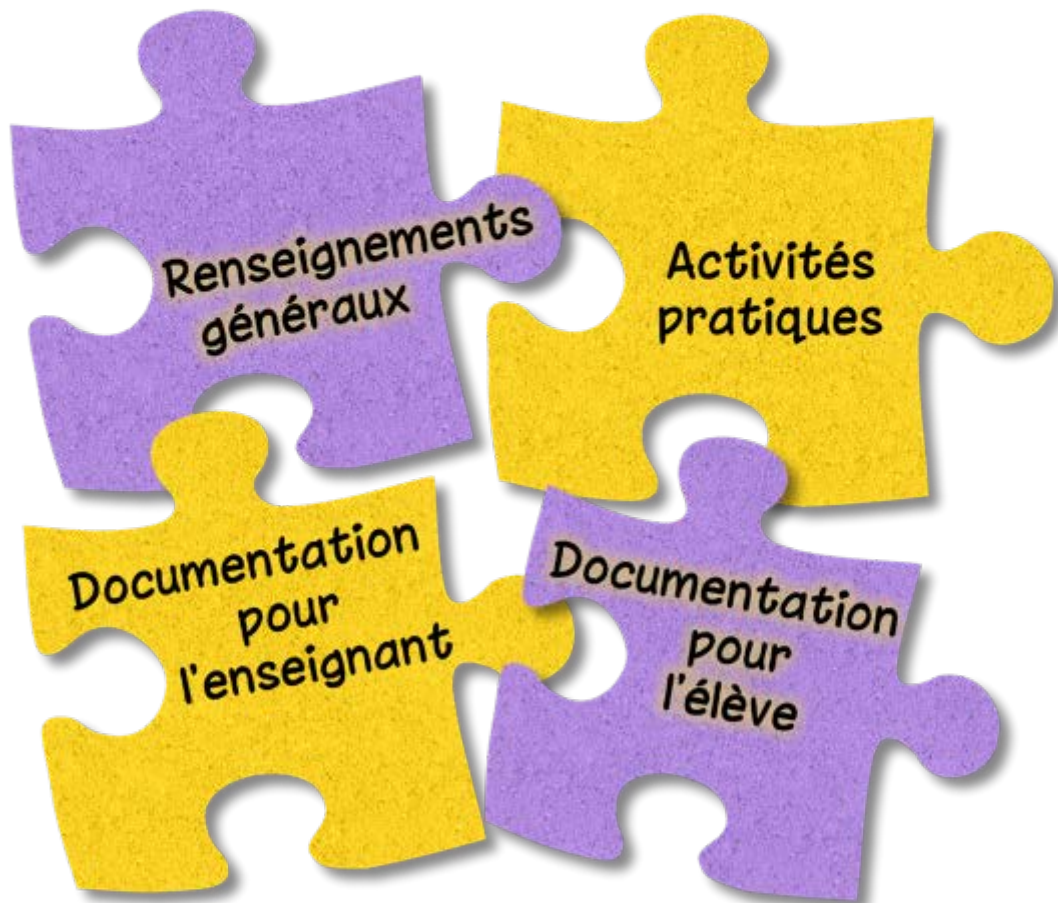




# Trousse de l'enseignant



Laissez-nous vous aider à reconstituer  
les faits scientifiques!

**Renseignements généraux** un survol du sujet et des concepts théoriques

**Activités pratiques**

Activité 1 - activité avec crayon et papier

Activité 2 - activité courte, facile à faire (de 30 à 60 min)

Activité 3 - activité courte, facile à faire (de 30 à 60 min)

Activité 4 - activité plus longue (plus d'une heure)

Activité 5 - activité complexe

**Documentation pour l'enseignant**

Livres

Sites Web

Documentation pour tableau blanc interactif

Multimédia

**Documentation pour l'élève**

Livres

Sites Web interactifs

***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).

# Tours de force!

Vous est-il déjà arrivé de tomber sur la glace et de regretter de ne pas avoir eu d'autres chaussures aux pieds? Avez-vous déjà échappé un objet en vous disant que vous aviez les mains pleines de pouces? Avez-vous déjà fabriqué un lance-pierre? Vous êtes-vous déjà buté à un couvercle de bocal récalcitrant? Il suffit de regarder autour de soi pour réaliser que les forces sont toujours en action. Si les semelles de vos chaussures sont trop lisses, il n'y aura pas assez de friction entre celles-ci et la glace pour vous empêcher de tomber. Étant donné que la gravité est toujours en œuvre, tout ce que l'on échappe tombe inévitablement sur le sol (même si on n'a pas encore trouvé une explication satisfaisante au fait que les rôties tombent toujours du côté de la face beurrée du pain!). Le lance-pierre fait appel à la force incroyable produite par l'élastique : en effet, les élastiques peuvent s'étirer sur de longues distances et accumuler une quantité importante d'énergie qui sera relâchée d'un seul coup. Et qu'en est-il du couvercle de bocal? Eh bien, il pourrait se dévisser un peu plus facilement si vous pouviez appliquer un peu plus de friction entre votre main et le couvercle. La prochaine fois, utilisez des bandes élastiques autour du couvercle!

## Renseignements généraux

Depuis des centaines d'années, les scientifiques étudient les forces. Aristote et Archimède sont parmi les premiers scientifiques à avoir émis des théories sur le mode d'action des forces dans les machines simples. Toutes les forces qu'ils ont observé étaient des forces appliquées; ainsi, ils pouvaient observer le résultat de la force mise en œuvre pour pousser un chariot au sommet d'une colline. Toutefois, Aristote et Archimède étaient incapables d'expliquer les forces en action dans le vol d'un projectile (p. ex., une flèche ou une roche). Par conséquent, certaines choses demeuraient un mystère.

Au 17<sup>e</sup> siècle, des scientifiques tels que Galilée, Newton, Kepler, Descartes et de nombreux autres ont poussé plus loin la recherche sur le mode d'action des forces. Ce sont eux qui ont élaboré les théories que nous connaissons et utilisons aujourd'hui. Sir Isaac Newton est devenu l'un des scientifiques les plus connus en raison de ses expériences et de ses efforts à prouver la validité de ses trois lois du mouvement.

### **Première loi du mouvement de Newton (principe d'inertie) : un objet conserve son état de repos ou de mouvement à moins d'être soumis à une force non équilibrée**

La première loi du mouvement de Newton énonce que si un objet est au repos, il le demeurera jusqu'à ce qu'une autre force (autre que la gravité) soit exercée sur celui-ci. Par exemple, si vous déposez votre crayon sur votre bureau, il demeurera à cet endroit jusqu'à ce que vous le repreniez ou jusqu'à ce qu'une personne frappe sur le bureau et le fasse rouler. De plus, la première loi du mouvement de Newton indique que si un objet se déplace, il continuera de progresser jusqu'à ce qu'une autre force soit exercée sur celui-ci. Par exemple, si vous êtes un astronaute en sortie dans l'espace et que vous lancez une balle, cette balle se déplacera de façon continue dans la direction où vous l'avez lancée. La balle ne subira aucune accélération ni ralentissement tant qu'un objet ne viendra pas lui bloquer le passage. On désigne parfois cette loi sous le nom de principe d'inertie.

### **Deuxième loi du mouvement de Newton (principe fondamental de la dynamique) : la force est le produit de la masse et de l'accélération ( $F=ma$ )**

En termes simples, la deuxième loi du mouvement de Newton stipule que plus grande est la masse d'un objet, plus grande est la force requise pour le déplacer. C'est là un principe que nous connaissons tous de façon intuitive. Ramasser un manuel scolaire sur le sol nécessite beaucoup moins de force que de soulever une pile de 20 manuels! Lancer une balle sur un terrain de baseball requiert moins de force que de projeter un boulet de canon sur le même terrain. Il faut moins de force

pour pousser une automobile que pour pousser un gros camion jusqu'à la prochaine station-service (quoique dans un cas comme dans l'autre, il est préférable de demander une dépanneuse!).

### **Troisième loi du mouvement de Newton : toute action entraîne une réaction équivalente et de force opposée**

Avez-vous déjà assisté au décollage d'une fusée vers l'espace? C'est là l'un des meilleurs exemples de la troisième loi de Newton. Lors de la mise à feu, la fusée exerce une poussée descendante (c'est l'action) à l'aide des gaz produits par la combustion du carburant. En fait, c'est le sol qui pousse la fusée vers le haut, en réaction à la force descendante des gaz. C'est ce qui entraîne le décollage de la fusée et son envol vers l'espace.

### **Qu'est qu'une force?**

En termes simples, une force est une poussée ou une traction. Par exemple, vous pouvez exercer une force de poussée afin de fermer une porte et une force de traction afin de l'ouvrir à nouveau. Mais les forces sont bien plus que des poussées et des tractions. On peut subdiviser les forces en forces de contact et en forces de non-contact.

#### **Forces de contact**

Il s'agit des forces qui ne peuvent s'exercer que si l'auteur de la force est en contact avec l'objet. Les poussées et les tractions peuvent amorcer ou arrêter le mouvement d'un objet, ou encore modifier sa direction. Par exemple, on peut utiliser nos muscles pour pousser ou tirer un objet (p. ex., prendre une brosse à dents pour se brosser les dents ou aller se promener, s'asseoir, courir ou faire du bicycle).

La friction est une force qui se manifeste lorsque deux objets sont en contact l'un avec l'autre. C'est une force qui peut ralentir un objet en mouvement et l'arrêter, ou encore limiter le déplacement initial d'un objet. Par exemple, une balle qui roule sur le plancher de la salle de classe s'arrêtera à un moment donné en raison de la friction. C'est aussi la friction qui tient en place la gomme à effacer sur la surface légèrement inclinée d'un bureau.

#### **Forces de non-contact**

Les forces de non-contact agissent à distance et ne nécessitent aucun contact entre les objets. La gravité est une force d'attraction exercée entre deux objets. Plus grande est la masse d'un objet, plus grande est sa force de gravitation ou d'attraction. Par exemple, la force gravitationnelle de la Terre est beaucoup plus grande que celle d'une personne; c'est la raison pour laquelle la personne est attirée par la Terre.

Les aimants exercent une poussée ou une traction en attirant ou en repoussant un autre objet. Cet objet peut être un autre aimant ou un objet contenant certains métaux (p. ex., du fer). L'électricité statique peut exercer une poussée ou une traction lors du transfert de charge. Ce transfert est souvent causé par la friction. Par exemple, si vous frottez un ballon sur vos cheveux, c'est la friction qui cause un transfert de charge. Par la suite, si vous placez le ballon à proximité d'un mur, le ballon sera attiré sur le mur et y collera. Ce phénomène est très semblable aux propriétés d'attraction et de répulsion des aimants.

## Activité 1 : Découvrez les forces

**Durée :** 20 - 30 minutes

**Autres applications :**  
Structures

**Taille du groupe :**  
Activité individuelle

**Matériel requis :**

Crayon

fiche de données  
« Découvrez les forces »

**Objectif d'apprentissage :** Les élèves mettront en application leurs connaissances afin de décrire à quels endroits les forces sont en oeuvre dans un terrain de jeu.

**Procédure :**

1. Remettez à chaque élève une copie de la fiche de données « Découvrez les forces ».
2. Demandez aux élèves de remplir la fiche de données de façon aussi complète que possible.

**Observations :**

Les élèves devraient être en mesure de remplir la fiche de données de façon aussi complète que possible.

Voici quelques exemples de réponses pour chacune des forces: **poussée** (pousser la balançoire, pousser la pelle dans le sable ou pousser les jambes sur la balançoire à bascule); **traction** (monter le long de l'échelle, utiliser ses bras dans les barres à suspension ou tirer la chaudière dans le sable); **friction** (glisser dans la glissade, le point de pivot de la balançoire à bascule, des chaînes de la balançoire et de la barre); **gravité** (glisser dans la glissade, descendre vers le bas de la balançoire à bascule ou de la balançoire à chaînes).

**Discussion :**

Demandez aux élèves d'expliquer de quelle manière chaque force est en action sur le terrain de jeu.

### Le saviez-vous?

#### Hé, la Terre, n'arrête pas de tourner!

Si la Terre arrêta de tourner soudainement, tout ce qui n'est pas fixé au substrat rocheux (notamment la couche de terre arable, les bâtiments et vous) serait projeté dans l'atmosphère à une vitesse de 1 770 km/h!

Si la Terre cessait graduellement de tourner sur des milliards d'années, tout habitant de la Terre, en quelque endroit que ce soit, bénéficierait en permanence de la lumière du jour pendant  $\frac{1}{2}$  année, puis d'une nuit permanente d'une même durée.

## Découvrez les forces

Ce terrain de jeu n'est pas qu'un terrain de jeu : c'est un centre de forces! Pouvez-vous identifier tous les endroits où les forces entrent en action? Remplissez les espaces ci-dessous.



Indiquez 3 endroits où l'on retrouve une poussée.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Indiquez 3 endroits où l'on retrouve une traction.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Indiquez 3 endroits où l'on retrouve une friction.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Indiquez 3 endroits où l'on retrouve la gravité.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

## Activité 2 : Bateaux à aubes

**Durée :** 30 - 60 minutes

**Autres applications :**

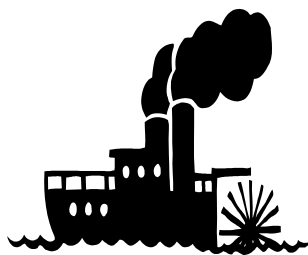
Études sociales –  
Communauté

**Taille du groupe :**

2 – 3 élèves par groupe

**Matériel requis :**

- assiettes en mousse de polystyrène ou morceaux de carton ondulé
- bandes élastiques
- ciseaux
- gabarit de bateau à aubes
- table de jeu pouvant contenir de l'eau ou bacs à tapisserie



**Objectif d'apprentissage :**

Les élèves découvriront comment un élastique peut déplacer un objet.

Dans le cadre de cette activité, il est préférable d'utiliser des bandes élastiques minces (format n° 33), étant donné que les bandes larges ne permettront pas d'obtenir des résultats uniformes.

**Procédure :**

1. Remettez à chaque groupe une assiette en mousse de polystyrène ou un morceau de carton ondulé, le gabarit du bateau à aubes et une paire de ciseaux.
2. Demandez aux élèves de découper le gabarit du bateau et de la palette à partir de la feuille de papier, puis de tracer le profil du bateau et de la palette sur l'assiette en mousse de polystyrène ou le morceau de carton ondulé. Découpez soigneusement le bateau et la palette.
3. Placez une bande élastique à l'extrémité du bateau, par-dessus les deux languettes qui dépassent de l'arrière du bateau.
4. Installez la palette du bateau entre la bande élastique. Faites faire un tour complet à la palette de telle sorte que l'élastique s'enroule autour de celle-ci. Ne lâchez pas la palette!
5. Mettez le bateau à l'eau sur la table de jeu ou dans le bac. Lâchez la palette et mesurez la distance franchie par le bateau.
6. Demandez aux élèves de répéter l'expérience, mais cette fois en enroulant l'élastique 5 fois autour de la palette. Quelle est la différence entre les deux essais en ce qui concerne la distance parcourue par le bateau?

**Observations :**

Les élèves devraient observer que le bateau est propulsé vers l'avant. Le bateau devrait se déplacer plus loin lorsque l'élastique est enroulé 5 fois autour de la palette, comparativement à l'essai où il n'est enroulé qu'une fois.

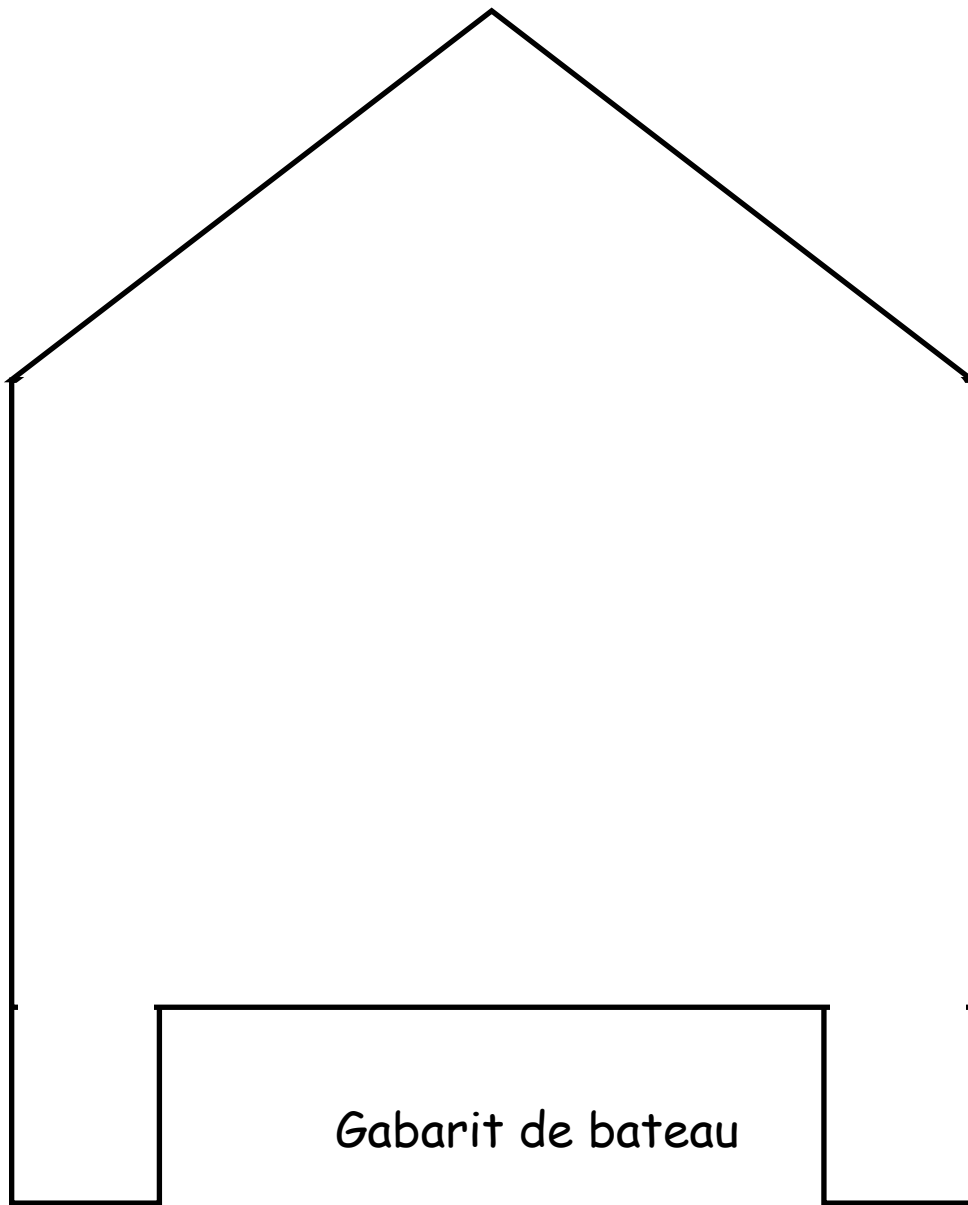
**Discussion :**

Plus l'élastique est enroulé, plus il emmagasine d'énergie potentielle. Quand les élèves relâchent la palette, l'élastique peut libérer d'un seul coup toute l'énergie emmagasinée et propulser le bateau vers l'avant.

Demandez aux élèves d'apporter des modifications à leur bateau ou à leur palette afin que le bateau franchisse une plus grande distance. Quel type de bateau fonctionne le mieux : celui fabriqué avec de la mousse de polystyrène ou celui fabriqué avec du carton ondulé?

De plus, les élèves peuvent répéter l'expérience avec des élastiques de tailles différentes et en enroulant l'élastique autour de la palette un nombre de fois différent.

# Gabarit de bateau à aubes



Languettes  
autour  
desquelles il faut  
enrouler  
l'élastique



Gabarit de palette



## Activité 3 : Mini-laboratoire d'électricité statique

**Durée :** 30 - 60 minutes

**Taille du groupe :**

4 groupes d'élèves

**Matériel requis (pour toutes les parties) :**

- ballons
- papier de soie
- règles en acrylique
- ciseaux
- marqueurs
- céréales de riz soufflé
- assiettes en papier
- bas ou foulards en laine
- canettes d'aluminium vides
- assiettes à tarte en aluminium
- ficelles
- bâtons ou manches à balai
- gobelets en mousse de polystyrène
- assiettes en mousse de polystyrène
- colle ou ruban masque

**Objectif d'apprentissage :**

Les élèves découvriront les propriétés de l'électricité statique.

Un taux élevé d'humidité (> 80 %) aura une incidence sur les résultats de cette activité. Il est donc préférable d'organiser ce mini-laboratoire lors d'une journée avec un faible taux d'humidité. Quand l'air est humide, les molécules d'eau se fixent sur la surface des objets, ce qui ralentit l'accumulation des charges électriques.

**Procédure :** Mettez en place 4 centres d'activités comme suit :

### 1. Charmeur de serpent

Matériel requis : règles en acrylique, papier de soie, bas ou foulards en laine, marqueurs, ciseaux

- a. Sur le quart d'une feuille de papier de soie, dessinez soigneusement un serpent en forme de spirale. Découpez délicatement le serpent et déposez-le sur un bureau.
- b. Frottez une règle avec un bas ou un foulard de laine pendant environ 30 secondes.
- c. Essayez de faire dérouler le serpent à l'aide de la règle chargée d'électricité statique (si cela ne marche pas, essayez de frotter la règle avec le bas ou le foulard de laine un peu plus longtemps).

**Observations :** Le serpent en papier sera attiré par la règle.

### 2. Céréales statiques et canettes roulantes

Matériel requis : assiettes en papier, céréales de riz soufflé, ballons, canettes d'aluminium, bas ou foulards en laine.

- a. Soufflez un ballon et attachez-le en faisant un nœud.
- b. Placez une poignée de céréales de riz soufflé dans l'assiette en papier.
- c. Frottez le ballon avec le bas ou le foulard en laine pendant 30 secondes.
- d. Essayez de ramasser les céréales avec le ballon.
- e. Placez une canette en aluminium de côté sur le plancher. Frottez à nouveau le ballon avec le bas ou le foulard en laine pendant 30 secondes.
- f. Essayez de faire rouler la canette en approchant le ballon de la canette. Demandez aux élèves de faire une course sur le plancher avec leurs canettes.

**Observations :** Le ballon attirera les céréales de riz soufflé et repoussera la canette en aluminium.

### 3. Attraction et répulsion

Matériel requis : deux ballons gonflés attachés à des ficelles d'environ 45 cm de long, bâton ou manche à balai, bas ou foulards de laine.

- Attachez les ficelles au bâton ou au manche à balai. Fixez-les à environ 30 cm de distance l'une de l'autre, de telle sorte que les ballons pendent librement (assurez-vous que les ballons ne se touchent pas). Demandez à un élève de tenir le bâton ou le manche à balai.
- Frottez un ballon avec un bas ou un foulard de laine pendant environ 30 secondes. Demandez aux élèves ce qui se produit lorsqu'ils s'éloignent des ballons.
- Frottez les deux ballons avec un bas ou un foulard de laine pendant environ 30 secondes. Puis, observez ce qui arrive aux ballons.
- Demandez à un élève de placer sa main entre deux ballons. Qu'arrive-t-il aux ballons?

**Observations :** Quand on frotte un seul ballon, les deux ballons sont attirés l'un par l'autre. Toutefois, quand on frotte les deux ballons, ils se repoussent. Quand un élève met sa main entre les ballons, ceux-ci seront attirés par la main de l'élève.

### 4. Fabrication d'un électrophore

Un électrophore est un dispositif simple qui peut produire une charge électrostatique. Son nom signifie « porteur d'électricité ».

Matériel requis (pour chaque élève) : 1 gobelet en mousse de polystyrène, 1 assiette en mousse de polystyrène et 2 assiettes à tarte en aluminium, colle ou ruban masque, bas ou foulard en laine.

- Collez avec la colle ou le ruban masque le gobelet en mousse de polystyrène à l'envers au milieu de l'assiette à tarte en aluminium (voir la figure 1 à la page suivante).
- Tournez l'assiette en mousse de polystyrène à l'envers et frottez-la avec le bas ou le foulard en laine pendant au moins 1 minute (vous n'aurez pas besoin de frotter l'assiette aussi longtemps les fois suivantes où vous répéterez cette expérience).
- Tenez l'assiette à tarte seulement par le gobelet en mousse de polystyrène (ne touchez pas la partie métallique de l'assiette à tarte). Touchez l'assiette à tarte avec l'assiette en mousse de polystyrène. Observez ce qui se produit.
- Éloignez l'assiette à tarte de l'assiette en mousse de polystyrène. Touchez avec l'assiette en aluminium l'autre assiette en aluminium. Observez ce qui se produit.

**Observations :** À l'étape C, rien de visible ne se produit : c'est néanmoins pendant cette étape que les électrons sont transférés de l'assiette en mousse de polystyrène vers l'assiette en aluminium. À l'étape D, lorsque l'assiette en aluminium fixée au gobelet en mousse de polystyrène touche la deuxième assiette en aluminium, il devrait se produire un choc électrostatique visible et audible entre les deux assiettes.

#### Discussion :

Pourquoi dans chaque expérience doit-on frotter un objet avec de la laine? Cela est nécessaire pour transférer les électrons de la laine vers l'objet que l'on frotte, de telle sorte qu'il se produise un effet d'attraction ou de répulsion. Chaque article utilisé dans le cadre de cette activité (le ballon, la règle ou l'assiette en mousse de polystyrène) attire les électrons de la laine et devient chargé négativement. Lorsque vous approchez un nouvel objet (p. ex., une canette en aluminium) vers le ballon qui est

chargé négativement, certains des électrons de la canette en aluminium sont repoussés par le ballon. C'est la raison pour laquelle la canette s'éloigne du ballon.

Quand un élève frotte les deux ballons avec un bas ou un foulard de laine, les deux ballons deviennent chargés négativement : ils se repoussent donc l'un et l'autre. Quand l'élève place sa main entre les ballons, certains des électrons de sa main sont repoussés par les électrons dans les ballons. Cela crée une petite zone dans ses mains où le nombre de protons est supérieur au nombre d'électrons. Par conséquent, les ballons sont alors attirés par la main. La main en soi n'a pas changé de charge et doit être considérée comme un objet neutre : elle possède toujours le même nombre d'électrons et de protons. En fait, c'est la distribution des charges qui a été modifiée, ce qui permet à une force d'attraction de se manifester. C'est ce que l'on appelle une polarisation.

Discutez avec les élèves des résultats obtenus dans chaque centre d'activités et comparez-les. La durée de frottement du ballon a-t-elle fait une différence dans la hauteur à laquelle les élèves pouvaient lever leur serpent ou dans le nombre de céréales qu'ils pouvaient ramasser? Est-ce que le fait de frotter pendant plus longtemps l'assiette en mousse de polystyrène produit un plus grand choc (à l'œil et à l'oreille)? Les élèves peuvent-ils produire plus d'un choc entre les assiettes métalliques sans avoir à toucher à nouveau à l'assiette en mousse de polystyrène?



Figure 1 : Électrophore (Source de la photo : E. Nielsen Killins)

### **Le saviez-vous? Vous êtes un poids-léger...**

Sur la Lune, vous ne ressentiriez que 17 % de la gravité exercée sur Terre. Par conséquent, si vous pesez 100 kg (220 lb) sur Terre, vous ne pèseriez que 17 kg (37 lb) sur la Lune!

## Activité 4 : Gravité artificielle

**Durée :** 60 minutes ou plus

**Autres applications :**  
Arts visuels

**Taille du groupe :** Activité individuelle ou par deux

**Matériel requis :**

- deux bols en papier par élève ou par groupe
- brochette en bambou
- grosse perle
- ruban masque ou colle
- ciseaux
- marqueurs, collants pour la décoration

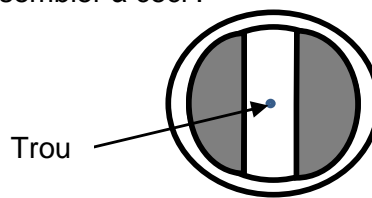
**Objectif d'apprentissage :**

Les élèves apprendront comment défier les lois de la gravité en construisant un vaisseau spatial.

**Procédure :**

1. Tournez les deux bols à l'envers. Puis, faites un point au centre des bols à l'aide d'un marqueur ou d'un crayon. Percez un petit trou dans les marques de chaque bol à l'aide de la brochette de bambou (faites attention de ne pas vous blesser!). Mettez un bol de côté.
2. Sur le bol restant, tracez un cercle à environ 3 cm du bord du bol (il n'est pas nécessaire que les mesures soient exactes).
3. À environ 2 cm du trou effectué dans le centre du bol, tracez une ligne droite de chaque côté du trou. Les lignes doivent s'étendre d'un côté à l'autre du cercle que vous avez tracé plus tôt.

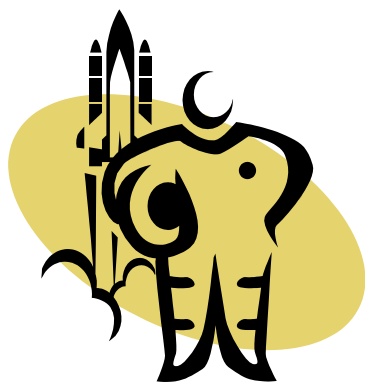
Le tout devrait ressembler à ceci :



4. En faisant très attention, découpez les régions ombragées de votre bol (tel qu'il est illustré ci-dessus). Pour ce faire, il vous faudra un peu de temps... et de patience!
5. Placez le bol que vous n'avez pas découpé à l'endroit, devant vous. Mettez le bol que vous avez découpé à l'envers par-dessus l'autre bol. Alignez le tout, puis utilisez le ruban masque ou la colle pour assembler votre vaisseau spatial (voir les figures 2 et 3).
6. Poussez votre brochette de bambou à partir du trou dans le bas de votre vaisseau spatial jusque vers le haut.
7. Placez votre astronaute (la grosse perle) dans le vaisseau spatial.
8. Faites tourner votre vaisseau spatial en tenant la brochette par le bas. Qu'arrive-t-il à l'astronaute? S'il tombe de son vaisseau, essayez de faire tourner l'appareil un peu plus lentement.
9. Voyez ce qui se produit si l'élève tient son vaisseau spatial de côté et le fait tourner...

**Observations :**

Les élèves devraient découvrir le fait suivant : à mesure que le bol tourne, la perle se déplace du centre vers l'extrémité du bol, et ce, sans tomber à l'extérieur.



### Discussion :

Pourquoi l'astronaute n'est-il pas propulsé à l'extérieur de son vaisseau spatial? Quelle est la force que l'on réussit à vaincre? Dans le cadre de cette activité, nous expérimentons la force centripète. La force centripète est une force qui s'exerce sur un objet en rotation et qui tend à rapprocher celui-ci du centre de la rotation. Le contenant en rotation maintient l'objet dans une trajectoire incurvée. Par exemple, on pourrait croire que le mouvement rotatif du tambour d'une machine à laver serait susceptible d'expulser le linge à l'extérieur de la machine; en fait, c'est le mouvement de rotation du tambour qui empêche les vêtements de sortir en droite ligne de la machine. La perle à l'intérieur du vaisseau spatial réagit de la même façon. La perle aurait tendance à se déplacer en ligne droite; toutefois, dès qu'elle atteint les parois du contenant, la force centripète agit sur celle-ci et l'attire vers le centre du bol, de telle sorte qu'elle tourne autour des parois du contenant.

Souvent, les gens parlent de la force centrifuge. En réalité, il ne s'agit pas d'une force, mais d'une sensation d'éjection que l'on peut ressentir quand on est poussé vers l'extérieur (p. ex., dans le cas de notre perle, vers la paroi extérieure du contenant). Quand le vaisseau spatial tourne à une vitesse suffisante, la force centripète exercée sur la perle est plus puissante que la force de gravité. Par conséquent, la perle ne peut pas tomber au fond du vaisseau, et ce, même si le vaisseau tourne sur le côté. Dans l'espace, les satellites contiennent souvent un gyroscope en mouvement qui aide à maintenir leur vitesse et leur position.



Figure 2 : Construction du vaisseau en bol de papier

(Source de la photo : E. Nielsen Killins)



Figure 3 : Vaisseau spatial avec perle (c'est-à-dire l'astronaute)

(Source de la photo : E. Nielsen Killins)

## Activité 5 : Machines à la Rube Goldberg

**Durée :** De quelques jours à une semaine ou plus

**Autres applications :**  
Arts visuels, structures

**Taille du groupe :** petits groupes (de 2 à 3 élèves)

**Matériel requis :**

- dominos
- balle de ping-pong (ou toute autre petite balle)
- gobelet (en papier, en mousse de polystyrène, etc.; doit être suffisamment grand pour contenir la balle)
- rouleaux vides de papier essuie-tout, coupés en deux dans le sens de la longueur
- rouleaux vides de papier hygiénique, coupés en deux dans le sens de la longueur
- livres
- boîtiers de CD
- ruban masque
- billes
- plan de conception d'une machine à la Rube Goldberg

**Objectif d'apprentissage :**

Les élèves apprendront que pour fonctionner, certaines machines utilisent différentes forces. Les élèves concevront une machine et identifieront les forces à l'oeuvre.

Rube Goldberg était un ingénieur, un dessinateur de bandes dessinées et un inventeur qui habitait à San Francisco. Au cours des années 1920 et 1930, il a travaillé comme dessinateur de bandes dessinées pour cinq différents journaux. M. Goldberg a inventé un personnage du nom de professeur Lucifer Gorgonzola Butts qui créait des machines stupéfiantes. Ces machines ont inspiré la création de ce que l'on appelle aujourd'hui les « machines à la Rube Goldberg ».

Pour aider les élèves à construire leurs propres machines, vous pouvez leur proposer de voir différentes vidéos offertes sur YouTube. Ces vidéos leur montreront comment fonctionnent ces machines et comment les créer. Voici quelques exemples :

<http://mom.me/home/6146-amazing-kid-crafters/item/3/> (14/07/16)  
- Découvrez la machine à la Rube Goldberg d'Audri, un élève de 1<sup>re</sup> année qui a construit son propre piège à monstre...

<http://www.youtube.com/watch?v=1mTjSYzK01c&feature=youtu.be> 1 :29 min (14/07/16) – Les merveilleux artisans de Sesame Street ont construit une machine à la Rube Goldberg qui permet de placer un ballon de basketball dans un panier. Cela constitue également un excellent aperçu des machines simples.

<https://www.youtube.com/watch?v=MgDF1tyoOvU> 4 :10 min (14/07/16) Cette vidéo montre diverses petites machines qui peuvent être utilisées dans le cadre d'une plus grande machine à la Rube Goldberg.

<http://pbskids.org/zoom/games/goldburgertogo/realworld.html> (14/07/16) - Vous trouverez ici certaines descriptions destinées aux élèves qui construisent leurs propres machines à la Rube Goldberg.

À l'aide de quelques renseignements de base, les élèves pourront construire en quelques étapes leurs propres machines à la Rube Goldberg.

Cette activité comporte plusieurs étapes qui permettront de complexifier lentement la machine.

## Procédure :

**Objectif ultime :** Placer une balle de ping-pong dans un gobelet.

1. Avant d'essayer de construire quoi que ce soit, les élèves devront d'abord dessiner le plan de leur machine à la Rube Goldberg en essayant d'abord de relever les défis suggérés (voir ci-dessous).
2. Les élèves devront déterminer quelles forces seront utilisées pour faire fonctionner leur machine (p. ex., poussées ou tractions) ou les forces qu'ils exploiteront (p. ex., gravité) pour atteindre leur objectif.
3. Une fois le diagramme terminé, les élèves pourront commencer à construire et à mettre à l'essai leur création.
4. De plus, les élèves seront libres d'ajouter des éléments supplémentaires à chaque étape du défi, s'il y a lieu.

Défi n° 1 : Utilisez 5 dominos pour mettre la balle de ping-pong dans un gobelet.

Défi n° 2 : Ajoutez une longue rampe à votre machine (p. ex., un rouleau vide de papier essuie-tout coupé dans le sens de la longueur).

Défi n° 3 : Ajoutez une bille, une plate-forme surélevée (p. ex., une pile de livres, un gobelet tourné à l'envers, etc.) et une deuxième rampe à votre machine.

Défi n° 4 : Ajoutez 6 livres et 20 dominos supplémentaires à votre machine.

Défi n° 5 : Ajoutez une autre bille, 3 rampes plus courtes ou plus longues (p. ex., un rouleau vide de papier hygiénique coupé dans le sens de la longueur pour faire une courte rampe) et 3 autres livres.

## Observations :

Les élèves devraient être en mesure de planifier, de dessiner et de construire leur machine. Après plusieurs essais et erreurs, les élèves devraient pouvoir faire fonctionner leur machine afin d'atteindre leur objectif. De plus, les élèves devraient être en mesure d'identifier dans leurs diagrammes toutes les forces utilisées pour faire fonctionner leur machine.

## Discussion :

Cette activité permettra aux élèves d'utiliser leurs connaissances des forces de façon très concrète. La complexification excessive d'une simple tâche sensibilisera les élèves aux situations où les forces peuvent les aider à accomplir une tâche. De plus, cette activité leur fera prendre conscience des forces environnantes que l'on utilise dans la vie quotidienne.

### **Le saviez-vous? Je me suis trompé!**

Le scientifique Kepler croyait que les marées terrestres étaient causées par l'action gravitationnelle de la Lune. Or, Galilée n'a jamais cru à cette théorie de Kepler; pourtant, nous avons la preuve aujourd'hui que cette théorie était exacte. Cela prouve que même les plus grands scientifiques peuvent commettre des erreurs!

## **Plan de conception d'une machine à la Rube Goldberg**

Dans la boîte ci-dessous, dessinez votre plan afin d'illustrer de quelle façon votre machine réussira à placer la balle dans le gobelet. Assurez-vous d'identifier les différentes forces à l'œuvre (poussée, traction, gravité, friction, etc.).



## Ressources destinées à l'enseignant

### Ressources bibliographiques

*Forces and Motion (Hands-on Science)*. John Graham. 2001. Kingfisher. ISBN 10: 0753453487.  
Un livre rempli d'expériences faciles et pratiques qui montrent les forces à l'œuvre.

*Force and Motion: Stop Faking It! Finally Understanding Science So You Can Teach It*. William C. Robertson. 2002. National Science Teachers Association. ISBN 10: 0873552091.  
Un livre facile à comprendre qui explique en termes simples les bases des forces et du mouvement.

### Ressources accessibles sur des sites Web

<http://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-2/Types-of-Forces> (14/07/16)

Site pour apprendre plus de détails sur les forces en particulier et la physique en général. (en anglais seulement)

<http://www.scienceworld.ca/resources/units/forces> (14/07/16)

Ressources pédagogiques et activités étudiantes. (en anglais seulement)

### Ressources au tableau blanc interactif

« Friction Force »

<http://exchange.smarttech.com/details.html?id=8d405b99-ddf3-4f8f-8fd2-536294e1c418> (14/07/16)

Les élèves découvriront la friction et son influence sur divers aspects de notre vie quotidienne. (en anglais seulement)

« Force and Movement »

<http://exchange.smarttech.com/details.html?id=e870a766-eead-4fe7-b596-e770dbdcf067> (14/07/16)

Cette leçon constitue une bonne introduction sur les poussées et les tractions, ainsi que sur les forces appliquées. (en anglais seulement)

« Forces and Gravity »

<http://exchange.smarttech.com/details.html?id=709bf383-223c-436e-a39e-79890c6ad2bf> (14/07/16)

Les élèves pourront parfaire leurs connaissances sur la gravité, ainsi que sur ses effets sur nous et notre environnement. (en anglais seulement)

« Force and Motion Review »

<http://exchange.smarttech.com/details.html?id=7bd0b386-a4f3-4ba0-9665-0442720471c3> (14/07/16)

Une revue simple et claire des forces et du mouvement. (en anglais seulement)

« Forces and Motion »

<http://exchange.smarttech.com/details.html?id=2f3d247a-9d4f-4bdd-92fb-6f815c12808b> (14/07/16)

Une leçon complète sur les forces et le mouvement qui comprend certains jeux et liens vers des sites contenant des jeux interactifs. (en anglais seulement)

### Multimédia

<http://www.youtube.com/watch?v=iH48Lc7wq0U> (4:23 mins) (14/07/16)

Une excellente vidéo, fort bien illustrée, qui traite des trois lois du mouvement de Newton. (en anglais seulement)

## Ressources destinées à l'élève

### Ressources bibliographiques

*A Crash Course in Forces and Motion with Max Axiom, Super Scientist.* Emily Sohn. 2007. Capstone Press. ISBN10: 0736878904.

Un livre illustré qui présente de l'information scientifique à un rythme enlevé et dans un format facile à comprendre que même les lecteurs les moins enthousiastes apprécieront.

*Forces and Motion (Sci-Hi: Physical Science).* Casey Rand. 2009. Raintree. ISBN10: 1410932648.

Un tour d'horizon des concepts de base de la physique à l'aide d'exemples concrets.

*Forces Make Things Move (Let's-Read-And-Find-Out Science 2).* Kimberley Brubaker Bradley. 2005. HarperCollins. ISBN10: 006445214X. Un livre simple et clair qui explique les forces au moyen d'exemples.

*Forces and Motion: From Push To Shove.* Christopher Cooper. 2003. Heinemann Library. ISBN 10: 1403435480. Ce livre plein d'exemples concrets explique en quoi consistent les forces et comprend quelques expériences.

*Zombies and Forces and Motion (Graphic Library: Monster Science).* Mark Andrew Weakland. 2011. Capstone Press. ISBN 10: 9781429673358. Un autre livre illustré qui vise autant à éduquer qu'à distraire tout en permettant de se familiariser avec les lois du mouvement de Newton.

*The Facts about Forces and Motion,* Rebecca Hunter, 2003, Franklin Watts, ISBN 10: 1583404511.

Un autre livre rempli d'explications intéressantes et d'exemples de forces.

*Forces and Motion, A Question and Answer Book.* Catherine A. Welch, 2006, Capstone Press, ISBN10: 0736854452 Un livre rapide à lire comprenant des descriptions qui facilitent la compréhension des forces.

### Sites Web interactifs

<http://www->

[g.eng.cam.ac.uk/mmq/teaching/peterstidwill/interact/resources/parkworldplot/parkworldplotlink.htm](http://www-)

(14/07/16) Les élèves doivent relever un défi : protéger leur parc d'attractions contre les manigances d'un concurrent tout en découvrant la puissance des forces. (en anglais seulement)

<http://sciencenetlinks.com/interactives/gravity.html> (14/07/16) Essayez de faire décoller et atterrir une fusée selon divers scénarios et découvrez les effets de la gravité. (en anglais seulement)

[http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/10\\_11/forces\\_action\\_fs.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/10_11/forces_action_fs.shtml) (14/07/16)

Un tour d'horizon de la résistance de l'air et de la gravité. (en anglais seulement)

[http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/8\\_9/friction\\_fs.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/8_9/friction_fs.shtml) (14/07/16)

Une brève exploration de la friction. (en anglais seulement)

[http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/7\\_8/magnets\\_springs\\_fs.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/7_8/magnets_springs_fs.shtml) (14/07/16)

Un aperçu du magnétisme. (en anglais seulement)

### Références

En plus des ressources mentionnées ci-dessus, les ressources suivantes ont permis d'élaborer cette trousse d'information :

<http://teachertech.rice.edu/Participants/louviere/Newton/law1.html> (15/08/13); <http://en.wikipedia.org/wiki/Force> (15/08/13)

<http://library.thinkquest.org/C003108/funfacts.html> (30/08/13) <http://science.discovery.com/strange-science/10-science-mistakes.htm>

(30/08/13) <http://science.howstuffworks.com/centrifugal-force-info.htm> (22/10/13); <http://image.gsfc.nasa.gov/poetry/ask/q1168.html> (14/11/2013).



## L'enseignement des sciences grâce au partenariat

Scientifiques à l'école est un organisme caritatif canadien de premier plan en matière d'apprentissage des sciences. Au cours de l'année scolaire 2017-2018, Scientifiques à l'école a rejoint 703 000 jeunes de la maternelle à la 8<sup>e</sup> année, soit plus que tout autre organisme à but non lucratif consacré à l'enseignement des sciences au Canada.

Scientifiques à l'école propose des ateliers pratiques fondés sur l'exploration et présentés en salle de classe et dans la communauté. Ces ateliers touchent aux sciences, à la technologie, à l'ingénierie et aux mathématiques (STIM), ainsi qu'à l'environnement. Nous nous efforçons d'éveiller la curiosité scientifique des enfants afin de susciter chez eux un questionnement intelligent et de favoriser l'apprentissage par la découverte. Nous voulons aussi leur permettre d'établir un lien entre la connaissance scientifique et leur monde, et à susciter l'intérêt des jeunes pour les sciences, la technologie, le génie et les mathématiques. Nous voulons aussi éveiller leur intérêt pour une carrière dans ces domaines.

Nous faisons des sciences un sujet vivant (ce que vous faites quotidiennement). Nos ateliers éveillent la curiosité naturelle des enfants; ils leur permettent de s'imaginer en tant que scientifiques ou ingénieurs, et d'établir des liens entre les sciences et le monde qui les entoure. Ces activités préparent aussi le terrain pour la prochaine génération : ces jeunes, dotés de solides compétences scientifiques, pourront ainsi contribuer à la prospérité économique du Canada et porter un regard critique sur les défis scientifiques que devra relever notre société.

Scientifiques à l'école compte sur le soutien de partenaires commerciaux, communautaires, gouvernementaux et individuels, ainsi que sur l'aide des conseils scolaires, afin d'élaborer de nouveaux programmes et d'améliorer de façon continue les programmes existants. Scientifiques à l'école compte aussi sur ces partenaires afin d'étendre ses activités dans de nouvelles régions, de fournir gratuitement des ateliers dans des écoles défavorisées et de financer les coûts des 25 040 ateliers présentés annuellement en salles de classe.

### Nos partenaires

#### Catalyseur :

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada; Fondation TD des amis de l'environnement; Toronto Pearson Aéroport International

#### Innovation :

Amgen Canada; Fondation John and Deborah Harris Family;  
La Société de gestion des déchets nucléaires; Ontario Power Generation; RBC

#### Imagination :

ArcelorMittal Dofasco, General Motors du Canada; McMillan S.E.N.C.R.L., s.r.l.; Pure Green Earth Fund;  
Superior Glove Works Ltd.; TELUS

#### Découverte :

AtlasCare; Bruce Power; Cameco; Canton de Tiny; Fondation communautaire d'Hamilton; Fondation communautaire d'Ottawa; Fonds communautaire Ajax à la Fondation communautaire de Durham; Fondation Johansen-Larson; Fondation McLean; MilliporeSigma; pharmaKARe consulting; Purdue Pharma; Syngenta; Systematix Inc.; Waste Management

#### Exploration :

City of Brantford; Club Rotary de Lethbridge Sunrise; Fondation communautaire de Brampton et Caledon; Fondation communautaire de Brockville; Fondation communautaire de Guelph; Fondation communautaire de Niagara; Fondation Jackman; Fonds de développement communautaire du maire de Whitby; La Fondation Communautaire de la Huronie; Le Régime d'assurance des enseignantes et des enseignants de l'Ontario (RAEO);  
Lee Valley Tools; Siemens Milltronics Process Instruments; The Source;  
Veridian Connections; Youngs Insurance Brokers Inc.