

## Les caractéristiques de l'électricité



Les lignes à haute tension comme celles-ci, situées près de la centrale hydroélectrique de Churchill Falls, font partie de notre paysage. Grâce à l'énergie électrique, nous avons développé des technologies qui ont amélioré nos vies. Pour utiliser cette importante ressource, les ingénieurs doivent bien connaître les caractéristiques de l'électricité.

## Contenu du module

7

### Les charges électriques et le transfert d'électrons

- 7.1 Les charges électriques
- 7.2 La force électrique



8

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

- 8.1 L'énergie potentielle électrique et la tension
- 8.2 Le courant électrique
- 8.3 La résistance et la loi d'Ohm



9

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

- 9.1 Les circuits en série et les circuits en parallèle
- 9.2 La puissance de l'électricité
- 9.3 L'énergie électrique à la maison
- 9.4 L'électricité et l'environnement





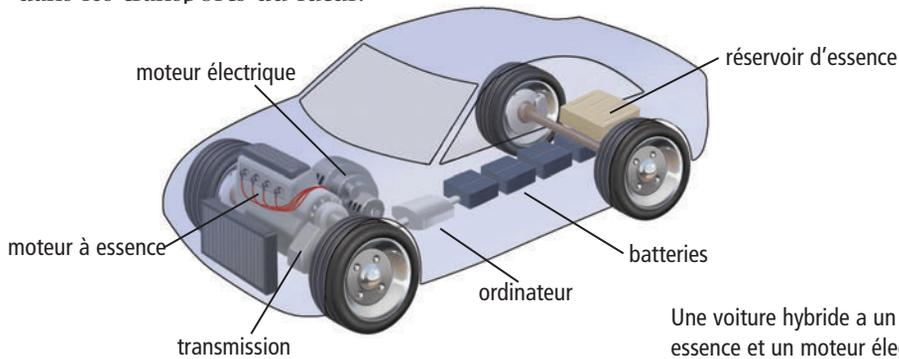
Le rallye automobile Targa Newfoundland est connu mondialement. Depuis 2007, il comporte une catégorie « véhicule hybride ». Surtout reconnus pour leur efficacité énergétique, certains de ces véhicules peuvent désormais rivaliser avec les autres types de véhicules.

**L**es véhicules hybrides existent depuis plusieurs années. Le terme « hybride » désigne les véhicules qui utilisent plus d'une source d'énergie. Par exemple, les cyclomoteurs sont des bicyclettes équipées d'un petit moteur et de pédales. Ils sont hybrides, puisque tu peux te déplacer grâce à l'énergie de l'essence ou de tes jambes. Depuis des dizaines d'années déjà, des locomotives et des sous-marins fonctionnent aussi grâce à des moteurs hybrides électriques et diesels.

On trouve plusieurs types de voitures hybrides sur le marché. Ces voitures ont un moteur à essence et un moteur électrique. Par exemple, la voiture « hybride parallèle » utilise principalement l'énergie d'un petit moteur à essence. Un ordinateur détermine s'il faut utiliser le moteur à essence, le moteur électrique ou les deux. Les voitures hybrides consomment peu de carburant et polluent moins l'atmosphère.

Pour le moment, l'autonomie des véhicules électriques abordables reste faible. Ils doivent être rechargés fréquemment. Il faudrait plus de 100 kg de batteries pour disposer d'autant d'énergie qu'avec un litre d'essence. Avec l'amélioration continue des batteries et des piles à combustible, qui sait si la voiture électrique ne remplacera pas un jour la voiture à essence.

L'augmentation du prix du pétrole et les problèmes de pollution liés à l'utilisation du carburant pourraient encourager l'utilisation de l'électricité pour les transports. La prochaine génération de véhicules sera peut-être hybride ou électrique. Mais quelle que soit la technologie choisie, l'électricité et les moteurs électriques vont jouer un rôle essentiel dans les transports du futur.



Une voiture hybride a un moteur à essence et un moteur électrique.



**Lien Internet**

Pour en savoir plus sur les véhicules électriques et hybrides, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

## Le moteur en un tour de main

## ACTIVITÉ d'exploration

Dans cette expérience, tu construiras un moteur électrique simple.

### Matériel

- un petit aimant en néodyme sous forme de disque
- une pile C ou D
- un clou en fer
- un fil de cuivre de 20 cm, dénudé à chaque extrémité

### Ce que tu dois faire

1. Place la tête du clou sur l'aimant. Tiens la pile verticalement, la borne positive vers le haut. Appuie la borne négative de la pile sur la pointe du clou, tel qu'illustré à droite.
2. Tiens l'une des extrémités du fil de cuivre sur la borne positive de la pile.
3. Frôle délicatement l'autre extrémité du fil sur le bord de l'aimant.



### Qu'as-tu découvert ?

1. Décris le mouvement effectué par le clou.
2. Observe attentivement l'endroit où le fil de cuivre a touché l'aimant. Qu'as-tu observé ?
3. Selon toi, que se passerait-il si tu utilisais une pile plus puissante ?
4. La plupart des moteurs électriques ne contiennent pas de clous. À partir de tes observations, quels éléments devrait-on trouver dans un moteur électrique ?

# Les charges électriques et le transfert d'électrons

**À** la fin d'une journée chaude et humide à St-John's, des nuages orageux se forment au-dessus de la ville. Soudain, des éclairs traversent le ciel, suivis du grondement du tonnerre. Quelques secondes plus tard, d'autres éclairs illuminent la nuit.

Lorsque tu traînes les pieds sur le sol puis que tu touches un objet en métal, tu produis de petites étincelles. Les éclairs déclenchés lors d'un orage ressemblent à des étincelles géantes. En étudiant toutes ces étincelles, les scientifiques ont compris les propriétés de la charge électrique. Si l'on maîtrise la grande quantité d'énergie emmagasinée dans une charge électrique, il devient possible d'utiliser cette énergie dans diverses applications.

## Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **expliquer**, à l'aide d'illustrations, le transfert des charges électriques dans divers matériaux;
- **décrire** les types de charges électriques;
- **énoncer** les propriétés des charges électriques;
- **expliquer** comment la grandeur de la force entre deux charges dépend de la grandeur des charges et de la distance qui les sépare.

## Pourquoi est-ce important?

L'électrostatique est la première forme connue de l'électricité. De nos jours, l'utilisation de l'électricité repose sur notre connaissance des propriétés des charges électriques.

## Les compétences que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

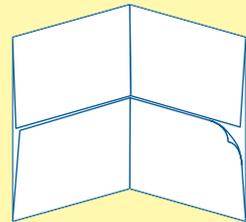
- **décrire** l'interaction entre des objets chargés;
- **transmettre** les connaissances acquises sur les charges électriques;
- **représenter** les charges électriques à la surface d'un objet dans des schémas;
- **détecter** une charge électrique à l'aide d'un électroscope.

Prépare ton aide-mémoire repliable pour prendre des notes sur ce que tu apprendras dans le chapitre 7.

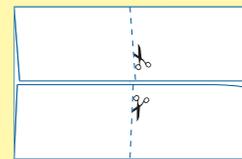
**ÉTAPE 1** Plie une feuille de façon que le haut et le bas de la feuille touchent une ligne tracée au milieu de la feuille.



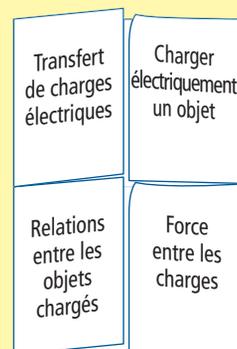
**ÉTAPE 2** Plie ensuite la feuille en deux dans le sens de la largeur.



**ÉTAPE 3** Ouvre la feuille et découpe le long des pliures intérieures pour créer quatre languettes à l'avant.



**ÉTAPE 4** Écris les titres suivants sur les languettes.



**Lis et écris** Pendant que tu lis le chapitre, note sous la languette appropriée ce que tu as appris sur l'électrostatique.

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

## 7.1 Les charges électriques

### Notions scientifiques de la section

- L'électrostatique est l'effet de la charge électrique au repos.
- Les électrons ont une charge négative, alors que les protons ont une charge positive.
- Un atome ou un objet qui possède le même nombre d'électrons que de protons est neutre.
- Un atome ou un objet devient chargé lorsqu'il perd ou qu'il gagne des électrons.
- Un isolant électrique est un matériau dans lequel les charges électriques ne peuvent pas se déplacer facilement.
- Un conducteur est un matériau dans lequel les charges électriques peuvent se déplacer facilement.
- L'unité de mesure de la charge électrique est le coulomb.

### Mots clés

acétate  
charge électrique  
conducteur  
coulomb  
générateur van de Graaff  
isolant électrique  
mise à la terre  
neutre



Le mot «électricité» nous fait penser aux appareils modernes : les ordinateurs, les téléviseurs ou les téléphones. Pourtant, les premières études sur l'électricité remontent à l'époque de la Grèce antique. Des savants avaient observé qu'en frottant certains matériaux, comme l'ambre, avec de la laine ou de la fourrure, ces matériaux pouvaient ensuite attirer de petites fibres ou poussières. Lorsqu'un objet est «chargé» par frottement, on dit qu'il a une **charge électrique**.

Tu as probablement déjà fait la même expérience que les savants grecs sans le vouloir. Lorsque tu sors des vêtements de la sècheuse, ils sont souvent collés les uns aux autres. Par temps sec, certains vêtements accumulent des charges électriques et collent à notre corps. Après que tu as peigné tes cheveux, ils se dressent parfois à cause des charges électriques accumulées sur ton peigne et tes cheveux. Peut-être as-tu déjà créé une éclair miniature en touchant un objet métallique après avoir marché sur un tapis?

### Le savais-tu ?

La foudre frappe le sol à une vitesse d'environ 222 000 km/h. Elle frappe la Terre en moyenne 100 fois par seconde.

Autrefois, les scientifiques n'avaient aucune méthode précise pour détecter les charges électriques. Ils touchaient un objet et estimait la quantité de charge électrique stockée par l'objet en fonction de l'intensité de la décharge électrique ressentie. En 1748, le physicien français Jean Antoine Nollet (1700-1770) a inventé l'électroscope, un instrument qui détecte les charges électriques. Au cours de cette activité, tu utiliseras un électroscope pour détecter la charge électrique sur un ballon.

### Matériel

- un électroscope
- un ballon gonflé
- du tissu en laine

### Ce que tu dois faire

1. Note la position des feuilles à l'intérieur de l'électroscope.
2. Frotte le ballon avec le morceau de tissu.



Un électroscope

3. Touche la sphère métallique de l'électroscope avec le ballon. Observe la position des feuilles de métal.
4. Éloigne le ballon de l'électroscope et observe à nouveau la position des feuilles.
5. Touche la sphère métallique avec ton doigt et observe la position des feuilles.
6. Frotte à nouveau le ballon sur le morceau de tissu et touche légèrement la sphère métallique avec le tissu de laine. Observe alors la position des feuilles.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Compare la position des feuilles de l'électroscope quand le ballon touchait la sphère métallique avec leur position lorsque le ballon en était éloigné.
2. Comment la position des feuilles a-t-elle changé lorsque tu as touché avec ton doigt l'électroscope chargé ? Qu'est-il arrivé à cette charge ?
3. Le ballon et le bout de tissu ont-ils le même effet sur l'électroscope ?

## Les premières théories de l'électricité

Lors des toutes premières recherches sur l'électricité statique, les scientifiques avaient émis l'hypothèse qu'il existait deux sortes d'électricité. Ils avaient observé que frotter certains matériaux comme l'ambre produisait une sorte d'électricité, alors que frotter d'autres matériaux comme le verre produisait une sorte d'électricité différente. Benjamin Franklin (voir la figure 7.1) croyait à l'existence d'une seule sorte d'électricité. Il l'appelait le « fluide électrique ». Selon lui, ce fluide électrique s'écoulait d'un objet vers un autre. L'objet recevant le fluide était chargé positivement, ou « + », et l'autre, négativement, ou « - ».

Les scientifiques utilisent toujours les symboles « + » et « - » pour qualifier la charge électrique d'un objet, mais ces symboles n'ont plus tout à fait le même sens qu'au temps de Franklin. Au cours des deux derniers siècles, de nouvelles théories de l'électricité basées sur les particules ont été élaborées.



Figure 7.1 Benjamin Franklin (1706-1790), scientifique, homme d'État et inventeur américain

### Lien

Tu peux en apprendre plus sur les atomes, les électrons, les protons et les neutrons à la section 1.3.

## Les charges positives et négatives dans l'atome

Dans tes cours de sciences, tu as appris que la matière est faite de minuscules particules appelées atomes. La figure 7.2 montre le modèle simplifié d'un atome. Le noyau se trouve au centre de l'atome. Il contient des neutrons et des protons. Les neutrons n'ont aucune charge, mais les protons ont une charge positive. La charge du noyau est donc positive. Des particules beaucoup plus légères appelées électrons se trouvent autour de ce noyau positif. Les électrons ont une charge négative. Si le nombre de protons est égal au nombre d'électrons, on dit alors que l'atome est **neutre**.

Dans un matériau solide, le noyau positif vibre, mais il reste à la même position, au centre de l'atome. Les électrons (négatifs) sont situés autour du noyau et peuvent se déplacer librement. Étant donné que seulement les électrons peuvent se déplacer dans les matériaux solides, *tous les matériaux solides chargés le sont devenus par un transfert d'électrons*.

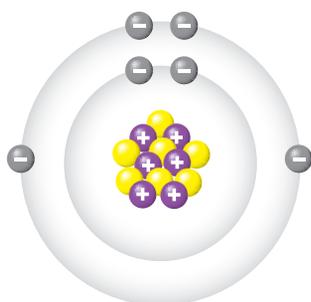


Figure 7.2 Un atome

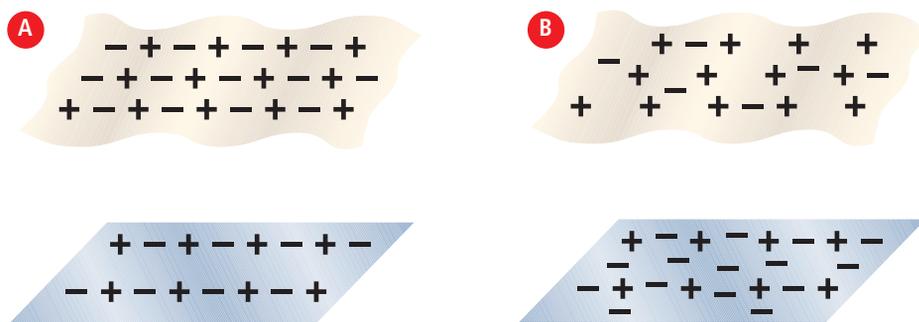
- Si un électron est *retiré* d'un atome neutre, une charge négative élémentaire est enlevée. L'atome contient ainsi plus de charges positives que de charges négatives. Un atome, ou tout autre objet, contenant plus de protons que d'électrons est chargé positivement.
- Si un électron est *ajouté* à un atome neutre, le nombre de charges élémentaires négatives augmente. L'atome contient alors plus de charges négatives que de charges positives. Un atome, ou tout autre objet, contenant plus d'électrons que de protons a donc une charge négative.

Le transfert d'électrons d'un atome à un autre modifie la charge des deux atomes. En perdant des électrons, l'atome devient chargé positivement. En gagnant des électrons, l'autre atome devient chargé négativement.

## Le frottement et le transfert d'électrons

En frottant deux objets l'un contre l'autre, on peut provoquer un transfert d'électrons d'un objet à l'autre. La figure 7.3A montre un morceau d'acétate neutre et une serviette en papier neutre. L'**acétate** est un type de plastique. Il est utilisé dans les transparents pour les projecteurs. Si l'on frotte l'acétate contre la serviette en papier, des électrons passeront du papier à l'acétate. Le morceau d'acétate aura alors plus de charges négatives que de charges positives. La serviette en papier, qui a perdu des électrons, aura plus de charges positives. Le morceau d'acétate est donc chargé négativement et la serviette en papier est donc chargée positivement (voir la figure 7.3B).

**Figure 7.3** A) Le morceau d'acétate (bas) et la serviette en papier (haut) sont neutres. En frottant l'acétate sur la serviette en papier, des électrons sont transférés de la serviette à l'acétate. B) Le morceau d'acétate est chargé négativement et la serviette en papier est chargée positivement.

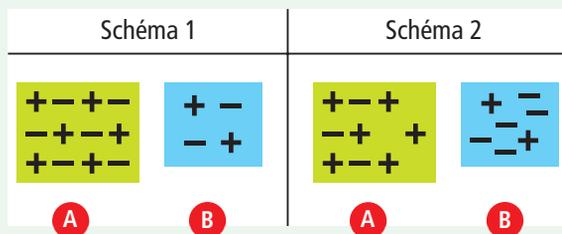


Au cours de la première partie de cette activité, tu utiliseras des schémas pour répondre aux questions sur les transferts de charges. Dans la deuxième partie, tu devras dessiner des schémas montrant des objets ayant des charges positive, négative ou neutre.

### Ce que tu dois faire

#### Partie 1

Utilise les schémas ci-dessous pour répondre aux questions ci-après. Le schéma 1 montre deux objets neutres, A et B. Le schéma 2 montre ces deux objets après qu'ils ont été frottés l'un contre l'autre.

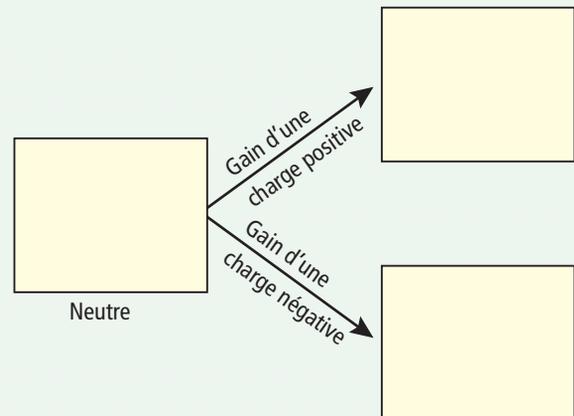


- Comment le schéma 1 illustre-t-il que les objets A et B sont neutres ?
- Le schéma 2 montre les objets A et B frottés l'un contre l'autre :
  - Sont-ils toujours neutres ? Comment le sais-tu ?
  - Quelle est la charge de l'objet A ?
  - Quelle est la charge de l'objet B ?
- Quelle charge positive ou négative a été transférée ?
- Quelles différences y a-t-il entre la position des charges positives dans le schéma 1 et leur position dans le schéma 2 ?

- Compte le nombre total d'électrons dans le schéma 1. Compare ce nombre avec le nombre total d'électrons dans le schéma 2. Y a-t-il eu une perte ou un gain d'électrons au cours du transfert ?

#### Partie 2

- Copie le schéma ci-dessous dans ton cahier.



- Dans ton cahier, inscris les symboles (+) et (-) dans chaque boîte pour illustrer :
  - comment un objet neutre devient chargé positivement ;
  - comment un objet neutre devient chargé négativement.
- Si tu compares ton schéma avec celui d'une ou d'un autre élève et que vous avez tous les deux la bonne réponse, vos schémas doivent-ils obligatoirement être identiques ? Explique ta réponse.

### Vérifie ta lecture

- L'atome est composé de trois particules.
  - Donne le nom et la charge de chaque particule.
  - Indique où se trouve chaque particule dans l'atome.
- Quand peut-on dire qu'un atome est neutre ou ne porte pas de charge ?
- Comment les matériaux solides reçoivent-ils une charge ?
- Quelle est la charge globale d'un atome possédant plus de protons que d'électrons ?
- Quelle est la charge globale d'un atome lorsqu'il gagne des électrons ?
- Que peut-il arriver aux électrons lors du frottement entre deux objets ?

## Le savais-tu ?

Les liquides peuvent aussi subir l'influence des charges électriques. Tu l'observeras en tenant un objet chargé près d'un mince filet d'eau que tu laisses couler d'un robinet.

## Les isolants et les conducteurs

Si tu tiens une tige en plastique neutre par son milieu et que tu frotes l'une de ses extrémités avec une serviette en papier, seule cette extrémité sera chargée. L'autre restera neutre. De plus, les électrons ajoutés lors du frottement demeurent au même endroit.

Les matériaux dans lesquels les charges ne peuvent pas se déplacer facilement sont des **isolants** électriques (voir la figure 7.4A). Les électrons enlevés d'une partie d'un isolant ne sont pas remplacés par d'autres électrons. Le verre, le plastique, la céramique et le bois sec sont de bons isolants.

Les matériaux dans lesquels les électrons peuvent se déplacer librement sont des **conducteurs** (voir la figure 7.4B). Lorsqu'on touche un morceau d'acétate chargé avec l'extrémité d'une tige de métal, les électrons en surplus se répartissent sur toute la longueur de la tige de métal. Les métaux sont de bons conducteurs, parce que leurs atomes possèdent au moins un électron facilement transférable. Ces électrons sont appelés « électrons libres », parce qu'ils peuvent se déplacer librement à travers le conducteur.

Puisque l'électricité statique est une charge bloquée à un même endroit, seuls les isolants peuvent conserver une charge électrique statique. Des conducteurs comme le cuivre ou l'aluminium laissent la charge s'écouler librement.



Figure 7.4A Les charges sur un isolant

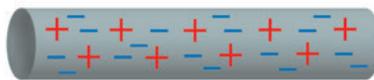


Figure 7.4B Les charges sur un conducteur



Charles Augustin de Coulomb

### Suggestion d'activité

Activité d'exploration 7-1C,  
à la page 235.

## La mesure de la charge électrique

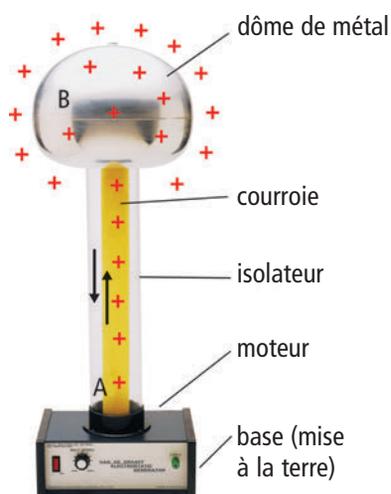
Prenons un objet neutre qui possède autant de protons que d'électrons. La plus petite charge négative que cet objet peut avoir correspond au gain d'un électron. La plus petite charge positive que cet objet peut avoir correspond à la perte d'un électron.

L'unité de mesure de la charge électrique est le **coulomb** (C), en hommage au physicien français Charles Augustin de Coulomb (1736-1806). Pour produire une charge de un C, il faut ajouter ou retirer  $6,25 \times 10^{18}$  électrons. Un éclair transporte en moyenne une charge de 5 C à 25 C. Cette charge est la plupart du temps négative. La pièce de monnaie que tu transportes dans tes poches possède une charge négative d'environ un million de coulombs. Alors, pourquoi ne reçois-tu pas une énorme décharge électrique? Parce que cette pièce possède aussi une charge positive de un million de coulombs. Comme la charge négative est égale à la charge positive, la pièce de monnaie est neutre.

## La production d'une charge électrique

Dans la nature, on trouve souvent des situations où un objet est chargé électriquement par frottement. Par exemple, la charge électrique des nuages qui provoque la foudre est causée par le frottement de l'air chaud montant rapidement dans les gros nuages. Les scientifiques étudient comment les frottements entre les cristaux de glace dans les nuages produisent des charges électriques élevées. Afin de mieux comprendre les charges électriques qui s'accumulent au cours des orages, les scientifiques ont besoin d'un appareil produisant de grandes charges électriques en laboratoire.

La première « machine à foudre » a été inventée en 1931 par un physicien américain, Robert van de Graaff. Le **générateur van de Graaff** utilise le frottement pour accumuler une charge électrique importante sur un dôme de métal, tel qu'illustré à la figure 7.5. Une courroie en mouvement transporte une charge électrique de la base du générateur vers le haut, où elle est emmagasinée sur le dôme (voir la figure 7.6).



**Figure 7.5** La charge est transférée à une courroie en mouvement à la base du générateur (la position A), puis elle est transférée de la courroie au dôme métallique (la position B).



**Figure 7.6** Un générateur van de Graaff produit une charge électrique suffisante pour te faire dresser les cheveux sur la tête !



Lien

Internet

En plus de servir à l'étude de l'électricité, le générateur van de Graaff a aussi des applications dans le domaine des tubes à rayons X, de la stérilisation alimentaire et de certaines expériences en physique nucléaire. Pour en savoir plus sur ces applications, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

## Les applications de l'électrostatique

L'électrostatique a parfois des effets indésirables mais elle a aussi plusieurs applications utiles. Par exemple, les pellicules d'emballage en plastique tiennent en place grâce à l'électrostatique. L'électrostatique sert aussi à réduire la pollution de l'air. Certains dispositifs placés dans les cheminées utilisent une charge électrique pour enlever les particules de poussière et de fumée présentes dans l'air. Les ioniseurs d'air qui rafraîchissent l'air dans les maisons fonctionnent de la même manière. Ils enlèvent des électrons aux particules en suspension dans l'air. Une fois chargées, ces particules sont attirées sur une plaque placée dans l'appareil. On trouve même des applications de l'électrostatique en peinture automobile. Les particules de peinture chargées électriquement collent au métal de la carrosserie.

## Les dangers de l'électrostatique

Dans certains cas, l'électrostatique représente un danger pour les gens et pour certains équipements. Les camions-citernes qui livrent le carburant aux stations-service ou aux avions ne doivent pas avoir d'électrostatique avant de transvider le carburant (voir la figure 7.7). Une simple étincelle causée par une accumulation de charges électriques pourrait provoquer une explosion. Pour éviter de tels accidents, un câble est relié aux objets avant le pompage. Ce câble est un conducteur permettant à toute charge électrique en excès de s'écouler vers la terre et ainsi de décharger l'objet. Cette opération porte le nom de **mise à la terre**. La Terre est tellement grosse qu'elle peut accepter des charges électriques sans devenir elle-même chargée.

Pour protéger un édifice de la foudre, on place un paratonnerre sur son toit (voir la figure 7.8). Si un éclair se produit près de l'édifice, la foudre passera par le paratonnerre et sera dirigée vers la terre.

**Figure 7.7** Lorsqu'un camion-citerne roule sur la route ou qu'un avion atterrit sur une piste, ils peuvent accumuler une charge électrique. Cette charge ne peut pas être libérée, car le caoutchouc des pneus est un isolant. La moindre étincelle survenant près du carburant pourrait provoquer une grave explosion. Pour cette raison, on installe toujours un câble de mise à la terre sur le tuyau de remplissage pour éviter l'apparition d'étincelles.



**Figure 7.8** Le paratonnerre dirige la décharge électrique de la foudre vers la terre en toute sécurité.

### Approfondissement

Normalement, l'air est un isolant. Mais dans certaines conditions, il peut devenir conducteur. Ce type de conducteur est appelé plasma. Pour en apprendre plus sur le plasma, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **plasma**, **conducteur** et **air**.

### Vérifie ta lecture

1. Par rapport au déplacement des électrons, quelle est la différence entre un isolant et un conducteur ?
2. Comment un objet constitué de millions d'électrons et de protons peut-il être neutre ?
3. À quoi sert le générateur van de Graaff ?
4. Nomme quatre utilisations de l'électrostatique.
5. Comment des objets qui ont une charge négative ou une charge positive peuvent-ils devenir neutres ?
6. Qu'est-ce que la mise à la terre ?
7. Pourquoi les camions-citernes et les avions doivent-ils être mis à la terre avant le pompage du carburant ?

Si on crée une charge électrique sur un isolant, cette charge aura tendance à rester au même endroit. Par contre, lorsque des électrons sont ajoutés en un point d'un conducteur, la charge se répartira sur tout le conducteur. Au cours de l'activité suivante, tu apprendras comment produire des charges électriques pour différents matériaux.

### Consigne de sécurité

- Ne mange pas dans la salle de sciences.

### Matériel

- du riz soufflé
- divers objets solides : paille en plastique, peigne, règle en plastique, morceau d'acétate, morceau de vinyle, tige de verre, morceau d'aluminium, tige de fer et tige de cuivre
- divers objets souples : laine, serviette en papier, pellicule plastique, fourrure, tissu en nylon

### Ce que tu dois faire

1. Dessine un tableau semblable à celui proposé ci-dessous pour noter tes observations. Remplace au besoin le nom des objets dans le tableau par ceux mis à ta disposition.

Objets solides	Objets souples	Nombre de grains de riz attirés
Paille en plastique	Serviette en papier Laine Tissu en nylon	
Tige de verre	Serviette en papier Laine Tissu en nylon	
Morceau d'aluminium	Serviette en papier Laine Tissu en nylon	

2. Dépose une poignée de grains de riz soufflé en tas sur ton bureau.
3. Choisis un objet solide et utilise l'un des objets souples pour frotter 10 fois l'une des extrémités de l'objet solide. Approche l'extrémité chargée des grains de riz. Soulève ensuite délicatement l'objet et compte le nombre de grains de riz qui y ont adhéré. Inscris ce nombre sur le tableau.
4. Enlève les grains de riz de l'objet et remets-les dans le tas.
5. Avant de frotter le même objet avec un autre objet souple, essuie sa surface avec ta main nue.
6. Reprends les étapes 3 à 5 jusqu'à ce que tu aies rempli ton tableau. Assure-toi d'exercer chaque fois le même frottement sur les objets.
7. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Quelle combinaison d'objets a attiré le plus grand nombre de grains de riz ?
2. Selon toi, pourquoi est-il important d'exercer le même frottement sur chaque objet ?
3. Pourquoi est-il nécessaire d'essuyer les objets avec la main nue entre chaque expérience ?
4. Nomme les objets qui, selon toi, font partie des conducteurs. Sur quelles observations te bases-tu pour faire ton choix ?
5. Nomme les objets qui, selon toi, font partie des isolants. Sur quelles observations te bases-tu pour faire ton choix ?

## Le cerf-volant de Franklin

Au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, les phénomènes naturels s'expliquaient par des superstitions ou des mythes populaires. Personne ne croyait qu'il était possible d'étudier la foudre mais Benjamin Franklin était différent.

Pendant plusieurs années, Franklin et des amis avaient étudié l'électricité statique. Franklin croyait que la foudre était une manifestation amplifiée de la même étincelle que celle produite par le frottement de certains matériaux. Mais comment parvenir à emmagasiner l'électricité contenue dans les nuages ? C'est à cette époque qu'il a construit son cerf-volant et réalisé sa célèbre expérience.

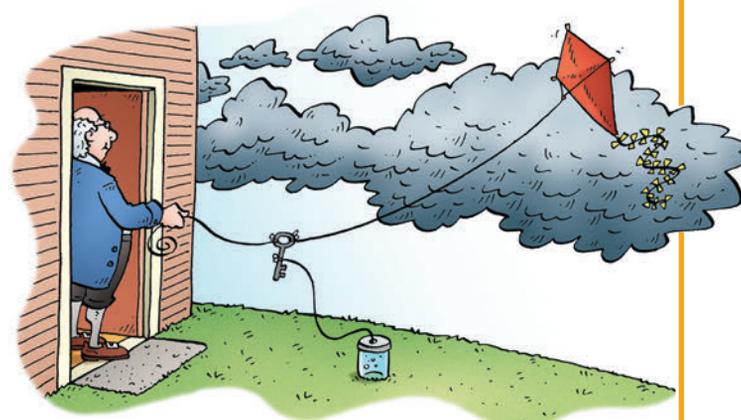
Benjamin Franklin est né le 17 janvier 1706. Il était le dixième enfant d'une famille de dix-sept. Franklin a d'abord exercé le métier d'imprimeur. Il était un lecteur passionné et utilisait tout ce qu'il apprenait dans les livres pour expérimenter et inventer. Plus tard, il a été reconnu pour ses inventions et ses contributions à la science et à la politique.

Benjamin Franklin était conscient de la puissance de l'électricité. S'il ne l'avait pas compris, son expérience du cerf-volant aurait bien pu être sa dernière. Malgré tout ce qui a été raconté, Franklin n'a pas utilisé son cerf-volant pendant un orage. Certains parmi ceux qui l'ont fait ont été électrocutés. Alors comment pouvait-il prouver que la foudre était provoquée par l'électrostatique, sans mettre sa vie en danger ?

En juin 1752, Franklin lança son cerf-volant dans des nuages sombres *avant* un orage. Il avait correctement supposé que les nuages, avant le déclenchement de la foudre, avaient déjà acquis une charge électrique. Son objectif consistait à recueillir l'électricité accumulée dans ces nuages. Si la foudre avait frappé le cerf-volant de Franklin, ses précautions auraient été insuffisantes pour l'empêcher d'être électrocuté.

Pour son expérience, Franklin avait utilisé un cerf-volant attaché à une longue corde de chanvre reliée à une clé en fer. Il savait que cette corde mouillée par la pluie serait conductrice. Franklin tenait son cerf-volant par une corde de soie sèche, elle aussi attachée à la clé. Il s'était placé de

façon que la corde de soie et lui-même restent à l'abri de la pluie. Franklin avait compris que l'électricité ne passerait pas facilement par la corde sèche. De plus, il avait pris une autre précaution en attachant un fil de métal à la clé et en reliant ce fil à une bouteille de Leyde. Ce dispositif permet d'emmagasiner l'électrostatique.



Après avoir laissé voler son cerf-volant assez longtemps, Franklin a approché sa main de la clé en fer. Une étincelle s'est alors produite. L'étincelle d'électrostatique était identique à celle produite par le frottement entre deux objets. Benjamin Franklin venait de prouver que l'accumulation d'électricité statique dans les nuages d'orage produisait la foudre.

### Questions

1. Selon toi, quelles observations ont conduit Benjamin Franklin à croire que la foudre était de l'électricité ?
2. Nomme des précautions prises par Franklin avant de commencer son expérience. Explique comment chacune diminuait les risques qu'il soit électrocuté.
3. Une bouteille de Leyde était reliée à la clé en fer par un fil métallique. Fais une recherche pour savoir comment la bouteille de Leyde emmagasine l'électricité statique. Commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **bouteille de Leyde** et **Benjamin Franklin**.

## Des concepts à retenir

1. Quelle propriété de la charge est définie par le mot « statique » dans le terme électrostatique ?
2. Lorsqu'un morceau d'acétate reçoit une charge par frottement avec une serviette de papier, cette charge est-elle négative ou positive ?
3. Dessine le schéma d'un atome qui possède trois protons, quatre neutrons et trois électrons.
  - a) Identifie les protons, les neutrons et les électrons.
  - b) Indique les particules neutres, positives et négatives.
4. Quelles particules de l'atome se déplacent lorsqu'on charge un objet ?
5. Utilise les signes + et -, et dessine :
  - a) un objet neutre ;
  - b) un objet négatif ;
  - c) un objet positif.
6. Quel est le terme utilisé pour décrire un objet solide qui conserve une charge électrique en un seul endroit limité ?
7. Quel est le terme utilisé pour décrire un objet solide où les électrons peuvent se déplacer facilement ?
8. Quelle est l'unité de mesure de la charge électrique ?
9. Que signifie la mise à la terre d'un conducteur ?
10. Que se passe-t-il lorsqu'un objet chargé positivement est mis à la terre ?
11. Comment peut-on rendre électriquement neutre un objet chargé négativement ?
12. À quoi sert un électroscope ?

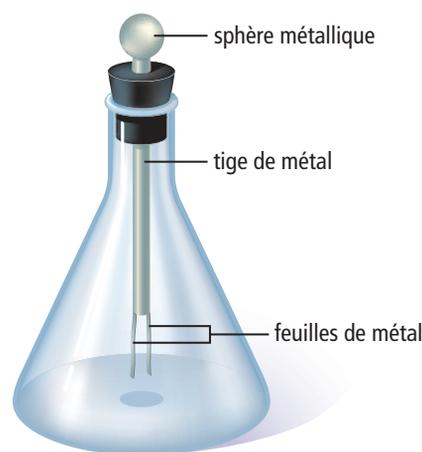
## Des concepts clés à comprendre

13. a) Quelles sont les points communs entre un proton et un électron ?  
b) Quelles sont leurs différences ?
14. Quelle est la différence entre un objet chargé positivement et un objet chargé négativement ?
15. Comment un objet peut-il être neutre s'il contient des millions d'électrons ?

16. Explique pourquoi tu peux recevoir une décharge électrique si tu touches un objet en métal, comme une poignée de porte, après avoir marché sur un tapis.
17. Lorsque tu touches un objet chargé avec ta main, cet objet devient neutre. Explique ce qui est arrivé à la charge de cet objet.
18. Explique les différences entre un conducteur et un isolant.
19. Si tu frottes deux objets neutres *identiques* ensemble, est-il possible que ces objets acquièrent une charge électrique ? Explique ta réponse.

## Pause réflexion

Au début de ce chapitre, tu as appris qu'un électroscope sert à détecter les charges électriques. Explique pourquoi la sphère, la tige et les feuilles sont en métal. Si tu remplaçais la sphère en métal par une sphère en plastique, quelle conséquence cela aurait-il sur le fonctionnement de l'électroscope ? Utilise le vocabulaire appris dans cette section dans ton explication.



Un électroscope

## 7.2 La force électrique

### Notions scientifiques de la section

- La force électrique agit sur les objets même lorsqu'ils ne se touchent pas.
- Les objets ayant des charges de même signe se repoussent.
- Les objets ayant des charges de signes opposés s'attirent.
- Les objets neutres sont attirés par les objets chargés.
- L'intensité de la force électrique dépend de la valeur de la charge sur chaque objet et de la distance qui les sépare.
- Pour augmenter la force, on peut augmenter la charge ou réduire la distance entre les objets chargés.
- On peut charger un objet par conduction ou par induction.

### Mots clés

charge par conduction  
charge par induction  
force  
force à distance  
force de contact  
force électrique  
propriétés des charges  
électriques

La **force** est d'abord définie comme une traction ou une poussée. Lorsque tu lances un ballon de basket-ball, tu exerces une force sur le ballon. C'est un exemple de **force de contact**. Cette force agit seulement lorsqu'elle est en contact avec un objet.

Supposons maintenant que tu approches un peigne électriquement chargé près de minuscules bouts de papier. Même si ces bouts de papier ne touchent pas le peigne, ils seront attirés vers celui-ci (voir la figure 7.9). La **force électrique** est une force qui attire ou repousse des objets chargés. La force électrique est ainsi un exemple de **force à distance**. Cette force peut s'exercer sur un objet sans qu'il n'y ait de contact avec celui-ci.



Figure 7.9 Même si le peigne ne touche pas les bouts de papier sur la table, ils sont attirés par le peigne chargé.

## L'attraction de l'eau

### 7-2A

## ACTIVITÉ d'exploration

Au cours de cette activité, tu observeras comment un filet d'eau est affecté par une charge électrique.

### Matériel

- un robinet d'eau courante
- un morceau d'acétate
- une serviette en papier
- une tige d'ébonite
- de la fourrure

### Ce que tu dois faire

1. Ouvre le robinet pour qu'un mince filet d'eau continu s'en écoule. Le filet d'eau doit être aussi fin que possible, sans toutefois que l'eau coule goutte à goutte.

2. Frotte le morceau d'acétate avec la serviette en papier. Ensuite, approche doucement le morceau d'acétate près du filet d'eau. Observe ce qui arrive au filet d'eau.
3. Frotte la tige d'ébonite avec de la fourrure. Déplace la tige près du filet d'eau et note ce qui arrive au filet d'eau.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Qu'arrive-t-il au filet d'eau lorsque tu en approches le morceau d'acétate ?
2. Qu'arrive-t-il lorsque tu en approches la tige d'ébonite ?
3. Explique en une phrase ce que tu as observé aux étapes 2 et 3.
4. Crois-tu que n'importe quel objet chargé pourrait repousser le filet d'eau ? Explique ta réponse.

## Les propriétés des charges électriques

À la section 7.1, tu as appris qu'on peut classer les objets selon leur charge : positive, négative ou neutre. Les premiers scientifiques ont étudié les relations entre ces trois groupes d'objets en utilisant les forces à distance (voir la figure 7.10). Ces études leur ont permis de découvrir que deux objets chargés positivement placés l'un près de l'autre *se repoussent*. Ils ont observé le même phénomène entre deux objets chargés négativement. Par contre, lorsqu'un objet chargé positivement est placé près d'un objet chargé négativement, les deux objets *s'attirent*. Les objets électriquement chargés attirent aussi les objets neutres.

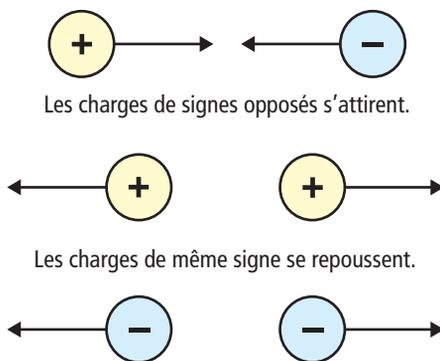


Figure 7.10 Les forces exercées entre les charges positives et négatives

Les **propriétés des charges électriques** ont été établies à partir d'expériences similaires. Selon ces propriétés :

- les charges de même signe se repoussent ;
- les charges de signes opposés s'attirent ;
- les objets neutres sont attirés par les objets chargés.

Charles Augustin de Coulomb a observé que la force électrique est proportionnelle à la charge. Si l'on augmente la *valeur de la charge électrique*, on augmente aussi la force électrique. Inversement, si l'on diminue la valeur de la charge électrique, on diminue la force électrique. Coulomb a aussi observé que si l'on augmente la *distance* entre les objets chargés, on diminue la force électrique. Inversement, si l'on réduit la distance entre les objets chargés, on augmente la force électrique.

## La charge par conduction

Lorsqu'un objet chargé négativement touche un électroscope non chargé, des électrons sont transférés à l'électroscope. Ces électrons supplémentaires se répartissent uniformément sur toute la surface métallique des feuilles de l'électroscope (voir la figure 7.11). Puisque les deux feuilles de métal sont alors chargées négativement, elles se repoussent. Charger un objet neutre en le mettant en contact avec un objet chargé est appelé **charge par conduction**. Si l'on avait touché l'électroscope avec un objet chargé positivement, l'objet aurait attiré les électrons des parties métalliques de l'électroscope. Les lames de métal seraient ainsi devenues positives, puisqu'une partie de leurs électrons auraient été transférés à l'objet chargé positivement.

### Suggestion d'activité

Réalise une expérience 7-2C, à la page 243.

### Le savais-tu?

La force électrique n'est pas la seule force à distance. La force magnétique et la force gravitationnelle exercent aussi une action à distance.

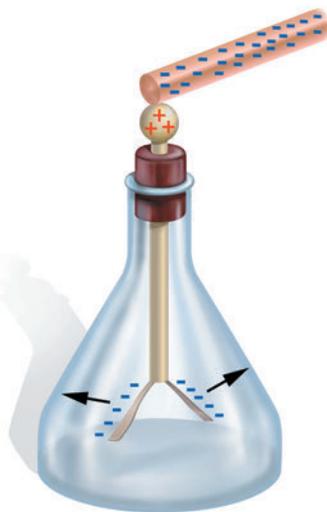


Figure 7.11 Une tige chargée négativement ajoute des électrons à l'électroscope.



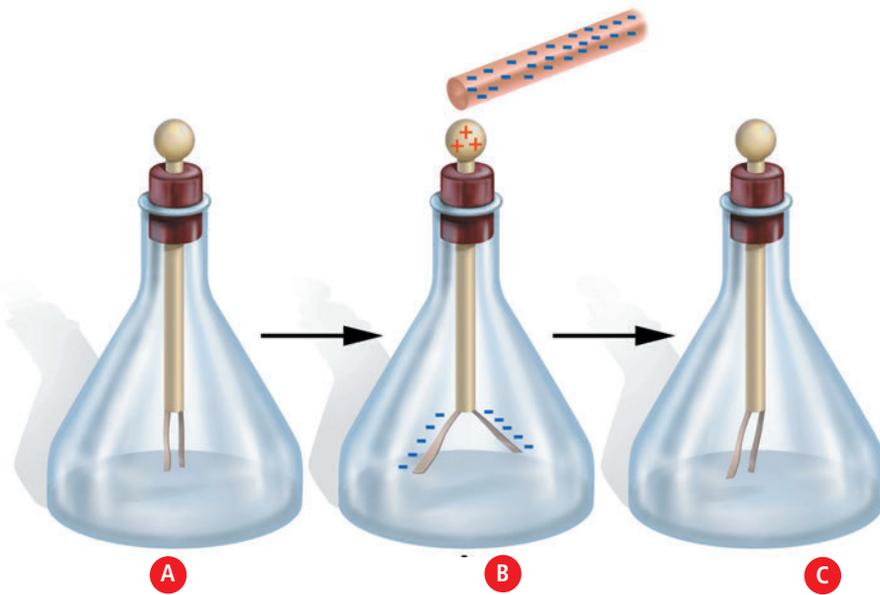
## Lien Internet

Un paratonnerre est chargé par induction, tout comme la sphère de l'électroscope. Pour en savoir plus sur le fonctionnement du paratonnerre, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

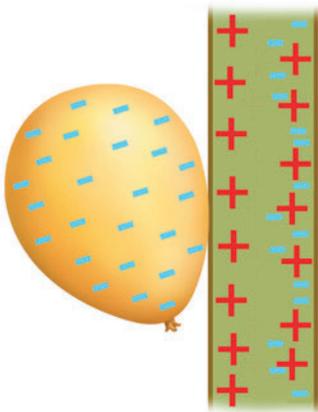
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

## La charge par induction

Il est possible de faire s'écarter les feuilles de l'électroscope sans le toucher avec un objet chargé. Si tu approches un objet chargé négativement près de la sphère de l'électroscope, sans la toucher, la charge négative repoussera les électrons de la sphère. Puisque la tige de l'électroscope est conductrice, les électrons se déplaceront vers les feuilles (voir la figure 7.12). Les feuilles de l'électroscope auront temporairement une charge négative et se repousseront l'une et l'autre. C'est ce que l'on appelle la **charge par induction**. Si tu éloignes l'objet de l'électroscope, les lames redeviennent neutres et reprennent leur position initiale. La charge par induction ne transfère pas les électrons d'un objet à l'autre. Elle ne fait que déplacer les électrons à l'intérieur de l'objet.



**Figure 7.12** Dans un électroscope neutre, les feuilles ne sont pas écartées (A). Lorsqu'un objet chargé négativement est rapproché de la sphère de l'électroscope, les électrons de la sphère sont repoussés vers les feuilles. La sphère devient alors chargée positivement et les feuilles deviennent chargées négativement. Les charges négatives se repoussent et les feuilles s'écartent l'une de l'autre (B). Lorsque l'objet chargé négativement est retiré, la sphère et les feuilles redeviennent neutres. Les feuilles reprennent alors leur position initiale, puisque aucune charge n'a été transférée entre l'objet et l'électroscope. Les charges ont simplement été déplacées. (C)



**Figure 7.13** Un ballon chargé négativement colle au mur parce qu'une charge positive est induite à la surface du mur.

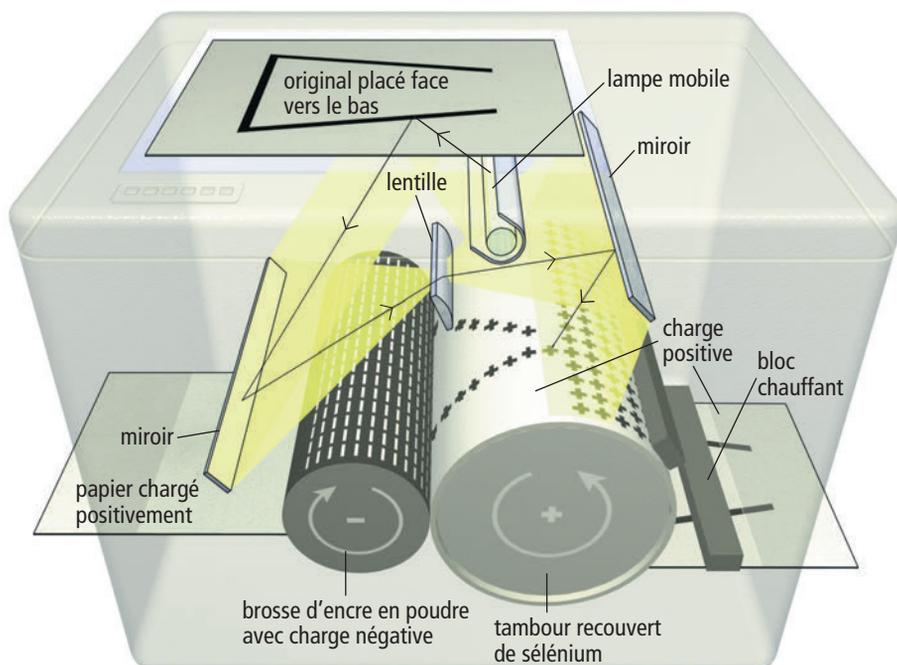
## L'attraction des objets neutres

L'induction permet d'expliquer le phénomène d'attraction entre les objets neutres et les objets chargés. Par exemple, si tu frottes un ballon gonflé sur tes cheveux, le ballon gagne une charge négative. Il s'agit du phénomène de conduction. Puisque le ballon est un isolant, la charge négative reste sur un endroit précis du ballon. Si tu places le ballon sur un mur, les charges négatives contenues dans le mur sont repoussées loin du ballon (voir la figure 7.13). La partie du mur la plus près du ballon est maintenant chargée positivement parce que l'induction a repoussé les électrons de cette région. La charge négative du ballon est alors attirée par la charge positive sur le mur, et le ballon colle au mur.

## L'électrostatique en action

Un photocopieur (voir la figure 7.14) produit une image à l'aide de l'électrostatique, de la lumière et d'encre en poudre.

1. La lumière balaie le document que tu places sur la vitre d'exposition du photocopieur. Cette lumière est réfléchiée par les parties blanches de l'original et frappe le tambour d'impression.
2. Le tambour d'un photocopieur est chargé. Il est fait d'un matériau photoconducteur. La charge électrique de ce photoconducteur se déplace hors des zones éclairées par la lumière. Par conséquent, les zones éclairées attireront moins d'encre en poudre. Tu obtiens donc une copie de ton original sous forme d'électrostatique.
3. L'appareil étale l'encre en poudre négative sur la surface du tambour. L'encre colle seulement aux endroits où le tambour a une charge électrique.
4. Une feuille blanche chargée positivement passe à la surface du tambour, qui a une charge moins grande que la feuille. L'encre est attirée ainsi de la surface du tambour vers la feuille de papier par la charge positive élevée.
5. L'encre en poudre est ensuite cuite sur la feuille dès que la page quitte le tambour. Et pour terminer, une réplique exacte de l'original est éjectée du photocopieur.
6. Le tambour conserve l'image de l'original sous forme d'électrostatique pour faire toutes les autres copies du même original. Lorsque toutes les copies sont terminées, le tambour est neutralisé et tu peux reprendre le processus pour reproduire un autre document.



**Figure 7.14** Les photocopieurs utilisent une image produite par l'électrostatique pour attirer l'encre.

### Lien terminologique

Le mot « photocopieur » possède la même origine que les mots « photographie », « photoélectrique » et « photoconducteur ». Le préfixe *photo* signifie lumière en grec.

### Le savais-tu ?

Parmi les carrières reliées à l'électricité, la réparation de photocopieurs est une activité du secteur de la maintenance de matériel de bureau. Un technicien peut travailler pour une compagnie qui fournit et entretient du matériel de bureau pour différents clients. Il peut aussi travailler pour une grande entreprise qui possède sa propre équipe de maintenance. Si tu t'intéresses à l'informatique, aux systèmes mécaniques et à la résolution de problèmes, ce travail pourrait te convenir.

Les imprimantes laser utilisent aussi l'électrostatique pour imprimer une image sur le papier. Pour en apprendre plus sur les ressemblances et les différences entre un photocopieur et une imprimante laser, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants: **fonctionnement, imprimante laser et photocopieur.**

### Vérifie ta lecture

1. Donne une définition de la force électrique.
2. Décris ce qu'est une force à distance.
3. Selon les propriétés des charges électriques, explique comment réagissent:
  - a) des charges de même signe;
  - b) des charges de signes opposés;
  - c) des objets neutres placés à proximité d'objets chargés.
4. À quoi la force électrique est-elle proportionnelle?
5. Quelle est la différence entre une charge par conduction et une charge par induction?
6. Lorsqu'un ballon chargé colle au mur, le mur reçoit-il une charge par conduction ou par induction?

## Le copieur électrostatique

### 7-2B ACTIVITÉ d'exploration

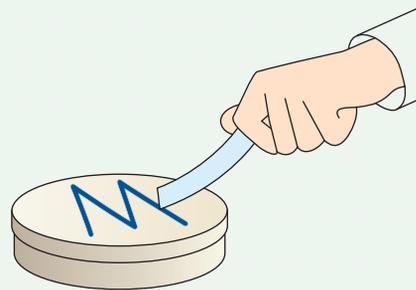
L'électrostatique attire de petits objets et les retient en un endroit précis. Au cours de l'activité suivante, tu pourras tracer la première lettre de ton prénom en utilisant l'électrostatique et de la levure.

#### Matériel

- une boîte de Pétri avec son couvercle
- un marqueur
- de la levure sèche
- un morceau d'acétate
- une serviette en papier

#### Ce que tu dois faire

1. Trace avec le marqueur la première lettre de ton prénom sur le couvercle de la boîte de Pétri.
2. Verse un peu de levure sèche dans la boîte de Pétri et remets le couvercle en place.
3. Frotte le morceau d'acétate sur la serviette en papier. Utilise la pointe chargée du morceau d'acétate pour suivre le tracé de la lettre sur la boîte de Pétri. Répète cette opération en rechargeant à chaque fois la lame d'acétate.



4. Prends la boîte de Pétri en la tenant uniquement par les côtés et en tenant bien le couvercle. Ensuite, retourne-la, le couvercle vers le bas, puis remets-la dans sa position initiale. Observe le couvercle.
5. Nettoie ton aire de travail et range le matériel utilisé.

#### Qu'as-tu découvert ?

1. Décris l'apparence du couvercle après avoir remis la boîte de Pétri à l'endroit.
2. Comment expliques-tu le résultat ?
3. En quoi cette expérience ressemble-t-elle au processus de la photocopie ?

### Vérifie tes compétences

- Observer
- Classer
- Communiquer
- Évaluer la pertinence de l'information

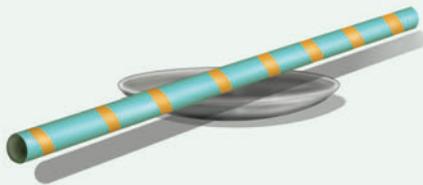
### Consigne de sécurité



- Manipule les tiges de verre avec précaution.

### Matériel

- un verre de montre
- 2 pailles en plastique
- du tissu en laine
- 2 morceaux d'acétate
- une serviette en papier
- 2 tiges de verre
- un sac de plastique
- 2 tiges d'ébonite
- de la fourrure



### Question

Comment les objets chargés interagissent-ils entre eux ?

### Marche à suivre

1. Copie le tableau ci-dessous dans ton cahier. Formule une hypothèse sur l'interaction des objets en tenant compte de leurs charges.

Objet chargé sur le verre de montre	Objet chargé dans la main			
	Paille en plastique	Morceau d'acétate	Tige de verre	Tige d'ébonite
Paille en plastique				
Morceau d'acétate				
Tige de verre				
Tige d'ébonite				

2. Place un verre de montre sur ton bureau, le renflement vers le bas. Frotte une paille en plastique avec du tissu en laine. Dépose ensuite la paille sur le verre de montre afin qu'elle puisse tourner librement.
3. Frotte la deuxième paille avec le tissu en laine et approche doucement l'extrémité de cette paille de la paille posée sur le verre de montre.
4. Note tes observations dans le tableau en utilisant les termes « attraction » ou « répulsion ».
5. Frotte le morceau d'acétate avec une serviette en papier et approche-le doucement de la paille posée sur le verre de montre. Note dans ton tableau l'interaction des deux objets.
6. Reprends l'étape 5 en utilisant la tige de verre frottée avec un sac en plastique.
7. Reprends l'étape 5 en utilisant la tige d'ébonite frottée avec de la fourrure.
8. Refais les étapes 2 à 7 pour chaque objet chargé déposé sur le verre de montre.

### Analyse

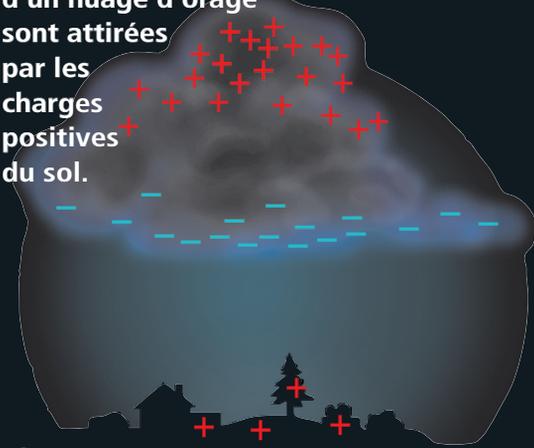
1. Analyse les données recueillies. Lorsque deux objets de charges de même signe étaient rapprochés, comme les deux pailles en plastique, comment interagissaient-ils ?
2. Nomme toutes les paires d'objets de charges de même signe.
3. Nomme toutes les paires d'objets de charges de signes opposés.

### Conclusion et mise en pratique

1. À partir de tes observations, décris :
  - a) l'interaction de deux objets de charges de même signe ;
  - b) l'interaction de deux objets de charges de signes opposés.
2. Décris une situation dans laquelle les lois de l'électrostatique sont observées et mises à profit dans le quotidien ?



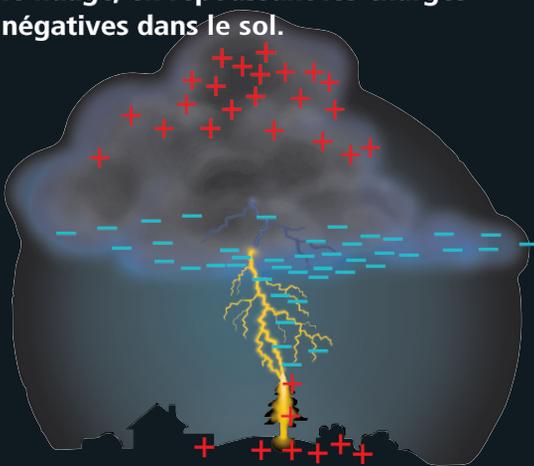
**L**es nuages orageux peuvent se former lorsque l'air chaud et humide monte et rencontre une masse d'air froid. La rencontre entre ces deux masses d'air forme les conditions idéales pour le phénomène électrique explosif appelé la foudre. La foudre se produit lorsque les charges négatives situées au bas d'un nuage d'orage sont attirées par les charges positives du sol.



**A** Les courants de convection dans le nuage d'orage favorisent la séparation des charges. La partie supérieure du nuage se charge positivement et le bas se charge négativement.



**B** Les charges négatives situées dans la partie inférieure du nuage induisent une charge positive sur le sol situé sous le nuage, en repoussant les charges négatives dans le sol.



**C** Lorsque la partie inférieure du nuage a accumulé suffisamment de charges négatives, les charges positives au sol attirent vers la terre les électrons situés au bas du nuage.

**D** Lorsque les électrons s'approchent de la terre, ils attirent les charges positives du sol qui se dirigent alors vers le haut, achevant ainsi la connexion entre la terre et les nuages. L'étincelle qui en résulte est l'éclair que nous voyons surgir dans le ciel lors des orages.



**LES ÉCLAIRS ENTRE LES NUAGES** ne frappent jamais la terre et peuvent se produire 10 fois plus souvent que les éclairs entre les nuages et le sol.

## Des concepts à retenir

1. a) Explique la différence entre les forces de contact et les forces à distance.  
b) Décris une situation impliquant une force de contact.  
c) Décris une situation impliquant une force à distance.
2. Nomme les trois propriétés des charges électriques.
3. Si tu approches un objet chargé positivement d'un autre objet et que les deux objets se repoussent, quelle est la charge du deuxième objet?
4. Lorsqu'une charge passe d'un conducteur à un autre par contact direct, de quel type de charge s'agit-il?
5. Lorsqu'une charge est redistribuée dans un conducteur parce qu'il est placé à proximité d'un objet chargé, de quel type de charge s'agit-il?

## Des concepts clés à comprendre

6. Tu approches un objet chargé positivement d'un autre objet. Les deux objets s'attirent. Cette observation prouve-t-elle que le deuxième objet est chargé négativement? Explique ta réponse.
7. Tu frottes un objet inconnu avec de la soie et cet objet devient chargé. Explique comment tu utiliserais un morceau d'acétate chargé négativement ou une tige de verre chargée positivement pour déterminer la nature de la charge de l'objet inconnu.
8. Tu reçois un électroscope qui vient d'être utilisé. Tu observes que les feuilles sont déjà écartées l'une de l'autre. Tu approches doucement une tige en verre chargée positivement près de la sphère de l'électroscope et les feuilles se rapprochent. Pourquoi se sont-elles rapprochées?
9. Quelles sont les différences et les points communs entre la charge par induction et la charge par conduction?
10. Quelle est la relation entre la distance qui sépare deux objets chargés et la force s'exerçant entre eux?

11. Utilise tes connaissances sur les charges électriques pour expliquer pourquoi une pellicule de plastique adhère à un bol en verre neutre.



12. Un objet chargé positivement est placé près de l'extrémité d'une tige en métal neutre. Si tu touches brièvement l'autre extrémité avec un doigt, la tige sera chargée positivement. Explique pourquoi la tige en métal se charge sans avoir été touchée par l'objet chargé.

## Pause réflexion

À la section 7.1, tu as appris qu'un morceau d'acétate se charge négativement lorsque tu le frottes avec une serviette en papier. À la section 7.2, tu as appris les relations entre divers objets de charges différentes. Quelle expérience ferais-tu pour savoir si tes cheveux produisent une charge positive ou négative sur ton peigne? Pour préparer ton expérience, utilise tes connaissances sur l'acétate et sur les interactions entre les charges.

## Prépare ton propre résumé

Dans ce chapitre, tu as appris que les charges électriques sont produites par des transferts d'électrons. Rédige ton propre résumé des idées principales de ce chapitre. Tu peux inclure des organisateurs graphiques ou des illustrations pour accompagner tes notes. (Voir l'Omnitruc 8 sur l'utilisation des diagrammes.) Utilise les titres suivants pour structurer ton texte :

1. La charge électrique et l'atome
2. La distribution des charges dans les objets chargés (positive, négative et neutre)
3. Le transfert de charges
4. Les propriétés des charges électriques
5. Les isolants et les conducteurs

## Des concepts à retenir

1. Dessine un schéma qui désigne les trois parties de l'atome. Indique la charge électrique de chaque partie.
2. Utilise « - » pour représenter les électrons et « + » pour les protons, et dessine :
  - a) un objet neutre ;
  - b) un objet chargé négativement ;
  - c) un objet chargé positivement.
3. Quels types de particules sont transférés lorsqu'un objet reçoit une charge électrique ?
4. Quel type de charge les plastiques comme l'acétate reçoivent-ils lorsqu'ils sont chargés par frottement avec une serviette de papier ?
5. Un morceau d'ambre neutre acquiert une charge négative lorsqu'on le frotte avec de la fourrure. Quelle sera la charge de la fourrure après avoir chargé le morceau d'ambre ?
6. À quoi sert :
  - a) un électroscope ?
  - b) un générateur van de Graaff ?
7. Qu'arrive-t-il à un objet chargé lorsqu'il est mis à la terre ?
8. Comment un objet chargé positivement peut-il devenir neutre ?
9. Où va le surplus de charge électrique lorsqu'un objet chargé est mis à la terre ?
10. Quelle est la différence entre un conducteur et un isolant ?
11. Utilise le terme « attraction » ou « répulsion » pour définir l'interaction des combinaisons d'objets suivantes :
  - a) positif / positif ;
  - b) positif / négatif ;
  - c) négatif / positif ;
  - d) négatif / négatif.
12. Utilise le terme « augmente » ou « diminue » pour compléter les phrases suivantes :
  - a) Lorsque deux objets chargés sont éloignés l'un de l'autre, la force électrique \_\_\_\_\_.
  - b) Lorsque deux objets chargés sont rapprochés l'un de l'autre, la force électrique \_\_\_\_\_.
  - c) Si l'on augmente la valeur de la charge, la force électrique entre les deux charges \_\_\_\_\_.
  - d) Si l'on réduit la valeur de la charge, la force électrique entre les deux charges \_\_\_\_\_.
13. Décris le mouvement des électrons lorsqu'un objet est chargé :
  - a) par conduction ;
  - b) par induction.
14. Indique si la charge des objets ci-dessous est positive, négative ou neutre.
 

**A**

+	-	+	-	+	-	+	-
-	+	-	+	-	+	-	+
+	-	+	-	+	-	+	-

**B**

+	+	-	+	-	+
-	+	+	-	+	
+	+	-	+	+	

**C**

+	-	-	+	-	-
-	-	+	-	+	-
+	-	-	+	-	+

## Des concepts clés à comprendre

15. Explique pourquoi un objet contenant beaucoup d'électrons peut être neutre.
16. Explique pourquoi les vêtements sortant d'une sècheuse auront plus d'électrostatique que ceux ayant séché sur une corde.
17. Les tapis antistatiques possèdent des fibres métalliques tissées avec les autres fibres de tissu. Explique comment ces fibres préviennent l'accumulation d'électrostatique sur les personnes qui circulent sur ce tapis.
18. Si l'écran d'une télévision accumule une charge électrique quand la télévision fonctionne, l'écran est-il un conducteur ou un isolant? Explique ta réponse.
19. Doit-on dire que la foudre est une charge électrique ou que la foudre est produite par des charges électriques? Explique ta réponse.
20. Nomme une ressemblance entre la force électrique et la force de gravité.
21. Une tige chargée positivement attire un objet inconnu. Explique ce que cela indique sur la charge de l'objet inconnu.
22. Utilise un diagramme de Venn pour comparer l'induction et la conduction.
23. Explique pourquoi un ballon chargé adhère à un mur en bois, mais non à un mur en métal.
24. Imagine que, par un jour d'hiver très froid, tu enlèves ton chandail en laine. En le passant au-dessus de ta tête, tu vois de petites étincelles et tu entends des craquements dans ton chandail. Explique ce phénomène.
25. Lorsque tu te peignes, le peigne peut recevoir une charge positive. Tes cheveux demeurent-ils neutres? Explique ta réponse.
26. Explique ce qui arrive aux feuilles d'un électroscope chargé négativement lorsque les objets ci-dessous en sont approchés, mais sans les toucher:
  - a) un objet chargé négativement;
  - b) un objet chargé positivement.

## Pause réflexion

Tu as vu ce qui arrive aux cheveux d'une personne lorsqu'elle touche à un générateur van de Graaff. Supposons que le dôme du générateur a une charge positive. Puisque les cheveux sont normalement de charge neutre, pourquoi restent-ils dressés après que cette personne a touché au dôme pendant un certain temps? Ton explication doit inclure de l'information sur le transfert d'électrons et les propriétés de la charge électrique.

