électrique. Pour en apprendre plus sur des projets d'intégration de sources d'énergie, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **Ramea, énergie, vent, hydrogène et diesel.**

**Figure 9.41** Toutes les régions du Canada ne sont pas propices à l'utilisation de l'énergie éolienne. Les éoliennes commencent à produire de l'électricité lorsque la vitesse du vent est d'environ 13 km/h. Elles doivent être immobilisées pour des raisons de sécurité si les vents atteignent 90 km/h ou plus.



Source : Statistique Canada, « L'activité humaine et l'environnement », *Statistiques annuelles 2004* (13)

La province de Terre-Neuve-et-Labrador a démarré ses premiers grands projets éoliens en 2007 (voir la figure 9.42). Situés à St-Lawrence dans la péninsule de Burin et à Fermeuse, au nord de St John's, on estime que ces parcs éoliens fourniront 54 MW d'énergie par année. Ces projets alimenteront jusqu'à 14 000 foyers en énergie électrique et remplaceront les 300 000 barils de pétrole qui auraient été utilisés par la centrale thermique de Holyrood. Les émissions de gaz à effet de serre à la centrale de Holyrood seront ainsi réduites de 15 %.

Mais qu'arrive-t-il les jours sans vent? Les éoliennes doivent être jumelées à d'autres sources d'énergie électrique ou à des dispositifs de stockage de l'énergie. Par exemple, lorsqu'elles fonctionnent, les éoliennes pourraient charger des batteries ou pomper l'eau dans un réservoir pour produire de l'énergie hydroélectrique à petite échelle.

Les éoliennes pourraient aussi briser des molécules d'eau pour séparer l'hydrogène et l'oxygène gazeux qui seraient utilisés dans des piles à combustible. Ces autres sources prendraient ainsi la relève quand il n'y a pas de vent.



**Figure 9.42** Les parcs éoliens comme celui de Fermeuse réduisent la demande en sources d'énergie non renouvelables.

## L'énergie solaire

Les batteries solaires convertissent la lumière du soleil en énergie électrique. Tu as peut-être chez toi une calculatrice, une montre ou un éclairage de jardin qui fonctionnent à l'énergie solaire. C'est aussi le cas pour les parcomètres modernes, les téléphones d'urgence sur les autoroutes et les feux de circulation mobiles.

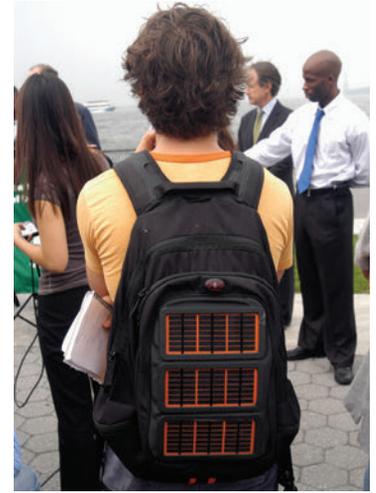
La quantité d'énergie solaire reçue dépend de la position sur la Terre, de la durée du jour et des conditions météo. Au Canada, l'énergie solaire est limitée parce que nous sommes situés très au nord de l'équateur. De plus, le faible rendement des piles solaires, moins de 30 %, limite la quantité d'énergie récupérable. L'énergie solaire seule ne serait pas une source d'énergie fiable pour alimenter une maison. Bien que l'approvisionnement ne coûte rien, la technologie des piles solaires demeure coûteuse et requiert un système d'appoint pour la nuit et les journées nuageuses.

Là où il n'y a pas d'autres sources d'énergie disponibles, les piles solaires peuvent être une solution viable. Elles sont utilisées dans des endroits éloignés où il serait impossible ou trop cher d'installer des lignes de transport, comme des chalets, des villages éloignés et des satellites. Les piles solaires sont tout de même des solutions de plus en plus intéressantes et abordables pour les appareils électroniques portables, comme les ordinateurs (voir la figure 9.43).

## Les piles à combustible

À certains égards, une **pile à combustible** ressemble à une pile conventionnelle : elle produit un courant électrique à partir de deux électrodes et contient un électrolyte. Cependant, les éléments chimiques de la pile combustible ne sont pas emmagasinés à l'intérieur de la pile. La pile est alimentée par un apport de combustible au besoin. Il existe six types de piles à combustible, chaque type étant caractérisé par le combustible et l'électrolyte utilisés. Parmi les combustibles utilisés, on trouve l'hydrogène, le gaz naturel, l'acide formique et le méthanol. L'impact sur l'environnement de ces piles dépend du combustible utilisé et de la manière dont on l'a obtenu. Si l'on utilise des sources d'énergie renouvelables pour produire de l'hydrogène, telles que l'hydroélectricité ou l'énergie solaire, l'impact est plus faible que si l'on utilise du gaz naturel. De plus, les piles à combustible contiennent du platine et d'autres composants qui coûtent cher à extraire. Les chercheurs tentent présentement de trouver des solutions pour diminuer la quantité nécessaire de ces composants ou pour trouver d'autres solutions.

Bien que l'industrie des piles à combustible soit de taille modeste, le Canada est reconnu mondialement comme un chef de file dans ce domaine. Plus de 50 % de tous les véhicules à piles à combustible construits dans le monde utilisent la technologie canadienne. La plupart des activités de recherche et de développement sur les piles à combustible sont réalisées en Colombie-Britannique. On se concentre principalement sur les véhicules, les voitures et les autobus qui utilisent ce type de piles. Depuis la production du premier autobus à piles à combustible en 1993, des améliorations majeures ont été réalisées pour l'emploi de l'hydrogène dans les transports en commun. Récemment, la société de transport BC Transit a fait l'achat



**Figure 9.43** Les sacs solaires comportent des piles solaires qui rechargent les batteries des ordinateurs portables, des téléphones cellulaires et des lecteurs MP3.

## Approfondissement

Beaucoup de personnes croient que l'hydrogène est le combustible du futur. Les recherches se poursuivent pour trouver et mettre au point des sources d'hydrogène à la fois écologiques et rentables. Pour en apprendre plus sur l'utilisation de l'hydrogène comme combustible, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **hydrogène et combustible**.



**Figure 9.44** La plus récente génération d'autobus utilise une alimentation hybride composée d'une batterie et d'une pile à combustible fonctionnant avec un moteur électrique. Ces autobus sont deux fois plus efficaces que ceux roulant au diesel.



**Figure 9.45** Ce micro-dispositif de stockage d'hydrogène sert à alimenter un téléphone cellulaire. Il s'agit d'un prototype présenté lors d'une exposition internationale sur les piles combustibles et les piles à hydrogène qui a eu lieu à Tokyo au Japon en 2007.

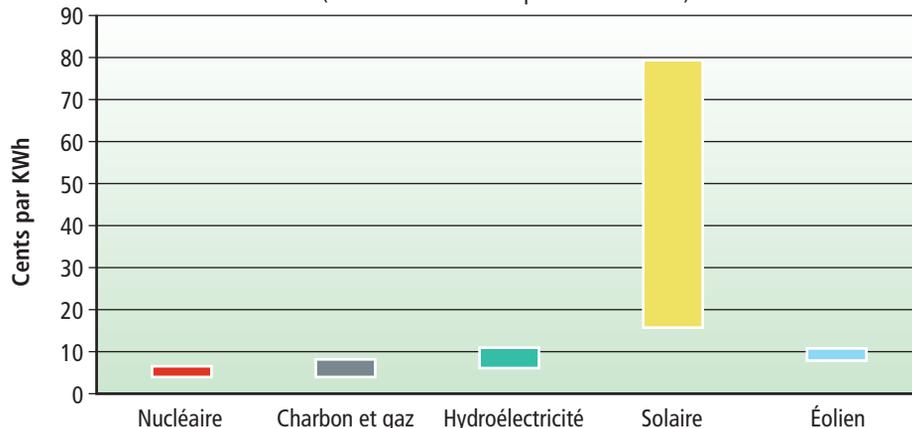
de 20 nouveaux autobus à hydrogène qui seront utilisés lors des Jeux olympiques de 2010 pour transporter les spectateurs (voir la figure 9.44).

Le développement des automobiles à pile à combustible se poursuit. Le principal défi des constructeurs est le manque de postes de ravitaillement. La Colombie-Britannique travaille à mettre en place « la route de l'hydrogène ». Un projet de postes de ravitaillement qui fournira aussi des renseignements sur la technologie des piles à combustible.

Parmi les technologies des piles à combustible en phase d'évaluation, il y a certaines applications fixes qui pourraient alimenter les lave-autos ou les sources d'énergie additionnelle. Parmi les micro-applications se trouvent les communications radio et l'alimentation des téléphones portables (voir la figure 9.45).

Le choix d'une source d'énergie ou d'une combinaison de sources n'est pas facile. De nombreuses centrales hydroélectriques et thermiques sont présentement exploitées à Terre-Neuve-et-Labrador et comptent de nombreux employés. L'abandon progressif de la production d'énergie dans les centrales thermiques provoquerait des pertes d'emploi. Il faut aussi tenir compte de la fiabilité des sources d'énergie. Par exemple, les énergies solaire et éolienne exigent toutes deux une source d'énergie d'appoint. Enfin, il faut calculer les coûts de production à partir de ces sources d'énergie (voir la figure 9.46) et tenir compte de leur impact sur l'environnement et sur la sécurité.

**Coûts relatifs des technologies de production d'électricité**  
(Canada 2003 – cents par kilowattheure)



Source: Institut canadien de recherche énergétique, *Coûts relatifs des technologies génératrices d'électricité* (2006:3)

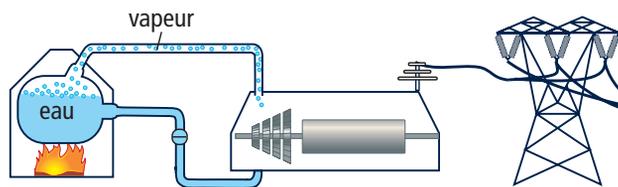
**Figure 9.46** Chaque barre dans ce graphique représente un écart de coûts pour une source particulière d'énergie. L'énergie solaire est la source d'énergie la plus coûteuse par KWh.

## Vérifie ta lecture

1. Pourquoi les centrales hydroélectriques sont-elles si présentes à Terre-Neuve-et-Labrador, alors qu'elles sont quasi inexistantes en Alberta?
2. Quelle est la différence entre les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables? Donne un exemple de chaque type que l'on trouve présentement à Terre-Neuve-et-Labrador.
3. Donne trois exemples de solutions de rechange pour la production de l'énergie électrique.
4. Nomme trois raisons qui limitent le développement de ces solutions.

## Des concepts à retenir

1. Comment produit-on de l'énergie électrique dans une centrale thermique ?
2. Quelles sont les différences entre les modes de production d'énergie électrique suivants : hydroélectrique, nucléaire, thermique et éolien ?
3. Quels sont les principaux composants d'une génératrice ?
4. Quelle est la fonction d'un transformateur ?
5. Sous quelle tension l'énergie électrique arrive-t-elle dans nos maisons ?
6. Quel est le deuxième type de centrale le plus utilisé à Terre-Neuve-et-Labrador ?
7. Nomme deux sources d'énergie renouvelables.
8. Nomme deux sources d'énergie non renouvelables.
9. Quel est le rendement des piles solaires ?
10. a) Quel type de centrale est illustré dans le schéma ci-dessous ?



- b) Quel type de ressources constitue la source d'énergie de cette centrale ?
- c) Nomme un avantage et un désavantage de ce type de centrale.

## Des concepts clés à comprendre

11. Décris les étapes de la production de l'énergie électrique et de son transport, de la centrale à nos maisons.
12. Comment une génératrice produit-elle un courant électrique ?
13. Explique pourquoi l'énergie électrique est transportée avec une tension élevée et une faible intensité de courant sur de longues distances.
14. Parmi les sources d'énergie suivantes, quelle est celle qui conviendrait le mieux pour alimenter un village de pêcheurs isolé de Terre-Neuve-et-Labrador ? Explique ta réponse.
  - a) l'énergie solaire
  - b) l'énergie éolienne
  - c) l'énergie hydroélectrique

## Pause réflexion

La plupart des solutions de recharge pour la production de l'électricité sont plus efficaces et plus écologiques que les sources d'énergie traditionnelles. Elles sont néanmoins plus coûteuses. Crois-tu que les gens sont prêts à payer plus pour utiliser l'énergie électrique provenant de sources d'énergie plus efficaces et plus écologiques ?

## Prépare ton propre résumé

Dans le chapitre 9, tu as appris comment les circuits servent à contrôler la transmission de l'énergie électrique. Rédige ton propre résumé des idées principales de ce chapitre. Tu peux ajouter des organisateurs graphiques ou des illustrations à tes notes. (Voir l'Omnitruc 8 pour savoir comment utiliser les diagrammes.) Sers-toi des titres suivants pour organiser ton texte :

1. Les circuits en série et les circuits en parallèle
2. La puissance
3. Le rendement
4. La production de l'électricité

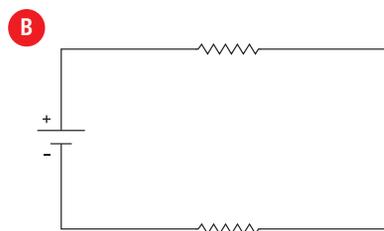
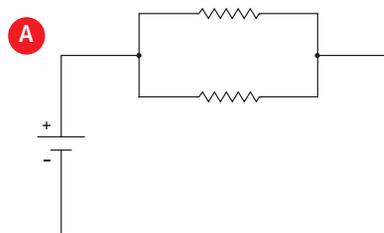
## Des concepts à retenir

1. Quelle est la différence entre le nombre de branches d'un circuit en série et celui d'un circuit en parallèle?
2. Deux résistors sont connectés en série. Comment se compare le courant traversant les deux résistors?
3. Une pile de 6 V est connectée à trois résistors en série. Quelle est la tension totale aux bornes des trois résistors?
4. Complète les phrases suivantes dans ton cahier en utilisant les expressions « augmente », « ne change pas » ou « diminue ».
  - a) Lorsqu'on lui ajoute un résistor en série, la résistance totale d'un circuit \_\_\_\_\_.
  - b) Lorsqu'on lui ajoute un résistor en parallèle, la résistance totale d'un circuit \_\_\_\_\_.
5. Deux résistors sont connectés en parallèle. Est-ce que les tensions aux bornes des résistors sont différentes?
6.
  - a) Dans un circuit, l'intensité du courant qui entre dans un nœud se répartit entre deux branches. Décris la relation entre le courant qui entre dans un nœud et le courant total des deux branches qui sort de ce nœud.
  - b) Si les deux branches ont des résistances différentes, le courant sera-t-il le même dans chaque branche?

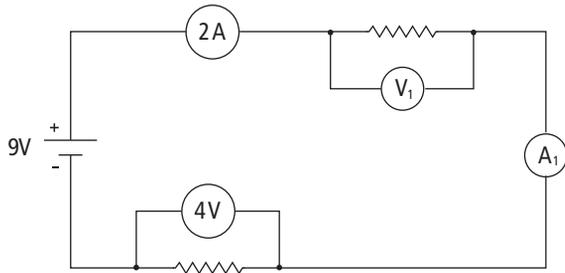
7.
  - a) Définis la puissance.
  - b) Quelle est l'unité de mesure de la puissance?
8. De quelle information as-tu besoin pour calculer la consommation d'énergie électrique d'un appareil?
9.
  - a) Donne deux unités de mesure de l'énergie électrique?
  - b) Quelle unité permet de mesurer les grandes énergies?
10. Définis la puissance en fonction de l'énergie et du temps.
11. Explique les expressions « énergie utile » et « énergie perdue ».
12. Quelle est la différence entre les sources d'énergie renouvelables et celles non renouvelables?

## Des concepts clés à comprendre

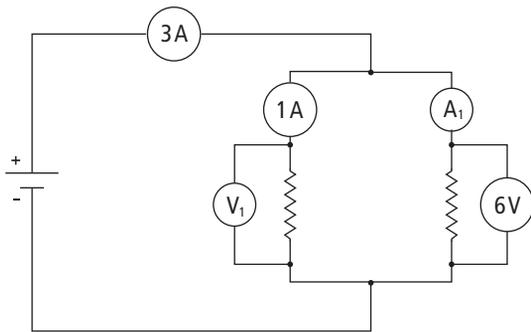
13. Une pile et deux ampoules sont montées en série dans un circuit.
  - a) Qu'arrive-t-il à la deuxième ampoule si la première brûle?
  - b) Le résultat serait-il le même si les ampoules étaient montées en parallèle? Explique ta réponse.
14. Donne un exemple hors du domaine de l'électricité qui illustre :
  - a) un circuit en série ;
  - b) un circuit en parallèle.
15. Pour chaque circuit ci-dessous, indique si les résistors sont connectés en série ou en parallèle et explique tes réponses.



16. Dans le circuit ci-dessous, quelles sont les valeurs mesurées par le voltmètre  $V_1$  et l'ampèremètre  $A_1$  ?



17. Une pile est connectée à un résistor et on mesure le courant sortant de la pile. Quel serait l'effet produit sur le courant sortant de cette pile si un second résistor était :
- ajouté en série au premier résistor ?  
Explique ta réponse.
  - ajouté en parallèle au premier résistor ?  
Explique ta réponse.
18. Dans le circuit ci-dessous, quelles sont les valeurs mesurées par le voltmètre  $V_1$  et l'ampèremètre  $A_1$  ?



19. Classe les appareils électriques suivants par ordre décroissant de consommation d'énergie.

| Appareil           | Puissance nominale | Temps  |
|--------------------|--------------------|--------|
| Séchoir à cheveux  | 600 W              | 15 min |
| Ampoule            | 60 W               | 4 h    |
| Four à micro-ondes | 700 W              | 5 min  |

20. Si le fournisseur d'électricité facture 9,6 cents chaque kWh d'énergie, calcule le montant de la facture d'électricité pour chacune des situations suivantes :
- une cuisinière de 5 kW utilisée pendant 2 heures ;
  - un chauffe-eau de 200 W utilisé pendant 8 heures.
21. Sarah s'installe à l'ordinateur pour terminer un travail scolaire. Décris l'énergie utile fournie par l'ordinateur. Y a-t-il de l'énergie perdue ?
22. Selon toi, quelle serait la source d'éclairage la plus appropriée pour :
- le clavier d'un téléphone cellulaire ;
  - les phares d'un autobus scolaire ;
  - l'éclairage au plafond d'un couloir d'école ;
  - une lampe dans ta chambre.
23. Quel est le rendement d'un four à micro-ondes de 1500 W qui produit  $1,80 \times 10^5$  J d'énergie utile sous forme de chaleur en 15 minutes ?
24. À quoi servent les transformateurs ?
25. Quelles sources d'énergie pourrait-on utiliser pour remplacer les combustibles fossiles dans les automobiles ? Quelles sont les sources qui ne seraient pas pratiques ? Explique ta réponse.
26. Selon toi, quelle est la méthode de production d'énergie qui a le moins d'impacts négatifs sur l'environnement ? Explique ta réponse.

## Pause réflexion

Une pile fournit une puissance de 6 W lorsqu'elle est connectée à deux résistors montés en série. Lorsque ces résistors sont montés en parallèle à la même pile, celle-ci fournit une puissance de 24 W. Comment expliques-tu cette différence de puissance ?

**7 Les charges électriques et le transfert d'électrons**

- L'électricité statique est une charge électrique retenue à un endroit. (7.1)
- Un atome ou un objet deviennent chargés lorsqu'ils perdent ou gagnent des électrons. (7.1)
- Dans les isolants, les charges électriques ne peuvent pas se déplacer facilement, alors que dans les conducteurs les charges électriques se déplacent librement. (7.1)
- Les charges de même signe se repoussent et les charges de signes opposés s'attirent. Les objets chargés (positivement ou négativement) attirent les objets neutres. (7.2)
- La force électrique est une force à distance. On peut augmenter la force électrique en augmentant la valeur de la charge des objets ou en réduisant la distance entre ces objets chargés. (7.2)

**8 La loi d'Ohm : les relations entre le courant, la tension et la résistance**

- Deux charges de signes opposés accumulent de l'énergie potentielle électrique quand elles sont éloignées l'une de l'autre. (8.1)
- La tension (différence de potentiel) est la variation d'énergie potentielle par coulomb. (8.1)
- L'énergie électrique dépend de la charge électrique et de la tension. (8.1)
- Le courant électrique est un flux continu d'électrons dans un circuit fermé. (8.2)
- La loi d'Ohm dit que la résistance électrique d'un circuit est égale au rapport de la tension sur le courant. (8.3)

**9 Les circuits électriques et la transmission de l'énergie électrique**

- Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même en tout point du circuit. Chaque charge du circuit n'utilise qu'une fraction de la tension totale fournie. (9.1)
- Dans un circuit en parallèle, le courant dans chaque branche dépend de la résistance de cette branche. (9.1)
- Lorsque des résistors sont montés en série, la résistance totale du circuit augmente. Lorsqu'ils sont montés en parallèle, la résistance totale du circuit diminue. (9.1)
- On calcule la consommation d'énergie électrique d'un appareil en multipliant sa puissance par sa durée d'utilisation. (9.2)
- On peut économiser l'énergie électrique en modifiant nos habitudes et en utilisant des appareils ayant un meilleur rendement. (9.3)
- Il existe plusieurs méthodes de production de l'énergie électrique. Chaque méthode comporte ses propres avantages et inconvénients. (9.4)

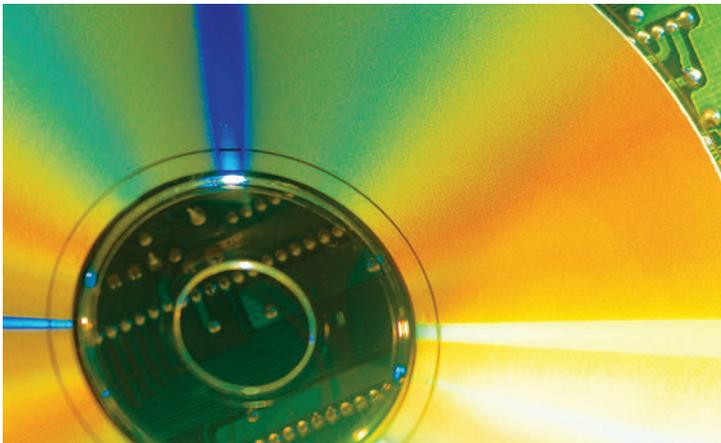
## Chapitre 7



### Mots clés

- acétate
- charge électrique
- charge par conduction
- charge par induction
- conducteur
- coulomb
- force
- force à distance
- force de contact
- force électrique
- générateur van de Graaff
- isolant électrique
- mise à la terre
- neutre
- propriétés des charges électriques

## Chapitre 8



### Mots clés

- ampère
- batterie
- charge d'un circuit
- circuit électrique
- courant électrique
- différence de potentiel
- électrode
- électrolyte
- énergie
- énergie potentielle électrique
- intensité du courant
- loi d'Ohm
- ohm
- pile électrochimique
- résistance
- résistance électrique
- résistor
- schéma de circuit électrique
- tension
- volt

## Chapitre 9



### Mots clés

- borne de mise à la terre
- centrale hydroélectrique
- centrale nucléaire
- centrale thermique
- circuit en parallèle
- circuit en série
- disjoncteur
- énergie électrique
- énergie non renouvelable
- énergie renouvelable
- étiquette ÉnerGuide
- fusible
- génératrice
- joule
- kilowattheure
- nœud
- pile à combustible
- puissance
- puissance électrique
- puissance nominale
- rendement
- transformateur
- turbine
- watt

## Trouver la meilleure pile

En déballant ton nouveau jeu électronique, tu remarques l'information « Piles non incluses ». Le magasin vend trois marques différentes de piles. Quelle marque fournira le plus d'énergie ?



### Problème

Au cours de ce projet, tu travailleras en équipe pour déterminer quelle marque de piles fournit le plus d'énergie électrique.

### Consigne de sécurité



- Si les fils deviennent chauds, débranche immédiatement le circuit.

### Matériel suggéré

- 3 piles du même type (soit des piles C, D, AA ou AAA) mais de marques différentes
- des ampoules identiques
- des voltmètres
- des ampèremètres
- des chronomètres
- des fils de connexion
- des interrupteurs

### Exigences

- Dessiner un schéma de votre circuit.
- Monter un circuit selon le schéma.
- Mesurer la tension, l'intensité du courant et le temps.
- Calculer la puissance.
- Tracer un graphique montrant vos mesures.

### Marche à suivre

1. En équipe, concevez un circuit comprenant une pile reliée à deux ou trois ampoules montées en parallèle. Incluez dans votre circuit un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant sortant de la pile, un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de la pile et un interrupteur.
2. Dessinez le schéma du circuit conçu par votre équipe. Demandez à votre enseignante ou à votre enseignant de l'approuver.
3. Préparez un tableau pour noter les mesures pour chaque marque de pile.
4. Une fois le circuit approuvé, tous les membres de l'équipe doivent participer à son montage en utilisant l'une des trois piles. Fermez l'interrupteur et mesurez la tension et l'intensité du courant initiales. Notez ces mesures au temps  $t = 0$ .
5. À intervalles de temps réguliers, mesurez l'intensité du courant et la tension. Continuez ce processus jusqu'à ce que les ampoules ne s'allument plus.
6. Débranchez votre circuit. Nettoyez votre aire de travail et rangez le matériel utilisé.
7. Pour chaque couple de mesures, calculez la puissance fournie par la pile ( $P = VI$ ).

### Présentez vos découvertes

1. Tracez un graphique montrant la puissance en fonction du temps. Tracez une courbe régulière et lisse passant par les points. Tracez les courbes de la puissance en fonction du temps pour les trois marques de piles sur le même graphique.
2. L'aire en dessous de la courbe est proportionnelle à l'énergie produite par cette pile ( $E = Pt$ ). Analysez votre graphique et déterminez la marque de piles ayant fourni le plus d'énergie.

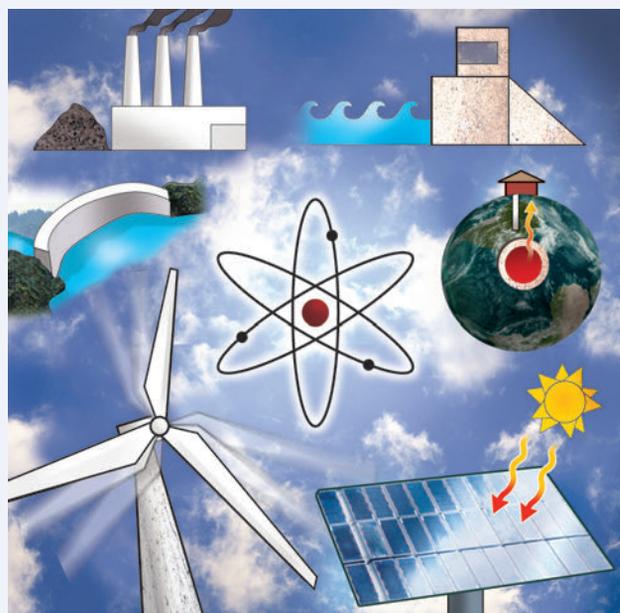
# La production d'énergie électrique

Au cours de ce travail, tu choisiras une source d'énergie et tu feras des recherches sur les méthodes utilisées pour convertir cette énergie en électricité.

### Mise en situation

Depuis une centaine d'années, la province de Terre-Neuve-et-Labrador est devenue de plus en plus dépendante de l'électricité. La croissance de la population, les développements de la technologie et de l'industrie limitent notre capacité à produire suffisamment d'électricité à un coût abordable et en toute sécurité. Les scientifiques poursuivent leurs recherches pour trouver des méthodes de production d'électricité sécuritaires et économiques. Les techniques de production d'électricité les plus courantes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

| Source d'énergie       | Description   |
|------------------------|---|
| <b>Hydroélectrique</b> | On construit des barrages sur les rivières pour convertir l'énergie potentielle gravitationnelle en énergie électrique. Actuellement, plus de 90 % de l'électricité de Terre-Neuve-et-Labrador est d'origine hydroélectrique. |
| <b>Thermique</b>       | On brûle du charbon ou du gaz naturel pour convertir l'énergie thermique en électricité.  |
| <b>Géothermique</b>    | On utilise la chaleur de la terre pour produire de l'électricité.   |
| <b>Nucléaire</b>       | Des réacteurs nucléaires convertissent l'énergie nucléaire en électricité.  |
| <b>Éolienne</b>        | L'énergie du vent est convertie en électricité par les éoliennes.   |
| <b>Marémotrice</b>     | On utilise le mouvement des vagues et des marées pour produire de l'électricité.  |
| <b>Solaire</b>         | Des panneaux solaires convertissent l'énergie du Soleil en électricité.   |



### Renseigne-toi

Choisis l'une des sources d'énergie du tableau ci-contre. Utilise Internet, des encyclopédies, des livres ou tout autre outil à ta disposition pour trouver comment cette source d'énergie est convertie en électricité. Tu peux commencer tes recherches à partir des mots clés suivants : hydroélectrique, thermique, nucléaire.

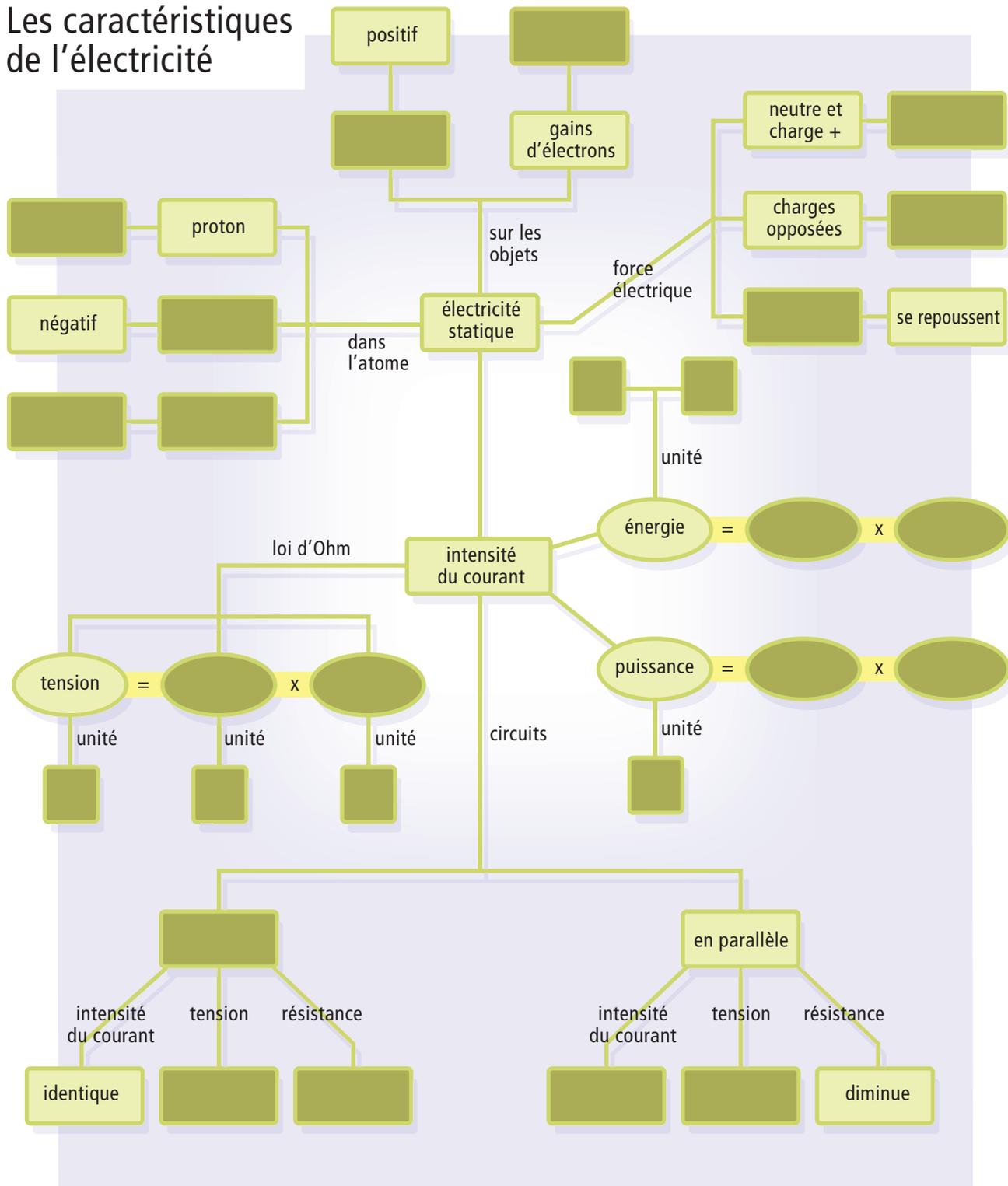
### Présente tes découvertes

1. Crée une affiche pour montrer les résultats de tes recherches. Tu peux y inclure de l'information sur :
  - les méthodes utilisées pour convertir cette source d'énergie en électricité ;
  - les effets sur l'environnement ;
  - les coûts ;
  - la fiabilité de l'approvisionnement.
2. Imagine que tu participes à une réunion au conseil municipal. Tu y feras la promotion de la source d'énergie que tu as choisie auprès d'une petite communauté située sur la côte de Terre-Neuve-et-Labrador. Cette communauté prévoit se développer et aura besoin d'une nouvelle source d'énergie.

## Les idées du module en bref

1. Reproduis dans ton cahier ce diagramme en y indiquant les caractéristiques de l'électricité.

### Les caractéristiques de l'électricité



## Des mots clés à employer

2. Inscris dans ton cahier si les énoncés suivants sont vrais ou faux. Si un énoncé est faux, reformule-le pour qu'il soit vrai.
  - a) Quand un objet est neutre, il ne possède ni charge positive ni charge négative.
  - b) Quand un objet est mis à la terre, on permet aux charges électriques de se disperser dans la terre.
  - c) Un isolant ne laisse pas les charges électriques se déplacer librement.
  - d) Une charge placée dans un circuit convertit l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie.
  - e) Les résistors ralentissent le flux d'électrons.
  - f) Dans un circuit en série, la différence de potentiel mesurée aux bornes de la source est égale à la différence de potentiel mesurée aux bornes de chaque charge.
  - g) Dans un circuit en parallèle, l'intensité du courant qui entre dans un nœud est égale à l'intensité du courant qui en sort.
  - h) La plupart des appareils électriques ont un rendement de 100%.
  - i) L'énergie hydroélectrique est un exemple d'énergie renouvelable.

## Des concepts à retenir

7

3. a) Quel appareil utilise-t-on pour détecter les charges électriques?  
b) Comment cet appareil indique-t-il la présence de ces charges électriques?
4. Quels sont les noms donnés à deux objets ayant des charges de signes opposés?
5. a) Quelles sont les deux particules chargées de l'atome?  
b) Quel type de charge possède chaque particule?
6. Quelle est la charge d'un objet une fois mis à la terre?
7. Quel type de particule est transféré quand un objet neutre acquiert une charge?
8. a) Donne deux exemples de conducteurs électriques.  
b) Donne deux exemples d'isolants électriques.

9. Énonce les trois propriétés des charges électriques.

8

10. Définis la tension en fonction de l'énergie potentielle électrique et de la charge électrique.
11. Quelle est la différence entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle?
12. Indique ce que chacun de ces appareils permet de mesurer :
  - a) un voltmètre ;
  - b) un ampèremètre ;
  - c) un ohmmètre.
13. Quelle est la différence entre l'électrostatique et le courant électrique?
14. Que devient l'énergie électrique quand un électron traverse un résistor?
15. Formule la loi d'Ohm en fonction de la tension, de l'intensité du courant et de la résistance.
16. Que signifient les anneaux de couleurs sur les résistors?

9

17. Quelle est la différence entre un circuit en série et un circuit en parallèle?
18. Utilise les mots ou expressions suivants pour compléter le tableau : « est identique », « est différent », « augmente » ou « diminue » :

|  | En série | En parallèle |
|--|----------|--------------|
| L'intensité du courant en tout point du circuit                                      |          |              |
| La tension aux bornes de résistors ayant des résistances différentes dans un circuit |          |              |
| La résistance totale lors de l'ajout d'un résistor au circuit                        |          |              |

19. Dans un circuit en série, est-ce que la tension aux bornes de la pile et la somme des tensions aux bornes de chaque résistor sont différentes?
20. Si une intensité de 4 A entre dans un nœud d'un circuit en parallèle, quelle est l'intensité totale du courant qui doit quitter ce même nœud?
21. Quels facteurs ont une influence sur le coût de l'énergie électrique?

22. Une ampoule de 60 W et une ampoule de 100 W restent allumées pendant la même durée. Quelle ampoule aura consommé le plus d'énergie?
23. Quelle information trouve-t-on sur l'étiquette ÉnerGuide?
24. Qu'est-ce qu'un transformateur?

## Des concepts clés à comprendre

25. Explique l'origine de la foudre.
26. Explique pourquoi un ballon chargé reste collé au mur.
27. À l'aide d'une tige chargée et d'un électroscope, explique comment il est possible de déterminer si un objet est conducteur.
28. Tu frottes sur ton chandail un objet en plastique. Cet objet acquiert alors une charge. Décris comment tu utiliserais un morceau d'acétate chargé négativement pour déterminer la charge de l'objet en plastique.
29. Deux objets chargés sont placés à 10 cm l'un de l'autre. Décris deux méthodes pour augmenter la force électrique entre ces deux objets.
30. En utilisant le mouvement des électrons, explique la différence entre la charge par conduction et la charge par induction.
31. Décris deux façons d'augmenter l'intensité dans un circuit.
32. Lorsqu'une pile est connectée à un circuit fermé, les électrons circulent instantanément dans le circuit. Comment expliques-tu ce phénomène?
33. Un résistor est connecté à une pile qui fournit un courant de 4 A au circuit. Le résistor est ensuite remplacé par un autre ayant une résistance deux fois plus petite. Quelle sera l'intensité du courant sortant de la pile?
34. Explique pourquoi les circuits électriques d'une maison sont montés en parallèle et non en série.
35. Explique comment une génératrice produit de l'énergie électrique.
36. Décris trois moyens que tu pourrais utiliser (ou que tu utilises déjà) pour économiser l'énergie à la maison.

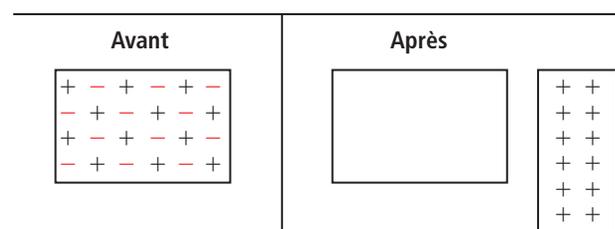
37. Deux ampoules identiques sont reliées à une pile dans un circuit en série.
  - a) Comment la deuxième ampoule réagit-elle si l'on dévisse la première ampoule?
  - b) Le résultat serait-il le même si les deux ampoules étaient connectées en parallèle? Explique ta réponse.
38. Une guirlande de 12 ampoules est montée en série. Si cette guirlande est branchée à une source de 120 V, quelle est la tension aux bornes de chaque ampoule?

## Réflexion critique

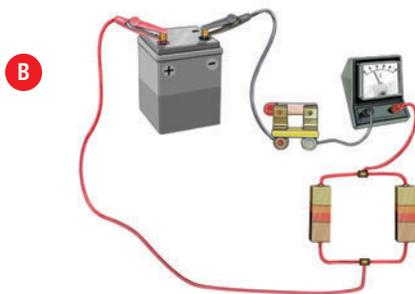
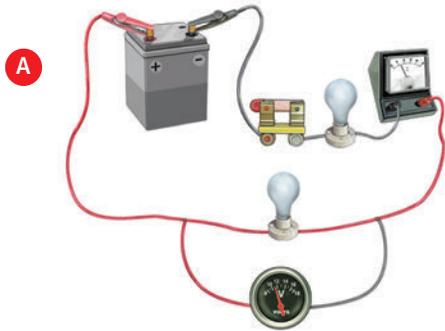
39. Un objet chargé est placé à proximité d'un tas de grains de riz soufflés. Certains grains sont attirés par l'objet, mais dès qu'ils entrent en contact avec lui, ils sont repoussés dans toutes les directions. Explique ce phénomène.
40. Un orage survient pendant que tu joues au golf. Un joueur qui t'accompagne suggère de poursuivre la partie ou de se réfugier sous un arbre. Selon toi, est-ce que ce sont de bonnes idées? Explique ta réponse.
41. Deux fils peuvent être connectés aux bornes d'une pile. L'un de ces fils possède une résistance élevée, alors que la résistance de l'autre fil est faible. Lequel de ces deux fils produira le plus rapidement de la chaleur? Explique ta réponse.
42. Ton enseignant(e) t'explique que le Soleil est la source d'énergie ultime emmagasinée dans les combustibles fossiles. Es-tu d'accord? Explique ta réponse.

## Des compétences à acquérir

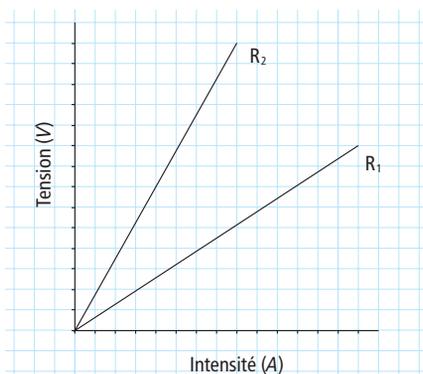
43. Reproduis le schéma suivant dans ton cahier. Place des signes « + » et « - » dans le rectangle vide pour illustrer la distribution des charges lors de la charge par induction.



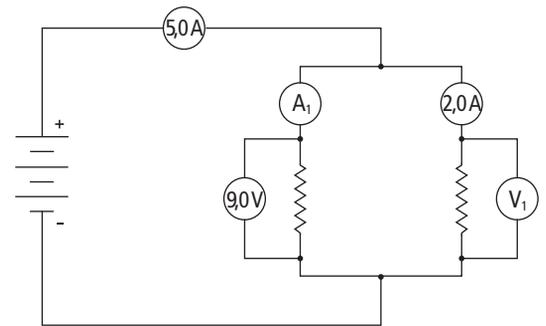
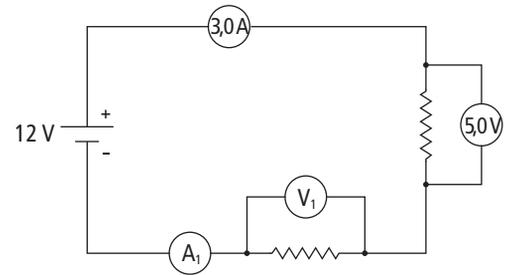
44. Dessine le schéma de chaque circuit ci-dessous.



45. Un courant de 2 A passe dans un résistor de  $220 \Omega$ . Quelle est la tension aux bornes de ce résistor ?
46. Un circuit reçoit 0,45 A d'une pile de 9 V. Quelle est la résistance de ce circuit ?
47. Un résistor de  $18 \text{ M}\Omega$  est connecté à une ligne à haute tension de 120 kV. Quelle est l'intensité du courant, en milliampères (mA), passant par ce résistor ?
48. Deux résistors différents,  $R_1$  et  $R_2$ , sont connectés à des piles différentes. On en mesure l'intensité du courant. Les mesures correspondant à ces résistances sont représentées sur le graphique ci-dessous. Quel résistor a la plus grande résistance ? Explique ta réponse.



49. Détermine la tension mesurée par le voltmètre  $V_1$  et l'intensité mesurée par l'ampèremètre  $A_1$  dans les circuits suivants :



50. Calcule le rendement d'un lecteur CD qui consomme une énergie de 80 kJ et en perd 30 kJ. Que dois-tu supposer pour pouvoir réaliser le calcul ?
51. Un four grille-pain de 1400 W est utilisé durant 30 minutes.
- Calcule l'énergie consommée par cet appareil. Donne ta réponse :
    - en joules (J) ;
    - en kilowattheures (kWh).
  - Si le fournisseur d'électricité demande 0,10 \$ pour chaque kilowattheure, combien coûtera la consommation du grille-pain ?

## Pause réflexion

En moins de 300 ans, notre connaissance de l'électricité a évolué de la production d'une charge statique par frottement jusqu'à la fabrication d'ordinateurs puissants et sophistiqués. Quelles notions apprises dans ce module te permettent de mieux comprendre l'importance de l'électricité dans ta vie ?