

Trousse de l'enseignant

# Électricité: Fermez le circuit!

Renseignements généraux, activités pratiques,  
et documentation pour les enseignants et les élèves



**scientists**  
IN SCHOOL  
**scientifiques**  
À L'ÉCOLE



<b>Renseignements généraux</b> Un survol du sujet et des concepts théoriques	<b>Page 1</b>
<b>Activité 1 : Conservation de l'énergie : « Éteignez les lumières! »</b> Activité avec crayon et papier	<b>Page 4</b>
<b>Activité 2 : Course de bateaux mus à l'électricité statique</b> Activité courte, facile à faire (de 30 à 60 min)	<b>Page 11</b>
<b>Activité 3 : Circuit sous tension</b> Activité courte, facile à faire (de 30 à 60 min)	<b>Page 15</b>
<b>Activité 4 : Jeu du circuit électrique – Testez vos connaissances!</b> Activité plus longue (plus d'une heure)	<b>Page 21</b>
<b>Activité 5 : Construction d'une voiture électrique à pile!</b> Activité complexe	<b>Page 25</b>
<b>Documentation pour l'enseignant et les élèves</b> Livres, sites Web et vidéos	<b>Page 31</b>

**Aidez-nous à améliorer nos trousse de ressources destinées aux enseignants!**

Si vous avez des commentaires à émettre au sujet de cette trousse ou des suggestions à formuler relativement à de nouvelles ressources, n'hésitez pas à communiquer avec nous à

[ottawa@scientifiquesalecole.ca](mailto:ottawa@scientifiquesalecole.ca).

# Renseignements généraux

Un éclair zèbre le ciel et le tonnerre gronde... Soudain, c'est l'obscurité et le silence. Le réfrigérateur, l'ordinateur, le téléphone sans fil et les autres appareils électriques cessent de fonctionner. Voilà un scénario familier! En effet, la plupart des Canadiens dépendent du réseau électrique pour leurs besoins quotidiens. Il n'est donc pas surprenant que lors d'une panne d'électricité, tout le monde soit un peu en mode panique! Heureusement, il existe des mesures pour remédier à la situation. Par exemple, on peut utiliser des chandelles, une lampe de poche à piles ou une radio à manivelle. Un poêle à bois et un foyer à gaz naturel réchaufferont la maison. Les pannes de courant montrent à quel point notre mode de vie dépend de l'électricité. L'étude scientifique de l'électricité est relativement récente. En 1752, Benjamin Franklin mène sa fameuse expérience avec un cerf-volant pour montrer la nature électrique de la foudre. En 1800, Alessandro Volta crée la première pile électrique. En 1819-1820, Hans Christian Orsted et André-Marie Ampère découvrent le lien entre l'électricité et le magnétisme, ce qui mène à l'invention du moteur électrique par Michael Faraday. Les chercheurs ont trouvé des méthodes pour convertir en électricité l'énergie contenue dans les combustibles fossiles, l'eau, l'uranium, le soleil, l'hydrogène, la biomasse et le vent (des découvertes réalisées grâce aux synapses électriques de notre cerveau!).

La matière est constituée d'atomes. Chaque atome contient un noyau, composé de protons (charge positive) et de neutrons (neutres), autour duquel gravitent un ou plusieurs électrons (charge négative). L'atome est électriquement neutre s'il possède un nombre égal d'électrons et de protons. Un atome est chargé électriquement s'il contient un nombre inégal de protons et d'électrons. Un atome chargé électriquement est un ion. Le mouvement des électrons peut produire de l'électricité statique ou dynamique.

## Électricité statique

L'électricité statique résulte d'une accumulation de charges électriques dans un corps isolé, souvent à la suite d'une friction. Par exemple, quand on se frotte le crâne sur un ballon de caoutchouc, les électrons se déplacent des cheveux jusqu'au ballon, ce qui a pour effet d'accumuler une charge positive dans les cheveux et une charge négative dans le ballon. Une décharge soudaine peut entraîner des étincelles (comme cela se produit parfois en retirant des bas de la sècheuse) ou, à plus grande échelle, de la foudre.

## Électricité dynamique

L'électricité dynamique se caractérise par une circulation de charges électriques dans un conducteur. On mesure la quantité de courant électrique en ampères (A) à l'aide d'un ampèremètre. Le courant électrique d'une pile ou d'une cellule solaire est considéré comme du courant continu (CC), car il circule dans une seule direction. Les électrons se déplacent d'un pôle négatif (avec excédent d'électrons) vers un pôle positif (avec déficit d'électrons). Le courant alternatif (CA), la forme d'électricité acheminée jusque dans les foyers et les entreprises, change de sens à intervalle réguliers. C'est ce qui permet aux compagnies de transporter à peu de frais de l'électricité à haute tension sur de longues distances avant de la transformer en électricité à basse tension à des fins de distribution.

## Tension (différence de potentiel électrique)

La tension électrique est la différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit électrique. On mesure la tension en volts (V) à l'aide d'un voltmètre branché entre deux points. Le volt mesure la poussée de l'électricité d'un courant électrique. Une cellule galvanique est la source de tension dans certains circuits électriques. Pour fabriquer une cellule, on place deux plaques métalliques dans

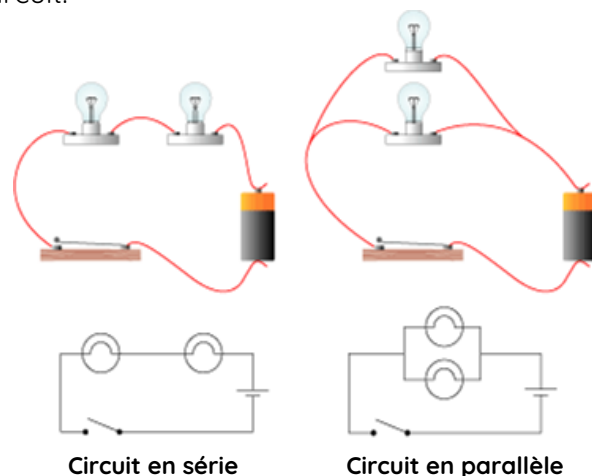
un électrolyte (une solution d'ions). Les métaux réagissent de telle sorte que les électrons vont d'une plaque métallique (qui devient une borne positive ou cathode) à l'autre plaque (qui devient une borne négative ou anode). Techniquement parlant, une pile est constituée de nombreuses cellules. On utilise couramment le mot « pile » pour désigner à la fois une cellule ou une pile. Par exemple, une pile AA est une cellule, tandis qu'une pile de 9 V comporte trois cellules. Les piles AAA et D fournissent 1,5 V chacune, mais la plus grande pile fournit plus de courant.

### Conducteurs et isolants

On mesure la résistance d'une substance au passage de l'électricité en ohms ( $\Omega$ ). Certains matériaux permettent à une charge électrique de se déplacer plus facilement que d'autres. Les conducteurs sont précisément de tels matériaux : ils sont constitués d'atomes dont les électrons, dotés de liaisons plus lâches, se déplacent plus librement et facilement. Le cuivre et l'aluminium sont des exemples de matériaux conducteurs. Quand certains composés ioniques sont dissous dans l'eau, la solution saline qui en résulte conduit l'électricité. La conductivité électrique des matériaux est un continuum de bons matériaux conducteurs à une extrémité et de mauvais matériaux conducteurs à l'autre extrémité. Toutefois, certains matériaux sont si peu performants pour conduire le courant électrique qu'on les considère comme des isolants. Les isolants sont des matériaux qui interdisent le passage des électrons. Quand on frotte ensemble deux matériaux qui sont de bons isolants (p. ex., caoutchouc, verre et bois), l'électricité statique s'accumule et les électrons peuvent ensuite circuler entre les matériaux.

### Circuits en parallèle et en série

Un circuit électrique est le chemin parcouru par le courant pour retourner à sa source. Généralement, l'itinéraire comprend une source d'énergie (p. ex., pile), une charge (p. ex., ampoule), des fils conducteurs de connexion et un dispositif de contrôle (p. ex., interrupteur). L'interrupteur peut être fermé (pour établir un circuit) ou ouvert (pour le fermer). Dans un circuit en série, le courant électrique parcourt un seul itinéraire : cela signifie que si un seul élément du circuit ne conduit plus l'électricité, c'est le circuit en entier qui est inopérant. Par exemple, pensons à une guirlande lumineuse de bas de gamme : si une ampoule est brûlée, c'est la guirlande en entier qui ne fonctionne plus. Au contraire, dans un circuit en parallèle, le courant est divisé en plus d'une branche avant de se recombinaison et de compléter le circuit. Par conséquent, une partie du circuit peut fonctionner même si le courant ne passe plus par une autre branche. Le câblage électrique résidentiel utilise des circuits parallèles, ce qui permet d'allumer et d'éteindre différents appareils tout en utilisant le même circuit.



(Source : [www1.curriculum.edu.au/sciencepd/electricity/images/elec\\_ill76.gif](http://www1.curriculum.edu.au/sciencepd/electricity/images/elec_ill76.gif))

## Électricité et champs magnétiques

Un champ magnétique est créé lorsqu'un courant électrique circule dans un fil. Le champ magnétique forme des cercles concentriques autour du fil, dans une direction perpendiculaire au fil. Un électro-aimant est un dispositif constitué d'un fil hélicoïdal entourant un noyau magnétique (généralement, une pièce métallique). Un courant électrique circule dans le fil, de telle sorte que l'on peut activer ou désactiver l'électro-aimant. Ce dispositif vise à maximiser la force du champ magnétique dans un but précis (p. ex., ramasser des carcasses de voitures dans une cour de ferraille).

L'électricité est l'effet du déplacement de particules chargées positivement et négativement. Dans une centrale électrique, une turbine et un générateur transforment l'énergie mécanique de la vapeur en électricité. L'extrémité de l'arbre de la turbine est couplée à un générateur contenant un aimant et une bobine de fil métallique. La rotation de l'aimant relativement à la bobine produit un courant électrique dans le fil. Le courant électrique se déplace dans d'immenses câbles de transmission d'électricité qui relient la centrale aux résidences et entreprises consommatrices.

## Le saviez-vous?

### Le Soleil - Une source d'énergie renouvelable

L'énergie solaire est utilisée depuis longtemps par les humains pour le chauffage, la cuisson des aliments, l'extraction du sel de l'eau de mer et le séchage des vêtements. En 1953, Fuller, Pearson et Chapman ont découvert la cellule solaire au silicium. Une option coûteuse à l'époque, la production d'électricité à l'énergie solaire a vu ses coûts diminuer grâce aux percées technologiques. Résultat: l'énergie solaire est devenue une source d'énergie alternative en concurrence avec les sources d'énergie non renouvelables (p. ex., charbon et pétrole).



# Conservation de l'énergie : « Éteignez les lumières! »

## Activité 1

**Durée :** 7 heures à la maison; 40 minutes à l'école

**Autres applications :**  
mathématiques

**Termes clés :** Watts, puissance, énergie, incandescent, lampe fluocompacte (LFC), diode électroluminescente (DEL), extrapoler, moyenne, mode, intervalle

**Taille du groupe :** Collecte de données et analyse (activité individuelle), analyse des données de la classe

**Matériel :**  
Feuilles de données  
« Conservation de l'énergie : étude sur la consommation personnelle d'électricité consacrée à l'éclairage »

Crayon

Calculatrice

**Objectif d'apprentissage :** Les élèves découvriront les liens entre l'éclairage et la consommation énergétique.

Les ampoules incandescentes traditionnelles ne sont pas très efficaces sur le plan énergétique : en effet, moins de 10 % de l'électricité fournie à l'ampoule est converti en lumière visible, le reste se perdant en chaleur. Les ampoules incandescentes produisent de la lumière en chauffant un filament de tungstène à l'aide du courant électrique. Le coût en électricité de ces ampoules est de 5 à 10 fois plus important que celui de l'ampoule. Dans un effort pour réduire sa consommation énergétique, le Canada a mis en vigueur en 2014 une interdiction fédérale concernant la fabrication et l'importation des ampoules incandescentes classiques.


Les solutions de rechange plus écoénergétiques comprennent les lampes à incandescence halogène, les lampes fluorescentes, les lampes fluocompactes (LFC) et les diodes électroluminescentes (DEL). Les lampes à incandescence halogène utilisent un gaz halogène et sont légèrement plus éconergétiques que les lampes incandescentes traditionnelles. Les lampes fluorescentes produisent de la lumière différemment : en effet, le gaz à l'intérieur de l'ampoule est chargé dès qu'il est traversé par un courant électrique. Les LFC sont conçues pour être beaucoup plus efficaces sur le plan énergétique. Les DEL sont plus durables que les LFC et dégagent moins de chaleur; en revanche, elles sont coûteuses à produire et leur rayon lumineux est très concentré et étroit. Les progrès technologiques continuent d'améliorer les coûts et l'efficacité des DEL, à tel point qu'elles devraient remplacer les LFC et l'éclairage incandescent.

Vous trouverez sur le site suivant des comparaisons et descriptions relatives aux différents types d'éclairage :

<https://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/energy/pdf/energystar/Faites%20la%20lumiere.pdf> (8/9/22)

## Méthode

1. Donnez un aperçu de l'activité et expliquez aux élèves qu'ils devront recueillir des données sur leur utilisation personnelle de l'éclairage pendant 7 heures à la maison. Ces données serviront à calculer la consommation d'énergie consacrée à l'éclairage sur 7 heures, puis à extrapoler la consommation sur 24 heures. Les données individuelles des élèves seront regroupées afin de former une base de données pour la classe; on pourra ainsi faire des analyses et des projections annuelles.

2. Distribuez à chaque élève un exemplaire de la feuille de données « Conservation de l'énergie : étude sur la consommation personnelle d'électricité consacrée à l'éclairage ». Les élèves devront suivre à la maison leur consommation énergétique consacrée à l'éclairage pendant un total de 7 heures. Il n'est pas nécessaire que les 7 heures soient consécutives, surtout si l'élève n'est pas aussi longtemps à la maison.
3. À la maison, chaque élève devra prendre note des renseignements suivants pour chaque lumière dans la pièce qu'il occupe :
  - Colonne 1 : Identification de la pièce et description du type de lampe s'il y a plus d'une source d'éclairage (p. ex., chambre à coucher, lampe de bureau).
  - Colonne 2 : Temps passé dans la pièce (minutes).
  - Colonne 3 : Type d'ampoule dans la lampe. Voir les différences entre les types de lampes (lampes à incandescence halogène, lampes fluocompactes [LFC] et diodes électroluminescentes [DEL]).
  - Colonne 4 : Nombre d'ampoules (N) dans chaque appareil.
  - Colonne 5 : Puissance en watts (P(W)) de chaque ampoule. Il est important de mettre l'accent sur la sécurité et de demander l'aide d'un adulte pour déterminer la puissance d'une ampoule. **SÉCURITÉ** : Si l'adulte ou l'élève ignore la puissance d'une ampoule et doit lire la mention imprimée sur celle-ci, la lampe doit être éteinte et/ou débranchée. De plus, il faut laisser l'ampoule se refroidir complètement avant de lire l'information requise. 
4. À l'école, chaque élève calculera les valeurs des colonnes 6 et 7 :
  - Colonne 6 : Temps pendant lequel la lampe est allumée ou temps écoulé (t(h)). On convertira les minutes en heures en divisant le nombre de minutes (colonne 2) par 60.
  - Colonne 7 : Consommation énergétique de l'appareil d'éclairage :

$$\text{Consommation énergétique } (E(Wh)) = \text{Nombre d'ampoules } (N, \text{ colonne 4}) \times \text{Puissance en watts } (P(W), \text{ colonne 5}) \times \text{Temps écoulé } (t(h), \text{ colonne 6})$$

5. Demandez aux élèves de calculer les valeurs suivantes au bas de leurs feuilles de données :
  - Valeur 8 : Quantité totale d'énergie (wattheure) consommée sur 7 heures. On la calcule en additionnant les totaux de la colonne 7.
  - Valeur 9 : Estimation de la consommation d'énergie totale consacrée à l'éclairage (wattheure) sur 24 heures. On calcule cette estimation en supposant que les élèves sont éveillés pendant 14 heures et dorment pendant 10 heures sans lumière. La valeur de 14 heures est obtenue en doublant la consommation d'énergie consacrée à l'éclairage pendant 7 heures (valeur 8).
  - Valeur 10 : Consommation totale d'énergie (kilowattheure). On la calcule en divisant la valeur 9 par 1000.
6. Discutez en classe des résultats individuels. Demandez aux élèves de déterminer quelles ampoules sont les plus et les moins efficaces. Vous pourrez ensuite poursuivre la discussion sur la consommation et la conservation d'énergie. Encouragez les élèves à comparer les différences et à discuter de leur incidence sur la quantité d'énergie consommée.

## Observations

Voici un exemple de la feuille de données « Conservation de l'énergie : étude sur la consommation personnelle d'électricité consacrée à l'éclairage ».

1	2	3	4	5	6	7
Description (pièce, type de lampe)	Temps passé dans la pièce (min)	Type de lampe (incand., LFC, DEL)	N <sup>bre</sup> de lampes (N)	Puissance en watts (P(W), watt)	Temps écoulé (t(h), heure)	Consommation énergétique (E(Wh), wattheure) $E(Wh) = N \times P(W) \times t(h)$
Chambre à coucher, lampe de table	60 min (6 h - 7 h)	LFC	1	11 W	1 h	11 Wh {1 x 11 W x 1 h}
Salle de bains à l'étage	30 min (6 h - 6 h 30)	Incand.	6	40 W	$\frac{30\text{min}}{60} = 0,5 \text{ h}$	120 Wh {6 x 40 W x 0,5 h}
Chambre à coucher, lampe de bureau	15 min (6 h 30 - 6 h 45)	LFC	1	11 W	$\frac{15\text{min}}{60} = 0,25 \text{ h}$	2,75 Wh {1 x 11 W x 0,25 h}
Entrée	60 min (6 h 45 - 7 h 45)	LFC	1	11 W	1 h	11 Wh {1 x 11 W x 1 h}
Cuisine, au-dessus du comptoir	60 min (6 h 45 - 7 h 45)	LFC	5	13 W	1 h	65 Wh {5 x 13 W x 1 h}
Cuisine, au-dessus de la table	60 min (6 h 45 - 7 h 45)	LFC	2	15 W	1 h	30 Wh {2 x 15 W x 1 h}
Sous-sol, près de la télé	180 min (8 h - 11 h)	Incand. (halogène)	4	50 W	3 h	600 Wh {4 x 50 W x 3 h}
Sous-sol, plafonnier	180 min (8 h - 11 h)	DEL	6	7 W	3 h	126 Wh {6 x 7 W x 3 h}
Cuisine, au-dessus du comptoir	120 min (16 h - 18 h)	LFC	5	13 W	2 h	130 Wh {5 x 13 w x 2 h}
Cuisine, au-dessus de la table	120 min (16 h - 18 h)	LFC	2	15 W	2 h	60 Wh {2 x 15 w x 2 h}
<b>Valeur 8</b> : Quantité totale d'énergie (Wh) consommée sur 7 heures						1 155,75 Wh
<b>Valeur 9</b> : Estimation de la consommation d'énergie totale (Wh) sur 24 heures = Valeur 8 x 2 (en supposant que les lumières sont éteintes pendant 10 h durant la période de sommeil)						2311,5 Wh
<b>Valeur 10</b> : Consommation totale d'énergie convertie en kilowattheure (kWh) = Valeur 9 / 1000						2,31 kWh

### Discussion :

La quantité d'énergie consommée par un appareil d'éclairage dépend du temps pendant lequel la lumière est allumée, ainsi que du type et du nombre d'ampoules. Le type d'ampoule est le facteur qui a probablement la plus forte incidence sur la consommation énergétique. Les ampoules incandescentes consomment beaucoup plus d'électricité que les LFC et les DEL. En outre, plus l'appareil compte d'ampoules, plus sa consommation est importante. Les élèves ont un certain contrôle sur la consommation, puisqu'ils peuvent activer ou désactiver l'éclairage à la maison. Ils peuvent devenir des ambassadeurs de la conservation énergétique à la maison en éteignant la lumière lorsqu'ils quittent une pièce ou en suggérant des ampoules ou des lampes plus éconergétiques.

### Activités supplémentaires :

1. Demandez aux élèves d'approfondir leur analyse en examinant la consommation énergétique de toute la classe. Additionnez anonymement les valeurs 10 au tableau ou sur un papier graphique. Notez la consommation énergétique quotidienne totale consacrée à l'éclairage de chaque élève (en kilowattheures). Invitez les élèves à calculer la moyenne, la médiane, l'intervalle et le mode. Demandez aux élèves d'extrapoler la consommation énergétique annuelle consacrée à l'éclairage de la classe (kWh/an) en multipliant la moyenne de la classe/jour x 365 jours/an.
2. Déterminez les avantages (autres que la consommation moindre d'énergie) ou désavantages associés à l'utilisation des ampoules incandescentes, LFC ou DEL (p. ex., préoccupations environnementales, quantité de lumière émise [lumens], type de lumière [chaude ou froide, selon la longueur d'onde], coûts et durée de vie espérée). Consignez ces données dans un diagramme de Venn ou un tableau.
3. Faites une recherche en ligne pour déterminer la quantité d'énergie économisée dans une grande ville canadienne pendant l'événement « Une heure pour la Terre » (à cette occasion, la population est invitée à éteindre les lumières pendant 1 heure). Expliquez l'historique de cet événement et décrivez son importance en parlant d'autres choses que des économies d'électricité réalisées. Pour obtenir des renseignements actuels et passés sur cet événement, consultez le site <https://wwf.ca/fr/earth-hour/> (8/9/22).
4. Les élèves pourront reprendre cette activité en visant à économiser un maximum d'énergie. Lors de cette journée spéciale, ils pourront calculer leur consommation énergétique, tandis que l'enseignant calculera la moyenne de la classe. Les élèves calculeront individuellement le pourcentage de réduction de leur consommation individuelle et la réduction moyenne de la classe. De plus, on pourra reprendre l'activité à un autre moment de l'année (p. ex., en hiver par rapport au printemps ou à l'automne) et déterminer l'incidence des heures de clarté sur la consommation d'énergie consacrée à l'éclairage.
5. Discutez en classe des appareils électriques de la vie quotidienne. Lesquels utilisent le plus et le moins d'énergie? Les élèves pourront déterminer les appareils qu'il faut moins utiliser ou ne pas utiliser du tout (p. ex., laisser les cheveux sécher à l'air, plutôt que d'utiliser un séchoir).

6. Explorez les différentes utilisations de l'énergie à la maison :

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ J/s, de telle sorte que } 1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s;}$$

Comme il y a 3 600 secondes dans 1 heure,

$$1 \text{ kWh} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \times 3600 \text{ secondes} = 3600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ (mégajoule)} = 0,0036 \text{ GJ.}$$

**Partie 1 :** Les services publics d'électricité utilisent le kilowattheure pour quantifier la consommation énergétique. Les élèves pourraient déterminer le tarif actuel pour leur maison et calculer combien il en coûterait pour laisser leurs lumières allumées pendant 1 an.

**Partie 2 :** Demandez aux élèves de calculer en gigajoules l'énergie requise pour laisser la lumière allumée pendant 1 jour et 1 an. Pour ce faire, il faut multiplier le kilowattheure par 0,0036. En science, on mesure l'énergie en joules. Un joule représente une quantité d'énergie relativement petite. Par exemple, il faut 4,184 joules d'énergie pour élever la température d'un litre d'eau de 1 degré Celsius. Étant donné que 1 joule est un petit nombre, la consommation énergétique est souvent décrite en termes de gigajoules (GJ) : 1 GJ équivaut à 1 000 000 000 J.

## Le saviez-vous?

### « Une heure pour la Terre » tous les jours?

En 2013, Toronto Hydro, la plus importante société municipale de distribution d'électricité au Canada, a enregistré une baisse de 7 % des besoins en électricité lors de l'événement « Une heure pour la Terre », ce qui équivaut à la consommation de 92 000 foyers!



Source: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth\\_hour\\_1\\_\(5561131007\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_hour_1_(5561131007).jpg);  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth\\_hour\\_2\\_\(5561707862\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_hour_2_(5561707862).jpg)



1	2	3	4	5	6	7
Description (pièce, type de lampe)	Temps passé dans la pièce (min)	Type de lampe (incand., LFC, DEL)	N <sup>bre</sup> de lampes (N)	Puissance en watts (P(W), watt)	Temps écoulé (t(h), heure)	Consommation énergétique (E(Wh), wattheure) $E(Wh) = N \times P(W) \times t(h)$
<b>Valeur 8 :</b> Quantité totale d'énergie (Wh) consommée sur 7 heures						
<b>Valeur 9 :</b> Estimation de la consommation d'énergie totale (Wh) sur 24 heures = Valeur 8 x 2 (en supposant que les lumières sont éteintes pendant 10 h durant la période de sommeil)						
<b>Valeur 10 :</b> Consommation totale d'énergie convertie en kilowattheure (kWh) = Valeur 9 / 1000						



# Course de bateaux mus à l'électricité statique

## Activité 2

**Durée :** 30-45 minutes

**Autres applications :** résolution de problèmes, mesures

**Termes clés :** électricité statique, charge, attraction, répulsion

**Taille du groupe :** de 2 à 3 élèves

**Matériel (par groupe) :**

Contenant à champignons en plastique

Pâte à modeler

Brochette de bambou

Paille

Ciseaux, règle

Balle en styromousse (4 cm)

Diverses tiges (p. ex., stylo rond en plastique, règle en plastique, goujon/règle en bois, agitateur en verre, tige métallique, tige en ébonite si disponible)

Divers matériaux (p. ex., cheveux/fourrure, laine, coton, soie, caoutchouc, ballons, feuille d'acétate pour rétroprojecteur)

Contenant pour l'eau (p. ex., bac pour papier peint, évier, chaudière, cuvette en plastique)

Compteur ou chronomètre

**Objectif d'apprentissage :** Les élèves découvriront quels matériaux produisent le plus d'électricité statique.

Toute matière est constituée d'atomes. L'atome est formé de neutrons (aucune charge), de protons (charge positive) et d'électrons (charge négative). Un atome qui possède le même nombre de protons et d'électrons est neutre. L'électricité statique se manifeste lorsque deux matériaux sont frottés ensemble et que les électrons se déplacent d'un atome à l'autre, ce qui modifie la charge des atomes. Si deux objets ont la même charge, ils se repoussent. À l'inverse, si deux objets ont des charges opposées, ils s'attirent. Il est plus facile de produire de l'électricité statique dans un milieu sec; les activités sur l'électricité statique auront donc plus de succès durant les mois secs de l'hiver.

### Méthode

1. Donnez aux élèves un aperçu de l'électricité statique et de son origine. Les élèves travailleront en petits groupes à la construction d'un bateau et à l'utilisation de l'électricité statique à des fins de déplacement. Ils testeront divers matériaux ou combinaisons de matériaux afin de déterminer celui qui permettra au bateau de se mouvoir avec la plus grande rapidité.
2. Fournissez à chaque groupe le matériel requis pour construire un bateau. Demandez aux élèves de placer une petite quantité de pâte à modeler au centre du contenant à champignons.
  - Vous construirez le « mât » du bateau avec la paille et la brochette. Coupez la paille à 8 cm et placez-la à la verticale dans la pâte à modeler. Coupez la brochette à 10 cm et placez-la à l'intérieur de la paille, bien insérée dans la pâte, le bout pointu vers le haut.
  - Pour construire la « voile », vous placerez la balle de styromousse sur le bout pointu de la brochette de façon à ce qu'elle soit soutenue par la paille.
3. Remettez à chaque groupe un contenant rempli d'eau (un bassin).
4. Remettez à chaque groupe un exemplaire de la feuille de données « Course de bateaux mus à l'électricité statique » et la première série de matériel requis (stylo rond en plastique et morceau de laine). Le stylo représente la tige. Informez les élèves que l'objectif consiste à déplacer le bateau d'une extrémité à l'autre du bassin... mais sans y toucher! Demandez aux élèves de placer la tige/stylo à proximité de la balle. Que

Feuilles de données « Course de bateaux mus à l'électricité statique »



se produit-il? Inscrivez les résultats sur la première ligne de la feuille de données. Frottez la tige avec la laine pendant 5 à 10 secondes, puis placez la tige tout près de la balle. Que se produit-il? Consignez les résultats sur la 2e ligne de la feuille. Touchez à la tige pour la décharger. Frottez la balle avec la laine et répétez le même processus. Inscrivez les résultats sur la 3e ligne. Frottez la tige et la balle avec la laine et répétez le même processus. Inscrivez les résultats sur la 4e ligne.

5. Fournissez à chaque groupe des matériaux différents (notamment un assortiment de tiges et divers matériaux à frotter) pour des tests. Demandez aux élèves de frotter chaque tige avec chaque matériau afin de produire un maximum de charge statique. De plus, essayez de charger la balle avec chaque matériau. Consignez les résultats de chaque tentative sur la feuille de données.
6. C'est l'heure de la course des bateaux! Choisissez le ou les meilleurs matériaux pour produire une charge statique et consignez les données sur la feuille. Les membres de l'équipe devront travailler de concert afin de déplacer le bateau d'une extrémité à l'autre du bassin. Les élèves pourront charger leurs tiges au besoin pendant la course. Notez le temps requis pour déplacer le bateau d'un bout à l'autre du bassin sans toucher au bateau. Faites l'expérience à trois reprises : chaque fois, consignez le temps requis et encerclez le meilleur temps sur la feuille.

**Observations**

Les élèves observeront que parfois, la tige et la balle en styromousse auront la même charge, ce qui entraînera un phénomène de répulsion et éloignera le bateau de la tige. Toutefois, la tige et la balle auront parfois des charges opposées : la tige attirera la balle et les élèves pourront conduire le bateau jusqu'au fil d'arrivée. Les combinaisons de matériaux qui fonctionnent bien comprennent le stylo rond en plastique/laine et tige en ébonite/fourrure. Il peut être difficile d'obtenir de l'ébonite; toutefois, bon nombre d'écoles et de classes possèdent des tiges en ébonite dans leurs fournitures scientifiques. Les élèves qui travailleront le mieux en équipe et qui auront la charge maximale sur leur tige/bateau obtiendront le temps le plus performant.

Une série triboélectrique est une liste qui indique quels matériaux se chargent positivement ou négativement si on les frotte ensemble. Pour lire le tableau ci-après, les matériaux situés près du haut de la liste acquièrent une charge positive et ceux plus près du bas, une charge négative. Par exemple, si l'on frotte du Teflon® contre de la soie, le Teflon® se chargera négativement, tandis que la soie se

Tendance à perdre des électrons ↑ ↓ Tendance à gagner des électrons	(+)
	Mains humaines (sèches)
	Verre
	Cheveux humains
	Nylon
	Fourrure de chat
	Soie
	Coton
	Acier
	Bois
	Ambre
	Ébonite
	Pellicule plastique
	Teflon®
(-)	

Source : [engineerblogs.org/2011/04/charge-it-up/](http://engineerblogs.org/2011/04/charge-it-up/)

chargera positivement. Vous trouverez de plus amples renseignements sur des sites Web comme [scientificsentence.net/Equations/Electricite/index.php?key=yes&Integer=triboelectricite](http://scientificsentence.net/Equations/Electricite/index.php?key=yes&Integer=triboelectricite) (8/9/22).

### Discussion

Le bateau se déplace en produisant de l'électricité statique. On charge la tige en la frottant contre un matériau. Une fois chargée, la tige déplace le bateau sur l'eau quand on la place près de la balle de styromousse. Les élèves découvriront qu'en général, les matériaux isolants (p. ex., ballons ou stylos en plastique) conservent leur charge plus longtemps que les matériaux conducteurs (p. ex., métaux). Demandez aux élèves d'expliquer ce phénomène. Invitez les élèves à décrire ce qui s'est produit lorsqu'ils ont touché la tige ou la balle. Réponse : la charge s'est dissipée. En effet, l'objet a été mis à la terre quand il a été touché par un autre objet (la main) et il est devenu neutre.

Chaque atome est constitué d'un noyau qui contient des particules chargées positivement, lequel est entouré par le même nombre d'électrons chargés négativement. Certaines substances contiennent des atomes neutres qui ne portent pas de charge. Si l'on frotte une tige sur un autre matériau, les électrons se déplaceront d'une substance à l'autre, ce qui produit une charge négative sur l'objet recevant les électrons et une charge positive sur l'objet qui en perd. Certaines substances exercent une faible attraction sur leurs électrons, tandis que d'autres exercent une forte attraction. L'attraction exercée par la substance sur les électrons, illustrée par la série triboélectrique présentée précédemment, détermine le type et la quantité de différence de charge des matériaux que l'on frotte ensemble. Par exemple, un ballon sera chargé négativement si on le frotte sur des cheveux, car les électrons passent des cheveux au ballon.

### Activités supplémentaires :

1. À l'aide de tiges chargées, les élèves pourront jouer une partie de soccer en utilisant la surface de leur bureau comme terrain. À l'aide des tiges, ils déplaceront la balle de styromousse non chargée vers le côté opposé afin de compter un but. Il est interdit de toucher la balle avec les tiges! Note : si la balle est chargée, elle collera à la surface du bureau.
2. Faites une recherche afin de savoir pourquoi un ballon colle au mur après avoir été frotté à des cheveux. Faites des dessins afin d'illustrer les protons (+) et électrons (-) stationnaires dans le ballon, les cheveux et le mur, ainsi que le mouvement des électrons avant, pendant et après le frottement du ballon.
3. Faites une recherche afin de décrire le rôle de l'électricité statique dans une application concrète (p. ex., les photocopieurs ou la peinture d'automobiles sur une chaîne de montage).
4. Déterminez ce qui se produit si l'on approche une tige chargée près d'un électroscope ou qu'une tige chargée touche l'appareil. Faites une bande dessinée illustrant le mouvement des électrons et les protons stationnaires dans les feuilles de l'électroscope et la tige. Demandez à la moitié de la classe de faire une bande dessinée illustrant une tige chargée positivement, tandis que l'autre moitié illustrera une tige chargée négativement. Les élèves pourront échanger leurs dessins avec ceux d'un camarade qui a travaillé avec une charge contraire; ils pourront ainsi comparer les illustrations et déceler les différences.



## Activité 3

**Durée :** 30-45 minutes

**Autres applications :** théâtre, travail d'équipe

**Termes clés :** électron, cellule, ampoule, conducteur, circuits en série et en parallèle

**Taille du groupe :** classe

### Matériel :

De 75 à 100 trombones ou tout autre petit objet semblable (p. ex., jetons en plastique, pièces de type « Lego »)

4 paniers pour contenir les trombones

Cordes à sauter pour représenter les divers circuits : 1 corde courte et autant de cordes longues qu'il en faut pour créer un circuit à suivre par la classe (on peut aussi effectuer l'activité à l'extérieur et utiliser des craies de trottoir)

## Circuit sous tension



**Objectif d'apprentissage :** Les élèves se familiariseront avec les circuits en série et en parallèle à l'aide d'une simulation.

L'électricité est l'énergie emmagasinée dans des particules chargées. Les circuits transportent le courant électrique en boucle fermée et diffèrent selon la disposition physique des circuits. Un circuit en série est un circuit dont tous les éléments sont disposés en file et offrent une seule trajectoire au courant. À l'inverse, un circuit en parallèle comporte plusieurs chemins possibles pour le courant; il est configuré pour que le courant puisse emprunter un parcours distinct lors de son passage dans chaque élément du circuit.





Il existe deux façons de décrire le mouvement des électrons dans l'industrie de l'électricité :

- **Courant conventionnel** - Cette conception historique repose sur la découverte des phénomènes électriques par Benjamin Franklin. Le courant conventionnel est décrit comme le courant électrique passant dans un circuit d'une borne positive (anode) à une borne négative (cathode).
- **Flux d'électrons** - Cette conception a évolué après la découverte des électrons. Les électrons, qui possèdent une charge négative, veulent se déplacer d'une borne négative (anode) à une borne positive (cathode) d'une cellule. On peut se représenter la direction du flux d'un courant électrique comme des contraires qui s'attirent. Dans le cadre de cette activité, c'est l'optique qui prévaudra pour la description du flux des charges.

## Méthode

1. Examinez avec les élèves la différence entre les circuits en série et les circuits en parallèle. Expliquez-leur que cette activité est une simulation de circuits sous tension qui demande la participation de toute la classe.
2. Expliquez aux élèves que l'on utilisera des matériaux de la vie quotidienne pour simuler les éléments d'un circuit :
  - Charge – La charge sera représentée par de petits objets identiques (p. ex., trombones). L'énergie proviendra d'une source d'alimentation (p. ex., cellule de pile) qui poussera la charge électrique à se déplacer dans le circuit.
  - Fils conducteurs – Les fils conducteurs seront représentés par des cordes à sauter déposées sur le sol ou par des lignes de craie. Les conducteurs permettront la circulation du courant et indiquent la direction/trajectoire des charges électriques.
3. Expliquez aux élèves les différents rôles qui leur seront attribués :
  - Charges (c) – La plupart des élèves représenteront des charges électriques en mouvement dans le circuit. Chaque élève/charge ramassera les objets représentant l'énergie (p. ex., les trombones) et se déplacera le long du fil conducteur.
  - Cellules de pile () – Deux élèves seront les cellules de la pile afin de représenter la source d'énergie. Ils tiendront des paniers de trombones et remettront deux trombones à chaque élève/charge qui passera devant eux.
  - Ampoules () – Deux élèves joueront le rôle d'une ampoule. C'est l'ampoule qui utilisera la charge. Les élèves/ampoules seront debout sur le fil conducteur et tiendront un panier. Quand les élèves/charges passeront, ils devront remettre à l'élève/ampoule leur charge (c'est-à-dire deux trombones). Si l'élève/ampoule dépose son panier au sol et se tient sur le parcours les bras croisés, cela signifiera que l'ampoule est brûlée et que la charge électrique ne peut plus passer.

Le tableau suivant fournit une description des symboles utilisés dans la simulation ci-après et résume les rôles joués par les élèves.

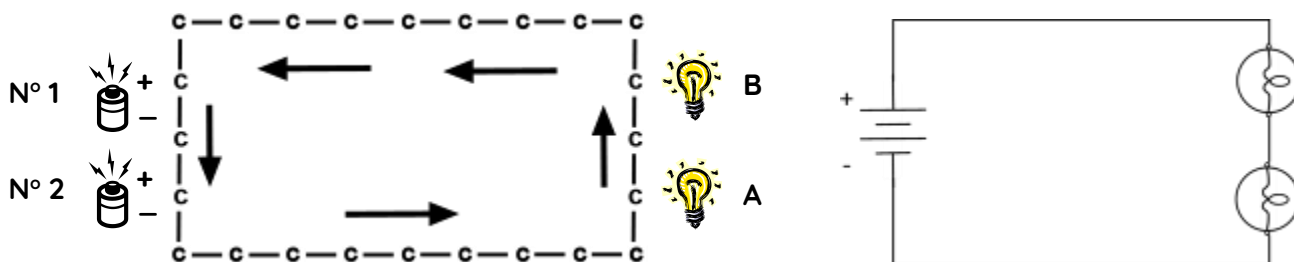
Symbole	Élément du circuit	Description du rôle
c	Charge électrique	Les élèves/charges électriques se déplacent le long du circuit.
	Cellule	Les élèves/cellules de pile remettent deux trombones à chaque élève/charge qui passe devant eux.
	Ampoule	Les élèves/ampoules prélèvent deux trombones de chaque élève/charge qui passe devant eux, à moins que l'ampoule ne soit brûlée.
	Fils conducteurs	Le parcours de la charge est représenté par des cordes à sauter étendues sur le sol.
	Direction	Les flèches représentent la direction de la charge électrique sur le circuit.

## Partie A : Circuit en série (un seul parcours pour les électrons)

### Scénario 1

1. Remplissez deux paniers avec des trombones. Utilisez une corde à sauter pour créer le parcours qui représentera un circuit en série. Étendez la corde pour relier les cellules de la pile et les ampoules (voir la figure 1).
2. Choisissez deux élèves qui joueront le rôle des cellules de la pile et remettez-leur un panier contenant des trombones. La plupart des autres élèves représenteront la charge. Chaque élève/cellule devra remettre deux trombones à chaque élève/charge lors de leur passage. Chaque élève/charge recevra un total de quatre trombones.
3. Sélectionnez deux autres élèves qui représenteront les ampoules. Placez ces élèves côte à côte, du côté opposé aux piles, en disposant entre eux une courte corde à sauter, et faites-leur tenir des paniers vides. Les élèves/ampoules devront s'assurer que chaque élève/charge déposera deux trombones dans leurs paniers.
4. Tous les autres élèves représenteront la charge. Dès leur entrée dans le circuit, ils devront obtenir deux trombones de chaque élève/cellule de la pile. Démarrez le chronomètre dès que le premier élève prendra ses deux premiers trombones. Les élèves/charges devront suivre la corde. Dès qu'ils atteindront les ampoules, ils devront déposer deux trombones dans le premier panier (ampoule A), compter jusqu'à 10, puis se déplacer au prochain panier (ampoule B) où ils reprendront le même processus. Les élèves/charges retourneront à la pile afin de ramasser d'autres trombones et de continuer à suivre le circuit comme auparavant.
5. Les élèves devront se déplacer continuellement dans le circuit.
6. Dès que les élèves auront fait le tour du circuit à quelques reprises en l'espace de quatre à cinq minutes, arrêtez le chronomètre et consignez le temps écoulé.
7. Demandez aux élèves/ampoules de compter le nombre de trombones dans chaque panier. Demandez aux élèves si les ampoules ont des valeurs d'éclairage égales.

Figure 1 : Configuration du circuit en série, partie A



### Scénario 2

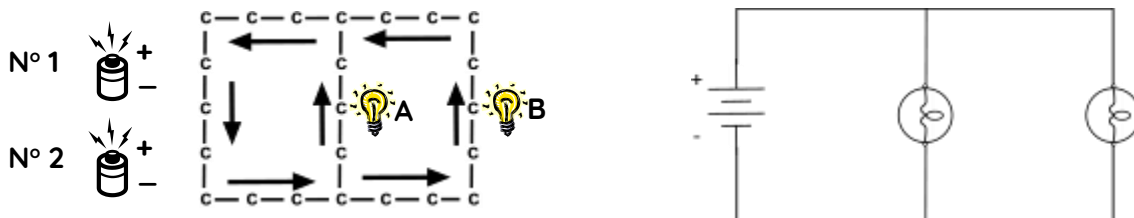
8. Demandez aux élèves de s'immobiliser. Sélectionnez une ampoule qui sera brûlée. Demandez à l'élève/ampoule de déposer son panier et de rester debout, les bras croisés, sur le circuit. Demandez aux élèves de continuer à simuler le déplacement du flux d'électrons. Interrogez les élèves : « Que se produit-il dans un circuit en série quand une ampoule est grillée? »

## Partie B : Circuit en parallèle (plus d'un parcours possible pour les électrons)

### Scénario 1

1. Préparez le même nombre de trombones que dans le circuit en série et demandez à deux élèves de jouer le rôle des cellules de pile dans la même position.
2. Les deux élèves/ampoules seront maintenant placés l'un en face de l'autre. L'élève/ampoule A fera face à l'élève/ampoule B. Placez les cordes à sauter comme dans la figure 2.
3. Répartissez les élèves restants dans deux groupes (la moitié dans l'équipe A, l'autre moitié dans l'équipe B). Alignez les élèves en alternance (A-B-A-B, etc.)
4. Comme dans le circuit en série, les élèves qui entreront dans le parcours devront ramasser deux trombones de chaque élève/cellule : ils se retrouveront donc avec un total de quatre trombones provenant des cellules de la pile. Démarrez le chronomètre dès que le premier élève prendra ses premiers trombones. Les élèves de l'équipe A déposeront leurs quatre trombones dans le panier de l'ampoule A, tandis que les élèves de l'équipe B déposeront leurs quatre trombones dans le panier de l'ampoule B. Demandez aux élèves de compter jusqu'à 10 avant de poursuivre leur trajet. Il devrait toujours y avoir un élève aux ampoules A et B.
5. Mettez fin à l'activité dès qu'il s'est écoulé le même temps que pendant le circuit en série.
6. Comptez les trombones dans chaque panier d'ampoule. Comparez ces nombres à ceux du circuit en série. Quelle est la charge (le nombre de trombones) reçue par chaque circuit? Qu'arriverait-il aux ampoules dans un véritable circuit en série comparativement au circuit parallèle? Qu'arriverait-il à la pile dans le circuit en série comparativement au circuit parallèle?

Figure 2 : Configuration d'un circuit en parallèle, partie B



### Scénario 2

7. Répétez l'activité du circuit en parallèle, mais cette fois, murmurez à une ampoule qu'elle est brûlée! Demandez à l'élève/ampoule de déposer son panier et de se tenir debout sur le circuit, les bras croisés. Les élèves devront décrire ce qui se produit sur un circuit en parallèle quand une ampoule est grillée.

## Observations

### Partie A – Circuit en série

Scénario 1 : Lorsque les élèves/charges se déplacent le long du parcours/conducteur, ils ramassent au total 4 trombones auprès des élèves/cellules. Puis, les élèves/charges remettent la moitié de l'énergie (deux trombones) à chaque élève/ampoule avant de poursuivre leur parcours. Résultat : les deux ampoules ont une valeur d'éclairage égale.

Scénario 2 : Quand une ampoule est grillée sur un circuit en série, le courant est arrêté. Comme le circuit est ouvert, la deuxième ampoule ne s'allume pas. Les élèves placés entre les cellules et l'ampoule brûlée seront immobilisés. Les élèves/charges qui ont dépassé l'ampoule grillée continueront à se déplacer vers les élèves/cellules jusqu'à ce que tout le monde soit immobilisé et physiquement incapable de circuler.

### Partie B – Circuit en parallèle

Scénario 1 : À mesure que les élèves/charges se déplacent le long du câble conducteur, ils ramassent deux trombones auprès de chaque élève/cellule pour un total de quatre trombones. Chaque élève/charge se déplacera le long d'un des deux parcours, puis déposera les quatre trombones en passant devant une ampoule.

Scénario 2 : Quand est une ampoule est grillée dans un circuit en parallèle, le courant peut emprunter un autre parcours. Les élèves/charges sur le chemin de l'ampoule grillée seront immobilisés. Par contre, la deuxième ampoule recevra l'énergie nécessaire et demeurera allumée.

## Discussion

Demandez aux élèves si les circuits électriques à la maison sont montés en série ou en parallèle. Expliquez que les circuits domestiques sont montés en parallèle : en effet, si une ampoule est éteinte, les autres peuvent demeurer allumées. Demandez aux élèves ce qui se produit lorsqu'une lampe grille dans une guirlande de sapin de Noël. Les anciennes guirlandes étaient montées en série, de telle sorte que lorsqu'une lampe était grillée, toute la guirlande était défectueuse. Heureusement, les guirlandes modernes sont montées en parallèle : quand une lampe est brûlée, les autres continuent à fonctionner.

Remarquez que le nombre de trombones dans chaque panier du circuit en série est environ la moitié du nombre dans les paniers du circuit en parallèle. Dans un véritable circuit en série, les ampoules dégageraient une faible luminosité, puisque les deux ampoules devraient partager la tension électrique des piles. Les paniers du circuit en parallèle contiennent environ le double des trombones contenus dans les paniers du circuit en série. Les ampoules du circuit en parallèle seraient plus lumineuses, puisque chaque ampoule pourrait utiliser le plein voltage offert par les piles. Par conséquent, le circuit en parallèle déchargerait les piles plus rapidement.

## Le saviez-vous?

### Pourquoi les oiseaux ne se font-ils pas électrocuter sur les fils électriques?

Les oiseaux peuvent se poser en toute sécurité sur les fils électriques, car le circuit est incomplet et les oiseaux ne sont pas de bons conducteurs.

## Le saviez-vous?

### D'où vient la foudre?

La foudre est causée par un déséquilibre entre les charges électriques dans l'atmosphère. Le mouvement de la pluie et des particules de glace à l'intérieur d'un nuage d'orage crée des charges électriques (une charge négative au bas du nuage et une charge positive au sommet). Comme les contraires s'attirent, la charge négative cherchera à rejoindre une charge positive. Quand la foudre frappe, elle cherche le plus court chemin vers une structure de charge positive (p. ex., un arbre).

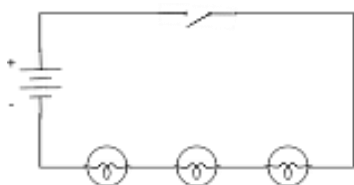
### Activités supplémentaires

Divisez la classe en petits groupes et demandez à chaque groupe de reproduire l'un des circuits indiqués ci-dessous ou de créer son propre circuit. Demandez aux élèves de dessiner le diagramme du circuit pour leur simulation (sur papier ou avec de la craie sur le sol à l'extérieur). Puis, invitez chaque groupe à présenter son circuit à la classe. La classe pourra ensuite simuler le circuit. Pour chaque idée de circuit, assurez-vous que les élèves ramassent un total de trois trombones (au lieu de deux) auprès des trois cellules.

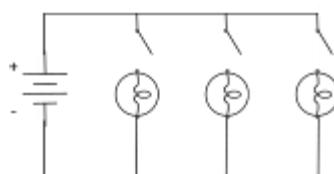
Idées de circuits :

1. Assemblez un circuit contenant trois ampoules, une pile et un interrupteur, de telle sorte que toutes les ampoules s'éteignent lorsque l'interrupteur est ouvert.
2. Assemblez un circuit contenant trois ampoules, trois interrupteurs et une pile, de telle sorte que chaque ampoule est contrôlée par un seul interrupteur.

Défi 1 :



Défi 2 :



## Le saviez-vous?

### L'électricité : à la vitesse... de la lumière!

L'électricité se déplace à la vitesse de la lumière, c'est-à-dire à 300 000 kilomètres/seconde! Si vous aviez dans votre maison un interrupteur relié à une lampe située sur la Lune, il faudrait seulement 1,28 seconde pour allumer la lampe après avoir actionné l'interrupteur à 384 403 kilomètres de distance.

## Activité 4

**Durée :** 60-90 minutes

**Termes clés :** Tout terme lié à l'électricité et aux appareils électriques (p. ex., statique, électron, courant, circuit, source, charge, chemin, moteur, conducteur, isolant, série parallèle, moteur, générateur, méthode de production d'électricité)

**Taille du groupe :** De 2 à 3 élèves

**Matériel (par groupe) :**

Feuille de travail « Jeu du circuit électrique »

Gabarit « Jeu du circuit électrique »

Carton épais (de plus grande taille que le gabarit, qui est de 8,5 x 11 po)

Colle et ruban adhésif

8 fils électriques avec pinces crocodiles

Mini-douille de lampe et une mini-lampe de 1,5 V ou d'un calibre plus élevé

Pile D avec porte-pile

10 attaches à papier en laiton

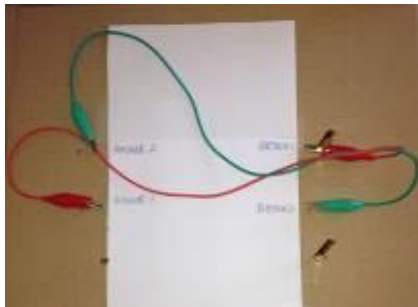
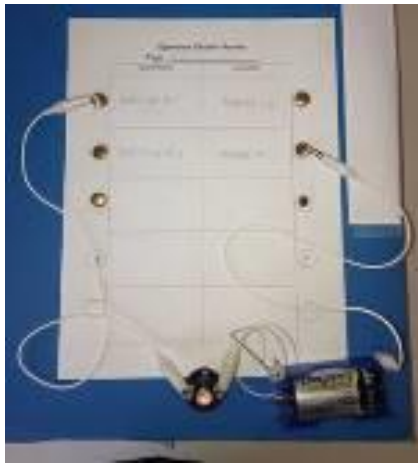
# Jeu du circuit électrique - Testez vos connaissances!

**Objectif d'apprentissage :** Les élèves devront assembler un circuit simple et apprendre les principes fondamentaux de l'électricité.

Les élèves testeront leurs connaissances générales sur l'électricité. Le principe du jeu consiste à jumeler des mots : si le joueur choisit la bonne réponse, le circuit sera fermé et la lampe s'allumera.

### Méthode

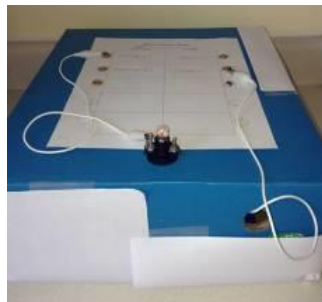
1. Chaque groupe d'élèves se verra attribuer un sujet sur l'électricité et devra formuler cinq questions/réponses à utiliser dans leur propre tableau-questionnaire. À la fin, une fois que les tableaux-questionnaires seront terminés, chaque groupe testera ses connaissances sur chacun des jeux à circuits électriques.
2. Divisez la classe en groupes et fournissez à chacun une feuille de travail « Jeu du circuit électrique ». Attribuez un sujet à chaque groupe. Les sujets possibles comprennent les suivants : électricité statique, composantes d'un circuit, circuits en série, circuits en parallèle, conducteurs/isolants, méthodes de production et de conservation de l'électricité.
3. Demandez à chaque groupe de trouver des questions/réponses liées à leur sujet et de les consigner dans l'étape 1 de la feuille.
4. Demandez aux groupes de sélectionner leurs cinq meilleures questions/réponses pour le sujet attribué. Invitez-les à les retranscrire dans l'étape 2 de la feuille. Assurez-vous que les élèves mélangent les réponses dans la 2e colonne afin de refléter la version finale du jeu.
5. Distribuez le gabarit « Jeu du circuit électrique ». Demandez aux élèves d'écrire lisiblement les cinq questions du côté gauche du gabarit. Ils devront aussi écrire les réponses, l'une après l'autre, à mesure qu'ils termineront et testeront chaque circuit.
6. Fournissez à chaque groupe un ensemble de matériaux et examinez un circuit simple. Demandez à chaque groupe de tester la lampe, la pile et chaque fil pour s'assurer que toutes les composantes du circuit fonctionnent bien.
7. Mettez les élèves au défi d'assembler un tableau-questionnaire du « Jeu du circuit électrique » sans autres directives supplémentaires. Au besoin, poursuivez en suivant la procédure ci-dessous.



8. Demandez aux élèves de coller avec de la colle ou du ruban adhésif le gabarit sur un carton légèrement plus grand.
9. Demandez aux élèves de percer les dix attaches à papier dans chaque cercle du gabarit.
10. À l'aide de ruban adhésif, fixez la lampe sur le tableau-questionnaire en carton.
11. Demandez aux élèves de créer un circuit ouvert en utilisant trois fils avec les pinces crocodiles, la lampe et la pile. Fixez deux fils à la lampe et raccordez l'un de ces fils à la pile. Installez un troisième fil de l'autre côté de la pile. Résultat : la lampe est reliée à la pile et on utilisera les deux fils pour raccorder les attaches des questions/réponses. La lampe s'allumera seulement lorsque le circuit sera complet, c'est-à-dire lorsque le fil à l'arrière du carton sera relié à la bonne réponse à la question.
12. Demandez aux élèves de terminer le tableau-questionnaire du « Jeu du circuit électrique » en utilisant les cinq autres fils avec les pinces crocodiles. Demandez aux élèves d'écrire lisiblement la réponse no 1 à l'endroit approprié sur le gabarit. Retournez le tableau à l'envers et utilisez l'un des fils avec les pinces crocodiles pour relier la question no 1 à l'attache représentant la réponse no 1. Demandez aux élèves de tester leur première question/réponse pour s'assurer que le circuit fonctionne et que la lampe s'allume.
13. Répétez le même processus pour les quatre questions. Testez chaque question/réponse pour vous assurer que chaque circuit est correctement branché et fonctionne bien.
14. Placez chaque tableau-questionnaire du « Jeu du circuit électrique » autour de la classe et demandez à chaque groupe de circuler et de tester ses connaissances sur chacun des tableaux.

### Activités supplémentaires :

1. Construisez le « Jeu du circuit électrique » afin que la pile soit cachée dans une boîte. Demandez aux élèves de fixer le gabarit sur une boîte en carton épais avec un couvercle (p. ex., boîte à soulier). La lampe devra être installée sur la boîte à l'aide de deux trombones qui se prolongent dans la boîte. Les photos suivantes montrent comment les fils de la pile doivent être fixés.



2. Construisez un circuit électrique, mais en utilisant cette fois des questions à choix multiples.

Scientifiques à l'école est un organisme de bienfaisance canadien enregistré (No 867139537RR0001)

Nom(s): \_\_\_\_\_

## Feuille de travail « Jeu du circuit électrique »

Sujet : \_\_\_\_\_

**Étape 1:** Lancez des questions et réponses associées à votre sujet.

Question	Réponse

**Étape 2 :** Sélectionnez les cinq meilleures questions/réponses et récrivez-les sur le gabarit en les mélangeant.

Question	Réponse
Question no 1 :	Réponse no __ :
Question no 2 :	Réponse no __ :
Question no 3 :	Réponse no __ :
Question no 4 :	Réponse no __ :
Question no 5 :	Réponse no __ :

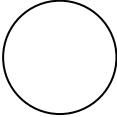
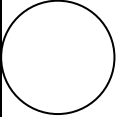
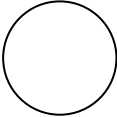
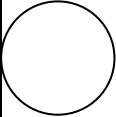
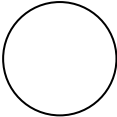
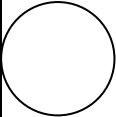
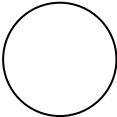
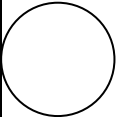
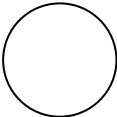
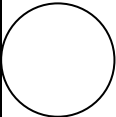
Nom(s) :

---

## Gabarit « Jeu du circuit électrique »

Sujet :

---

	Questions	Réponses	
			
			
			
			
			

# Construction d'une voiture électrique à pile!

## Activité 5

**Durée :** 1-2 heures

**Autres applications :**  
mathématiques

**Termes clés :** Circuits en série et en parallèle, cellules et piles, diamètre, essieu

**Taille du groupe :** Deux par deux

### Matériel (par groupe) :

Morceau de carton de boîte de 10 cm x 10 cm

Règle, compas, crayon

1 brochette de bambou

2 CD

5 bouchons de bouteilles d'eau

2 pailles de 20 cm

1 contenant à champignons en plastique

6 fils (2 x 30 cm et 4 x 8 cm), - coupés et dénudés aux extrémités ou fils avec pinces crocodiles

1 moteur (minimum 1,5 V)

2 piles AA (1,5 V)

Ruban d'emballage transparent

Colle et pistolet à colle

Ciseaux

Feuille de travail « Construisez une voiture électrique à pile »

**Objectif d'apprentissage :** Les élèves apprendront les différences entre un circuit en série et un circuit en parallèle.

Une cellule est une unité simple qui produit de l'électricité à partir d'une réaction chimique. Cette énergie est mesurée en volts (V). Une pile est constituée de cellules simples (p. ex., piles AA, AAA, C ou D) ou multiples que l'on combine pour augmenter la tension électrique (p. ex., une pile de 9 V est constituée de six cellules de 1,5 V).

### Méthode

La voiture sera munie d'une roue avant et de deux roues arrière



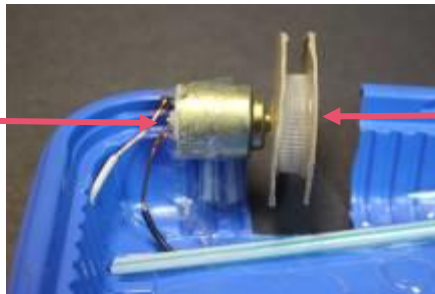
Source: <https://www.vecteezy.com/free-vector/electric-circuit> Electric Circuit  
Vectors by Vecteezy

### Partie A : Assemblage de la roue avant et du moteur

1. À l'aide d'un compas, tracez deux cercles de 4,5 cm de diamètre sur le carton. Découpez ces cercles en les gardant aussi lisses et circulaires que possible (ils formeront la roue avant).
2. Percez soigneusement un trou au centre de chaque cercle de carton à l'aide du bout pointu de la brochette. Percez aussi un trou au centre d'un des bouchons. Enfilez un cercle de carton, un bouchon et l'autre cercle de carton dans la brochette afin de centrer les trous. Collez les trois morceaux ensemble. Une fois la colle séchée, retirez cette roue de la brochette et collez-la sur l'essieu du moteur.
3. Fixez un fil de 30 cm à chaque connexion du moteur.
4. Coupez 3 cm au milieu de la partie avant du contenant en plastique. Collez le moteur à l'intérieur de l'avant du contenant afin que la roue puisse tourner librement dans la partie coupée. Il est possible que vous deviez renforcer le contenant en collant avec du ruban adhésif deux courts morceaux de paille entre le moteur et l'arrière du contenant.
5. Percez un trou sur le côté du contenant à l'aide du bout pointu de la brochette et insérez un fil. Percez un deuxième trou à l'arrière du contenant et insérez un deuxième fil.
6. En raison du poids du moteur, il est possible que vous deviez renforcer le contenant à l'aide d'une paille coupée selon la largeur de l'arrière du contenant. Vous devrez ensuite coller la paille au contenant avec du ruban adhésif à proximité de l'avant, là où est placée la roue.

### Partie A : Assemblage de la roue avant et du moteur

**Étapes 3 à 5 :** Moteur avec deux fils de 30 cm



**Étapes 1 et 2 :** Assemblage des cercles en carton et du bouchon pour la roue avant

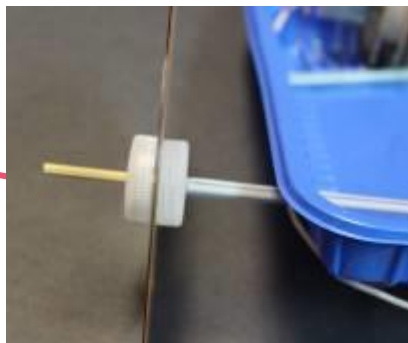
**Étape 6 :** Renforcement du plateau à l'aide d'une paille

## Partie B : Assemblage des roues arrière et de l'essieu

7. L'essieu arrière sera installé à l'arrière du plateau. Utilisez une règle et un stylo pour marquer l'endroit où sera placé l'essieu. Faites une marque des deux côtés du plateau, à 1 cm du bas du plateau et à 2 cm du coin arrière. À l'aide de la brochette, percez un trou de chaque côté de l'arrière du plateau, aux endroits indiqués.
8. Placez la paille dans ces trous et coupez-la afin que les extrémités dépassent de 1 cm dans le sens le plus large du plateau (vous éviterez ainsi que les roues ne frottent contre le plateau).
9. À l'aide de la brochette, percez un trou au centre de chacun des quatre bouchons de bouteille.
10. Assemblez les roues arrière à l'essieu de telle sorte que les côtés ouverts des deux bouchons se feront face, avec le CD installé entre les deux. Pour ce faire, placez la brochette sur le bureau, l'extrémité pointue vers le haut. Ensuite, ajoutez un bouchon (côté ouvert vers le haut), le CD, puis le 2e bouchon (côté ouvert vers le bas). Poussez l'assemblage vers le bas de la brochette, en laissant 2 cm de la brochette vers le bas. Insérez la brochette dans la paille de la voiture. Ajoutez sur la brochette le 3e bouchon (côté ouvert vers le haut), le CD, puis le 4e bouchon (côté ouvert vers le bas). Coupez l'extrémité pointue de la brochette, de manière à ce qu'il reste 2 cm à l'extrémité. Si les roues ne sont pas solides, ajoutez de la colle entre les bouchons et les CD.

### Partie B : Assemblage de la roue arrière et de l'essieu

**Étape 10 :** Assemblage des roues arrière à l'aide des CD et des bouchons de bouteille



**Étapes 7 à 9 :** Installation de l'essieu à l'aide de la brochette et de la paille

---

## Partie C : Mise en place des piles

11. Retournez le plateau de manière à ce que le fond forme le haut de la voiture.
12. Soulevez la voiture afin de dégager la roue avant. Puis, touchez les fils qui sortent du plateau en provenance du moteur avec une pile afin de déterminer la direction de la rotation de la roue avant. Cette étape est importante : quand les fils seront branchés, vous serez certain que la roue avant fera avancer votre voiture.
13. À l'aide d'une paire de ciseaux, dénudez les extrémités des quatre fils, de telle sorte que chaque fil mesure 8 cm. Avec du ruban adhésif, collez un fil aux extrémités de chacune des deux piles. Pour cette étape, soulevez la voiture afin que la roue avant soit dégagée. Testez les piles et les fils en touchant les fils attachés au moteur avec ceux raccordés à la pile (le moteur devrait tourner).
14. À l'aide de ruban d'emballage transparent, fixez les deux piles au haut du plateau.

### Partie C : Assemblage des piles Étapes 11 à 14



## Partie D : Branchement des piles et essai de la voiture

15. Distribuez à chaque élève un exemplaire de la feuille « Construisez une voiture électrique à pile ».
16. Branchez les fils à une seule pile, placez le véhicule dans une zone dégagée et observez le tout. Note : vous devrez peut-être pousser légèrement la voiture au début. Dessinez le diagramme du circuit et notez vos observations concernant le mouvement du véhicule.
17. Répétez l'étape 16, mais cette fois, en montant les piles en série. Dessinez le diagramme du circuit et notez vos observations concernant le mouvement du véhicule.
18. Répétez l'étape 16, mais cette fois, en montant les piles en parallèle. Dessinez le diagramme du circuit et notez vos observations concernant le mouvement du véhicule.



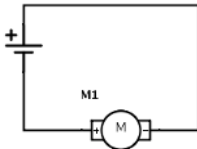
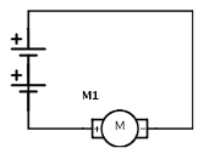
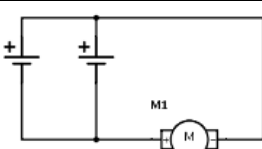
Fils montés dans un circuit en série



Fils montés dans un circuit en parallèle

### Observations

Le tableau ci-dessous montre un exemple de résultats. Les élèves devraient pouvoir observer que peu importe le mode de branchement des piles, le moteur fera tourner la roue si la voiture est soulevée du sol. La pile seule et les deux piles montées en parallèle fourniront la même force et les élèves découvriront que les deux assemblages ne peuvent déplacer la voiture. La voiture se déplacera uniquement lorsque les deux piles seront montées en série.

Disposition des piles	Diagramme du circuit	Observations
1 pile		- La voiture demeurera immobile.
2 piles en série		- La voiture se déplacera.
2 piles en parallèle		- La voiture demeurera immobile.

## Discussion

Demandez aux élèves d'expliquer pourquoi la voiture refuse d'avancer lorsqu'elle est branchée à une seule pile. Explication : une seule pile fournit 1,5 V, ce qui est insuffisant pour déplacer la voiture.

Demandez aux élèves d'expliquer pourquoi la voiture refuse d'avance quand les piles sont montées en parallèle. Explication : quand les piles sont montées en parallèle, la tension électrique demeure à 1,5 V, ce qui est insuffisant pour déplacer la voiture. Dans un assemblage en parallèle, chaque électron reçoit la poussée seulement d'une pile ou de l'autre.

Demandez aux élèves d'expliquer pourquoi la voiture avance quand les piles sont montées en série. Explication : le montant des piles en série augmente la tension électrique. Quand les piles sont montées en série, chaque électron reçoit la poussée de chaque pile, de telle sorte que la tension électrique monte à 3 V, ce qui est suffisant pour déplacer la voiture.

## Activités supplémentaires :

1. Renforcez la compréhension des élèves en ajoutant des cellules ou des piles, en série ou en parallèle. Ne branchez pas trop de piles au circuit, car cela pourrait endommager le moteur. Par exemple, vous pouvez tester rapidement un moteur de 3 V avec des piles de 1,5 V (1, 2 ou 3 piles), en série ou en parallèle. Discutez avec les élèves de l'incidence du nombre de cellules énergétiques sur le moteur. Par exemple, dans un circuit en série, un moteur pourra fonctionner à une tension moindre, mais tournera plus lentement, ce qui exercera une certaine contrainte sur le moteur. À une tension plus élevée, le moteur roulera plus vite avant de s'immobiliser. Dans un circuit parallèle, la tension sera identique, mais le moteur pourra fonctionner plus longtemps.
2. Vous pouvez convertir votre voiture à l'énergie solaire en utilisant des cellules solaires à la place des piles. Les panneaux solaires devront avoir la même tension électrique que le moteur. Vous devrez avoir un éclairage direct : cette activité devra donc être effectuée à l'extérieur par une journée ensoleillée.
3. Les élèves pourraient utiliser leurs propres matériels pour concevoir et construire de meilleures voitures (c'est-à-dire des voitures plus légères et causant moins de friction) et même organiser des courses.
4. Demandez aux élèves de faire une recherche sur les véhicules alimentés à l'énergie solaire et construits par des étudiants universitaires. Par exemple, le Midnight Sun Solar Rayce Car Team, une équipe affiliée à l'Université de Waterloo, participe à des compétitions, notamment l'American Solar Challenge aux États-Unis, et le World Solar Challenge, en Australie.

Nom : \_\_\_\_\_

## Construisez une voiture électrique à pile!

Disposition des piles	Diagramme du circuit	Observations
1 pile		
2 piles en série		
2 piles en parallèle		

# Documentation pour l'enseignant et l'élève

## Livres

*L'électricité : 10 expériences expliquées pas à pas.* Chris Oxlade, John Farndon. 2012. Piccolia. ISBN 9782753020900.

Dix expériences scientifiques simples, dont plusieurs utilisent les objets quotidiens.

*L'électricité : une énergie à maîtriser.* Pascal Desjours. 2000. Albin Michel Jeunesse. ISBN 2226113045  
Quinze expériences simples à réaliser

*L'électricité.* Anna Claybourne, traduction de Louise Prévost-Bicego. 2009. Scholastic. ISBN 9780545981781

Explique l'électricité, comment on l'utilise et où on le trouve naturellement.

*Les circuits électriques.* Martin et Stéphane Brouillard. Éditions MultiMonde. 2020. ISBN 9782897731922

Expériences et informations supplémentaires.

## Sites Web et vidéos

<https://www.alloprof.qc.ca/fr/parents/articles/saines-habitudes-vie-activites-pedagogiques/activites-stimuler-interet-physique-k1396>

Des expériences simples qui se concentrent surtout sur l'électricité statique

<https://www.youtube.com/watch?v=KuKQZx7UCSQ>

D'où vient l'électricité?

<https://www.youtube.com/watch?v=efQW-ZmpyZs>

C'est pas sorcier : l'électricité

<https://www.youtube.com/watch?v=163Xl1zFMBE>

Les dangers de l'électricité

## Nos partenaires dans l'enseignement des STIM

Grâce au soutien de nos donateurs qui proviennent tout autant des milieux d'affaires que des secteurs communautaires et gouvernementaux, sans oublier les dons d'individus, notre organisme de bienfaisance de premier plan a rejoint, depuis 1989, plus de 11 millions de scientifiques en herbe! Le soutien financier de ces partenaires nous permet d'élaborer et de mettre à jour des programmes et des troupes thématiques. Il nous aide également à subventionner le coût de chaque atelier et à offrir gratuitement au moins 10 % de nos présentations aux écoles desservant les communautés marginalisées. Enfin, cet appui nous permet de mettre en place l'infrastructure qui assurera des expériences pertinentes et de grande qualité aux élèves, et ce, quel que soit leur lieu de résidence au Canada.

### Niveau de catalyseur

CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada)\* | Drax Foundation\* |  
Ministère de l'Éducation de l'Ontario

### Niveau d'innovation

Calgary Foundation | Fondation John and Deborah Harris Family\* | La Société de gestion des déchets nucléaires\* |  
MilliporeSigma\* | Ontario Power Generation\*

### Niveau d'imagination

AMD Canada\* | Anonymous Donor | ATB Financial\* | Fondation communautaire des Postes Canada |  
Fondation TD des amis de l'environnement\* | G. Murray and Edna Forbes Foundation Fund, South Saskatchewan Community  
Foundation\* | Le Fonds pour l'égalité des genres - Gouvernement du Canada | Rio Tinto - IOC | SC Johnson\*

### Niveau découverte

Access Communications | Apotex Inc. | AWS InCommunities Calgary Fund\* | Brant Community Foundation\* |  
City of Brantford\* | Edith H. Turner Foundation Fund, Hamilton Community Foundation\* | Electrical Safety Authority\* |  
Elementary Teachers Federation of Ontario | ENWIN Utilities | Finning Canada | Fondation communautaire d'Ottawa\* |  
Fondation Nissan Canada\* | General Motors\* | Gerdau Whitby Mill\* | Gore Mutual Insurance Company\* |  
Hunter Family Foundation\* | Innisfil Community Foundation\* | J. P. Bickell Foundation | Northwestern Alberta Foundation\* |  
S.M. Blair Family Foundation\* | Syngenta Canada Inc.\* | TC Énergie\* | TELUS and TELUS Friendly Future Foundation\* |  
The Arthur & Audrey Cutten Foundation\* | The Pendle Fund at the Community Foundation of Mississauga |  
The Saint John's Legacy Foundation\* | Town of Ajax Partnership Fund\* |  
Town of Whitby, Mayor's Community Development Fund\*

### Niveau d'exploration

Bowmanville Rotary Club\* | Brampton and Caledon Community Foundation\* | Cajole Inn Fund - Ottawa Community Foundation\* |  
Canton de Tiny\* | Carleton North Community Foundation | Centre Wellington Community Foundation\* | CFUW Owen Sound and  
Area\* | CFUW St. John's\* | City of Hamilton - City Enrichment Fund | Club Progrès du Canada\* | Community Foundation for  
Lennox & Addington | Deep River & District Community Foundation\* | Durham Community Foundation\* | Dwight and Karen  
Brown Family Fund - Fondation communautaire d'Ottawa\* | Ecclesiastical Insurance - Movement for Good | Epson Canada Inc. |  
GrandBridge Energy | Guelph Community Foundation | Huronia Community Foundation - LabX Charity Fund, Lynda Zuidema  
Endowment Fund, and Tom and Lucille Gay Memorial Endowment Fund\* | Leanne Children's Foundation | Magna International  
PUC Inc. | RAEQ | Robert Half Canada Inc.\* | Rotary Club of Bolton\* | Rotary Club of Brampton | Superior Glove Works\* |  
The Smart and Caring Children and Youth Fund at the Mississauga Foundation\* | Town of Orangeville |  
Unifor Social Justice Fund | Waterloo Region Community Foundation - The Woolwich Community Fund |  
Weyerhaeuser Giving Fund - Kenora\*

Nous sommes également reconnaissants envers Macdonald & Company LLP, McMillan LLP, MLT Aikins LLP,  
Stewart McKelvey, et Taylor McCaffrey LLP pour avoir fourni à Scientifiques à l'école un appui non financier.

*\*Un merci spécial à nos partenaires pluriannuels.*