

Trousse de l'enseignant

Les structures solides

Renseignements généraux, activités pratiques,
et documentation pour l'enseignant et les élèves



scientists
IN SCHOOL
scientifiques
À L'ÉCOLE



Renseignements généraux Un survol du sujet et des concepts théoriques	Page 1
Activité 1 : Augmentez vos connaissances sur les ponts! Activité avec crayon et papier	Page 4
Activité 2 : Superposez! Activité courte, facile à faire (de 30 à 60 min)	Page 8
Activité 3 : Superposez! Activité courte, facile à faire (de 30 à 60 min)	Page 10
Activité 4 : Retenez cette eau! Activité plus longue (plus d'une heure)	Page 14
Activité 5 : Regardez mon chef-d'œuvre! Activité complexe	Page 18
Documentation pour l'enseignant et les élèves Livres, sites Web et vidéos	Page 21

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.

Renseignements généraux

Avez-vous demandé à vos élèves s'ils ont fabriqué ou utilisé une structure aujourd'hui? Peut-être ont-ils créé un pont en déposant une branche au travers d'un cours d'eau ou utilisé leur vélo pour se rendre à l'école. Nous utilisons des structures chaque jour. Elles nous entourent dans notre communauté, mais nous ne les remarquons pas toujours. Avez-vous remarqué le pont que vous avez traversé en venant à l'école ou les pylônes électriques tout près? Vous êtes-vous déjà demandé si le pont que vous traversez est solide et stable? Qu'est-ce qui entre en jeu dans la conception et la construction de cette structure essentielle? De nombreux professionnels participent à la conception et à la construction de ces structures, notamment des ingénieurs, des architectes et des constructeurs. Ils ont un rôle important à jouer pour rendre les structures sécuritaires et utiles.

Structures

Une structure est un objet de taille et de forme définies qui est construite pour une utilisation ou une fonction précise. Afin de remplir sa fonction, la structure doit être solide, stable et en mesure de supporter un poids. Pour qu'une structure soit utile, elle doit pouvoir résister aux forces. Il y a de nombreux types de structures dans la nature, notamment des montagnes, des ruches et des icebergs. Il y a aussi des structures fabriquées par les humains, notamment des tours, des poteaux porte-drapeau et des autos.

Matériaux

Les matériaux utilisés dans une structure ont tous des caractéristiques et des propriétés qui leur sont propres. Les ingénieurs cherchent des matériaux qui ont certaines propriétés afin que leur structure réponde aux exigences de son usage. La solidité structurelle est une des plus importantes propriétés dont il faut tenir compte. La solidité d'un matériau peut être améliorée en le superposant, en le tressant, en le torsadant ou en en changeant la forme. Le bois d'ingénierie est composé de couches de différents bois superposées dans des directions opposées, ce qui le renforce et le rend résistant à l'humidité. Une autre manière d'augmenter la solidité est de combiner au moins deux matériaux différents pour créer un matériau composite plus fort. Des barres d'acier peuvent être insérées dans le béton pour le renforcer. Du carbone ou des fibres de verre peuvent être combinés avec de la résine pour créer un matériau composite fort, mais léger. Ce genre de polymère renforcé de fibres est fréquemment utilisé dans des bateaux et des voitures à haute performance ainsi que dans l'aérospatiale et l'aéronautique.

D'autres propriétés dont il faudrait tenir compte au moment de fabriquer une structure à une fin précise sont la souplesse, la capacité d'absorption, la durabilité et la résistance à la chaleur. Une combinaison de matériaux ayant différentes propriétés peut également être utilisée pour améliorer l'utilité de la structure. Par exemple, un toit peut avoir plusieurs couches pour remplir sa fonction d'abriter, de résister aux intempéries et de supporter un poids. Les matériaux utilisés pour faire un toit solide, durable et imperméable sont le bois, le contreplaqué, le papier goudronné et les bardeaux. La manière dont les matériaux sont utilisés dans la construction et la conception des objets déterminera en fin de compte la solidité et l'efficacité de la structure.

Forces

Certaines forces agissent sur la structure lorsqu'une charge y est appliquée, p. ex.,

- une structure subit des tensions lorsqu'elle est soumise à des forces de tirage et d'étirement (p. ex., étirer un élastique) ;
- une structure subit une compression lorsque des forces la poussent ou l'écrasent (p. ex., écrabouiller une éponge).

Les matériaux utilisés dans les structures résisteront différemment à la tension et à la compression selon leurs caractéristiques. Le bois, très souvent utilisé dans la construction, est un bon exemple d'un matériau qui peut résister à ces deux forces. L'acier est un matériau qui est particulièrement fort et résistant à la tension en raison de ses propriétés élastiques. Le béton résiste bien à la compression, mais non à la tension, car il n'a pas d'élasticité.

Une structure qui atteint sa limite d'extension casse. Par contre, une structure qui atteint sa limite de compression fléchit. La conception structurelle et l'utilisation de matériaux particuliers favorisent le transfert de puissantes forces et les dissipent. En combinant des matériaux, les ingénieurs sont en mesure de modifier leurs propriétés. L'utilisation d'acier dans le béton peut améliorer les propriétés d'extension et de compression de ces matériaux.

Solidité et stabilité

La solidité est la capacité de supporter une charge et de résister à une force. La stabilité est la capacité de maintenir l'équilibre sans casser ou s'effondrer. La solidité et la stabilité d'une structure varieront selon que cette dernière a été conçue pour résister aux forces en les transférant d'une zone faible à une zone solide. Les ingénieurs utilisent différents éléments de design structurel pour améliorer la solidité et la stabilité, notamment :

- poutre – composante structurelle utilisée pour supporter une charge sur son étendue, qui résiste à la flexion ou aux forces de tension et de compression au sein de la structure (p. ex., poutre en béton armé).
- ferme – composant structurel qui utilise des triangles (forme solide et stable) pour soutenir des charges importantes et prévenir la déformation de la structure. Le système de ferme comporte deux parties :
 - la entretoise, l'élément de soutien d'une ferme, résiste à la compression et maintient un écartement constant entre les éléments (p. ex., entretoise sur l'aile d'un avion) ;
 - le attache est un élément de soutien d'une ferme, qui résiste à la tension et empêche que la structure ne se démonte (p. ex., attache d'une entretoise sur un toit).
- arche – forme semi-circulaire qui résiste à la compression en transférant les forces aux supports de chaque côté de l'arche, appelés piliers (p. ex., pont).
- colonne – composant structurel qui résiste à la compression et supporte le poids au-dessus (p. ex., Panthéon romain).
- centre de masse – le point, dans une structure, où le poids est réparti également et où tous les côtés sont en équilibre. Il s'agit d'un élément important à repérer dans une structure pour s'assurer que celle-ci est stable et capable de résister aux forces. Le centre de masse peut être déplacé vers le bas en construisant une grande base solide (p. ex., un gratte-ciel qui résiste aux vents forts).
- souplesse – élément à prendre en compte dans la conception d'une structure, qui permet le mouvement sans casement ou effondrement lorsque des forces y sont appliquées (p. ex., pont dans une zone de tremblement de terre).

Bon nombre de ces techniques étaient déjà utilisées dans les civilisations anciennes, il y a déjà plus de 2000 ans. Des ponts en arc étaient construits de pierres, sans mortier, et certains d'entre eux sont encore là aujourd'hui. Avec le temps, les ingénieurs ont eu recours à de nouvelles techniques pour bâtir des structures plus grosses. Les gratte-ciel ont vu le jour grâce à deux inventions : les charpentes métalliques en construction, s'ajoutant aux murs, pour le soutien, et l'ascenseur, qui a été construit la première fois à New York en 1857. Le premier gratte-ciel, le Home Insurance Building, a été construit à Chicago en 1884. C'était la première fois que l'on utilisait le squelette, ou technologie de charpente métallique. Aujourd'hui, nous continuons à repousser les limites avec des structures modernes complexes qui s'étendent sur de plus longues distances et sont plus grosses et plus hautes.

Environnement

L'environnement est un élément qui prend de plus en plus d'importance au moment de concevoir une structure. Les ingénieurs doivent déterminer si l'environnement naturel peut la supporter et, dans la négative, ce qu'il faut faire pour la rendre solide et stable, mais également durable. Les matériaux utilisés dans les structures proviennent de ressources naturelles restreintes. Les ingénieurs doivent comprendre les conséquences de la construction de structures pour l'environnement et trouver des moyens de réduire leur impact, comme la récupération et le recyclage de matériaux, l'utilisation de matériaux de remplacement et l'amélioration du cycle de vie des structures.

Le savais-tu?

Le plus gros barrage naturel?

La plus grande digue de castor au monde se trouve dans le parc national Wood Buffalo, dans le nord de l'Alberta. Elle a plus de 850 m de longueur! Les castors ont construit ces gigantesques structures pour créer de profonds bassins d'eau qui les aident à faire flotter de la nourriture et des matériaux de construction ainsi qu'à les protéger contre les prédateurs. Les barrages de castor figurent parmi les quelques rares structures fabriquées par les animaux qui sont visibles de l'espace!



Activité 1

Durée : de 30 à 60 minutes

Autre application : langue

Termes clés : tension, compression, force, entretoise, attache, arche, poutre

Taille des groupes : projet individuel

Matériel :

feuille de travail Augmentez vos connaissances sur les ponts (parties 1 et 2)

crayon

Le savais-vous?

Pont canadien génial!

Le pont de la Confédération, long de 12,9 km, relie l'Île-du-Prince-Édouard au Nouveau-Brunswick. Il s'agit du plus long pont au monde qui franchit un cours d'eau qui gèle!



Augmentez vos connaissances sur les ponts!

Objectif d'apprentissage : Les élèves en apprendront davantage sur les différents types de ponts et les forces qui agissent sur eux.

Il y a quatre principaux types de ponts qui diffèrent principalement dans la distance des travées.

- Pont à poutres - C'est le pont le plus simple, qui est constitué d'une poutre horizontale, ou tablier, supporté par des piliers.
- Pont à poutre triangulée - Un pont à poutre triangulée est semblable à un pont à poutres avec support. Il est constitué d'un assemblage de triangles qui fournit plus de support et de rigidité.
- Pont suspendu - Un pont suspendu est retenu par des cordes ou des câbles (attaches) à partir de hautes tours. La plupart des ponts suspendus ont un système de fermes intégré qui leur permet de résister à la flexion et à la torsion.
- Pont en arc - Le pont en arc utilise une forme semi-circulaire pour le support. Les culées, ou murs de soutènement, sur les côtés du pont, absorberont directement la pression exercée par la charge.

Les sites Web suivants donnent d'excellents exemples de ces genres de ponts :

- <http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/bridge/basics.html>; (27/08/15, en anglais seulement)
- <http://www.pbs.org/wgbh/nova/tech/build-bridge-p3.html>. (27/08/15, en anglais seulement)

Méthode

1. Donnez une copie de la feuille de travail Augmentez vos connaissances sur les ponts (parties 1 et 2) à chaque élève.

Partie 1 : Sortes de ponts

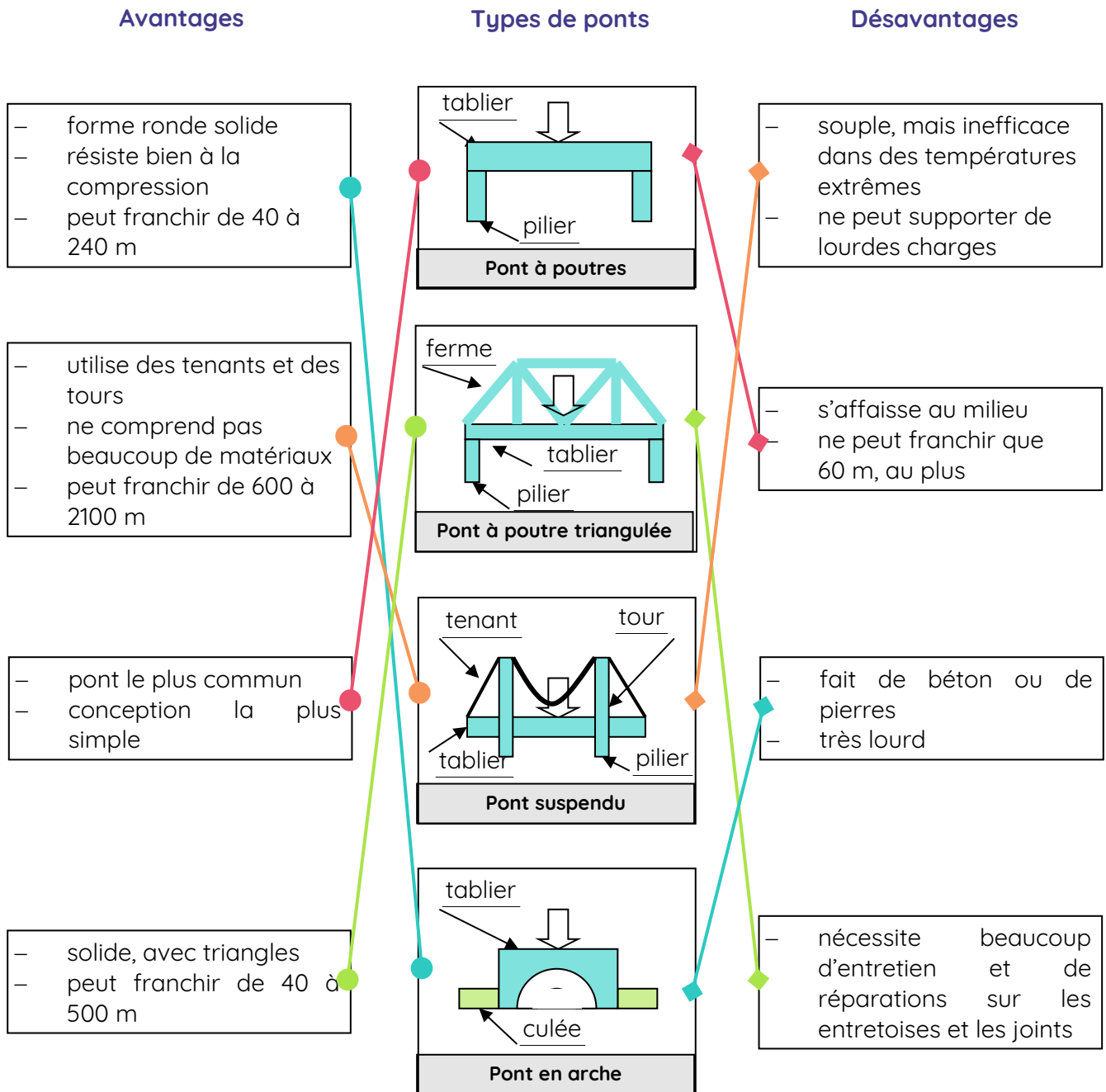
2. Pour la partie 1, demandez aux élèves si les ponts sont des ponts à poutres, à poutre triangulée, suspendus ou en arc. Demandez-leur d'identifier chaque type de pont et de l'indiquer dans la case grisée sous l'image correspondante.
3. Examinez la colonne Avantages et demandez aux élèves de relier le meilleur avantage au Type de pont.
4. Faites la même chose avec la colonne Désavantages.

Partie 2 : Parties d'un pont

5. Pour la partie 2, examinez les parties d'un pont - tablier, tenant, ferme, pilier, poteau et culée. Demandez aux élèves d'indiquer l'élément du pont sur la ligne pointillée.

Observations

Voici une feuille de travail comportant les avantages et désavantages de chaque type de pont, ainsi que les éléments de chacun.



Discussion

Demandez aux élèves de repérer des ponts dans leur communauté. Essayez de déterminer avec eux de quelle sorte de pont il s'agit. Demandez-leur aussi quelles formes ils voient dans la structure du pont (triangles, cylindres, prismes rectangulaires, etc.). Parlez des forces qui exercent des pressions (tension et compression) sur le pont. Comparez les forces d'un poids mort (poids du pont lui-même) et des charges mobiles (personnes, voitures et trains).

Nom :

Augmentez vos connaissances des ponts!

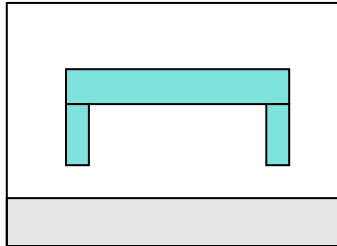
Partie 1 : Types de ponts

Avantages

Types de ponts

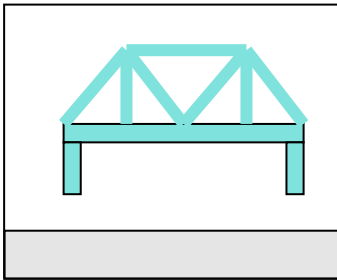
Désavantages

- forme ronde solide
- résiste bien à la compression
- peut franchir de 40 à 240 m



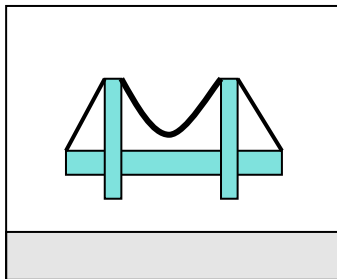
- souple, mais inefficace dans des températures extrêmes
- ne peut supporter de lourdes charges

- utilise des tenants et des tours
- ne comprend pas beaucoup de matériaux
- peut franchir de 600 à 2100 m



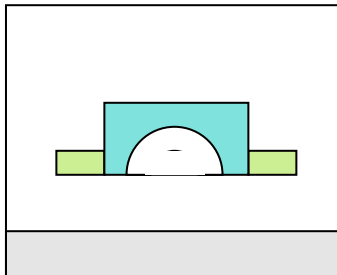
- s'affaisse au milieu
- ne peut franchir que 60 m, au plus

- pont le plus commun
- conception la plus simple



- fait de béton ou de pierres
- très lourd

- solide, avec triangles
- peut franchir de 40 à 500 m



- nécessite beaucoup d'entretien et de réparations sur les entretoises et les joints

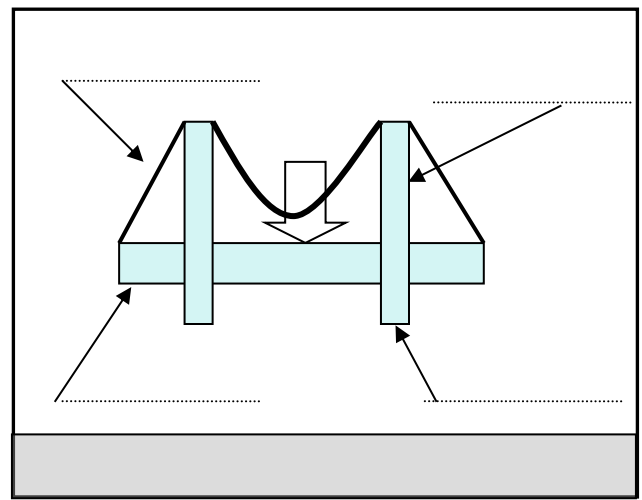
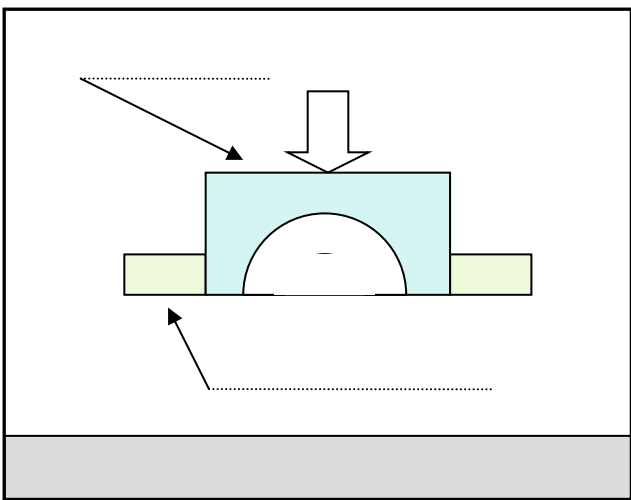
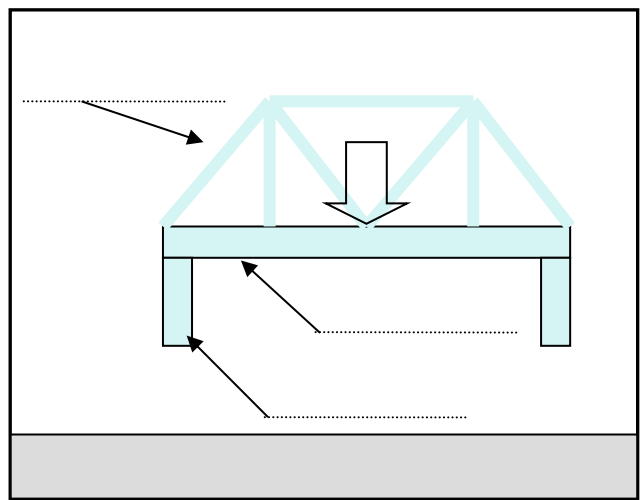
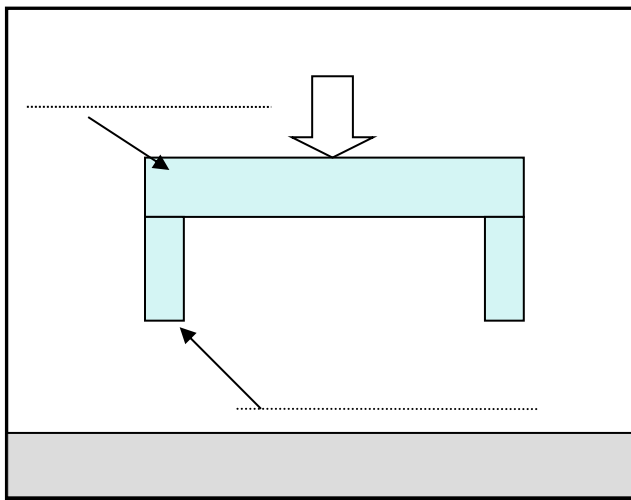
Nom : _____

Augmentez vos connaissances des ponts! Partie 2 : Éléments d'un pont

Éléments d'un pont : tablier, tenant, ferme, pilier, poteau, culée



La grande flèche indique la charge externe exercée sur le pont.





Activité 2

Durée : de 60 à 90 minutes

Autres applications : art, langue

Termes clés : solidité, propriétés des matériaux, superposition, tressage, forces

Taille des groupes : petits groupes de 2 élèves

Matériel par groupe :
4 pailles de plastique (sans partie flexible)

matériaux pour remplir les pailles (p. ex., crayon, papier, coton, ficelle)

20 cm de ficelle

trombone

4 bandes de 8 cm de largeur de papier plastique pour usage alimentaire

Ruban gommé



Superposez!

Objectif d'apprentissage : Les élèves en apprendront davantage sur les différents matériaux et découvriront s'ils peuvent les rendre plus résistants.

Il est possible de modifier les propriétés d'un matériau uniquement en en modifiant la forme. Une feuille de papier journal n'a pas les mêmes propriétés que celles d'un journal roulé. Il est possible d'accroître la force d'une structure à l'aide de différentes techniques, comme la superposition, le tressage, la torsion et la modification de la forme du matériau utilisé.

Méthode

1. Fabriquez une canne à pêche à l'aide d'une paille, de ruban, de ficelle et d'un trombone pour l'hameçon.
 - a. Ajoutez un poids (un dévidoir de ruban gommé, une gomme à effacer, p. ex.) au bout de la ficelle et observez ce qui se produit.
 - b. Demandez aux élèves ce qu'ils peuvent faire pour renforcer leur canne à pêche. Ils pourraient essayer d'attacher plusieurs pailles ensemble (superposition) ou d'ajouter différents matériaux de renforcement à l'intérieur de la paille, comme un crayon ou du papier. Demandez aux élèves d'essayer d'accrocher leur poids de nouveau pour voir s'ils ont renforcé leur canne à pêche.



2. Concevez une méthode efficace pour tenir au moins deux crayons ensemble à l'aide de plastique pour usage alimentaire.
 - a. Donnez aux élèves une bande de plastique et demandez-leur de l'utiliser pour attacher les crayons ensemble. Il n'est pas nécessaire que le plastique recouvre toute la surface des crayons. Demandez aux élèves de tester la solidité du plastique en essayant de séparer les crayons.
 - b. Donnez aux élèves trois autres morceaux de plastique de 8 cm de largeur et demandez-leur de trouver un moyen de maintenir les crayons ensemble à l'aide des bandes. Demandez-leur de trouver des techniques pour renforcer le matériau.
 - c. Passez les groupes pour voir s'ils utilisent des techniques communes pour renforcer leur matériau, comme la superposition, le tressage et la torsion. Donnez-leur du temps pour repenser leur technique.
 - d. Demandez aux élèves de séparer les crayons et de ressentir la force dont ils ont besoin pour déchirer le plastique.

Observations

Pour chacune des structures qu'ils ont fabriquées, les élèves devraient observer le fléchissement ou le bris de la structure lorsqu'elle subit une tension ou une compression. La canne à pêche (paille) va plier et ne supportera pas le poids de la gomme à effacer. Le papier plastique va se déchirer facilement.

Les élèves devraient découvrir que la manipulation des matériaux améliorera la structure. Ils devraient voir une amélioration de l'efficacité de leur structure lorsqu'ils solidifient les matériaux (pailles additionnelles sur la canne à pêche), les renforcent (crayon à l'intérieur de la paille qui constitue la canne à pêche) les tordent, les tressent et les superposent (morceaux de plastique sur les crayons).

Discussion

Demandez aux élèves quelles forces sont entrées en jeu lorsque leur paille (canne à pêche) a plié. Ils devraient répondre une force de tirage, la tension et la compression. Qu'ont-ils fait pour accroître la solidité? Ils ont superposé plus de pailles ou les ont renforcées lorsqu'ils ont ajouté quelque chose à l'intérieur. Demandez aux élèves ce qu'ils ont fait pour renforcer le papier plastique qui retenait les crayons ensemble. Ont-ils essayé la superposition, le tressage ou la torsion?

Activité additionnelle

Une autre activité pourrait être la fabrication d'une coupe Stanley de papier, et une autre de papier d'aluminium. Les élèves observeront les effets du changement de la forme du matériau ainsi que l'effet du type de matériau utilisé. Au départ, examinez et testez la solidité d'un morceau de papier et d'un morceau de papier d'aluminium. Fabriquez une mini coupe Stanley en roulant le matériau en forme de cylindre (superposition du matériau). Tordez le matériau pour créer la forme d'une coupe. Testez la coupe avec de la glace et observez ce qui se produit. Laquelle des deux coupes réagit le mieux à la glace qui fond?



Le savais-vous?

Le tressage permet de renforcer!

L'idée du tressage vient de la manière de coiffer les cheveux, ce qui était important pour le statut et les traditions dans de nombreuses cultures. On a découvert que si des fils de matériaux flexibles, comme des ficelles ou des fils, étaient tressés ensemble, ils devenaient plus forts. Les cordes tressées étaient utiles aux marins et aux alpinistes, car elles pouvaient supporter un plus grand poids, mais aussi parce qu'elles ne se tordaient pas comme la corde ordinaire.

Activité 3

Durée : de 60 à 90 minutes

Autres applications : math, langue

Termes clés : solidité, stabilité, centre de masse, forces, charge

Taille des groupes : petits groupes de 2 à 4 élèves

Matériel par groupe :

Une feuille de données Trouvez une fondation! par élève

25 cure-dents de bois

pâte à modeler (quantité suffisante pour créer une fondation de 10 x 10 x 2 cm)

2 morceaux de carton de 15 x 15 cm

grands contenants de plastique

8 cylindres à monnaie vides de taille similaire (pour les pièces de 10 cents, p. ex.)

sable, petits cailloux, riz ou haricots secs

livres brochés

masses de 1kg (p. ex., tetrapak, manuels)

Fondation de terrasse :

fondation de 1 cm

fondation de 2 cm



C

Objectif d'apprentissage : Les élèves en apprendront davantage sur les différents types de fondations.

Méthode

1. Demandez aux élèves de créer une fondation peu profonde pour une terrasse.
 - a. Donnez-leur un contenant de cure-dents en bois et de la pâte à modeler. Demandez-leur d'aplatir la pâte à modeler à une épaisseur de 1 cm pour créer la fondation. Placez des cure-dents (représentant les colonnes) à la verticale dans la pâte à modeler comme supports pour la terrasse.
 - b. Placez un morceau de carton sur les colonnes de cure-dents pour simuler la terrasse. Vérifiez la solidité de la terrasse en déposant des livres brochés dessus. Comptez combien de livres les colonnes peuvent supporter avant de s'effondrer. Inscrivez les résultats sur la feuille de données Trouvez une fondation!
 - c. Demandez aux élèves de retirer les cure-dents de la pâte à modeler.
 - d. Invitez les élèves à trouver des idées pour renforcer la fondation. Ils pourraient, par exemple, augmenter l'épaisseur de celle-ci jusqu'à environ 2 cm. Remettez les cure-dents dans la pâte à modeler et remettez le carton.
 - e. Testez les colonnes de nouveau en déposant des livres brochés dessus. Comptez combien de livres les colonnes peuvent supporter avant de s'effondrer. Inscrivez les résultats sur la feuille de données et comparez-les.
2. Demandez aux élèves de faire une fondation profonde pour un immeuble élevé.
 - a. Donnez aux groupes un contenant de plastique et quatre cylindres à monnaie. Placez les cylindres debout dans le contenant et placez un morceau de carton dessus pour simuler le plancher de l'immeuble.
 - b. Demandez aux groupes de tester la solidité de ces colonnes de papier en déposant des livres brochés sur le plancher de carton et inscrivez le nombre de livres qu'elles peuvent supporter avant s'effondrer.
 - c. Enlevez les livres et utilisez quatre nouveaux cylindres.
 - d. Demandez aux élèves d'utiliser différents « sols » pour renforcer les colonnes (p. ex., sable, petits cailloux, riz ou haricots secs). On pourrait aussi mettre un matériau autour des

Fondation d'un immeuble élevé :

Utilisant des cylindres à monnaie et du « sol » (riz)



colonnes, dans le contenant, à environ la moitié de la hauteur de celles-ci, ou même jusqu'à leur pleine hauteur.

- e. Demandez aux élèves de compter combien livres brochés ils peuvent mettre sur leur plancher renforcé avant que les colonnes s'effondrent. Pour augmenter le poids, utilisez des masses de 1 kg (tetrapak, etc.). Consignez les résultats.

Observations

Les élèves découvriront que lorsque les fondations sont plus profondes, elles peuvent supporter un poids plus lourd. Ils verront aussi que lorsque les fondations sont supportées par des colonnes solides, elles peuvent supporter un poids plus élevé. Les illustrations suivantes montrent des observations type. Les observations de la classe varieront selon le poids des livres, la qualité de la pâte à modeler, les tailles exactes des fondations et le placement des colonnes.

Fondation d'une terrasse : La fondation de la terrasse de 1 cm a commencé à montrer des signes de faiblesse après l'ajout de 4 livres brochés, et celle de 2 cm, après l'ajout de 25 livres.



Fondation d'un immeuble élevé : La charge a été rendue environ 10 fois plus lourde par l'ajout de tetrapaks de 1 kg au lieu de livres brochés. La fondation de l'immeuble, constituée de cylindres à monnaie, s'est effondrée lorsque la charge a atteint environ 3 kg (environ 30 livres brochés). Elle a ensuite été érigée dans du riz, et les colonnes, remplies de riz. La fondation a ainsi pu supporter 7 kg, soit environ 70 livres. Elle a par la suite cédé lorsque les colonnes sont tombées, (au lieu de s'effondrer).



Discussion

Avec les élèves, discutez des résultats concernant la fondation peu profonde de la terrasse. Quelle a été la meilleure solution, la pâte à modeler plus mince ou plus épaisse? Pourquoi était-elle plus solide? La fondation épaisse a tenu les cure-dents debout plus longtemps et, par conséquent, a supporté plus de force appliquée par la charge.

Discutez ensuite des résultats concernant la fondation de l'immeuble construite avec des colonnes et du « sol ». Au départ, lorsque les colonnes de papier vides ont été utilisées sans fondation, elles se sont effondrées. Comment le « sol » a-t-il aidé la structure qu'il entourait? Le sol a accru la stabilité de la structure; il a aidé à maintenir les colonnes en place et les a empêchées de s'effondrer. Comment le sol déposé à l'intérieur des colonnes les a-t-il renforcées? Le mur des colonnes jouissait d'un support additionnel et, par conséquent, les a empêchées de s'effondrer. Les colonnes ont aussi aidé à supporter les forces du dessus. Si la fondation avait été faite d'un matériau plus solide, comme de la terre ou du béton, au lieu du riz, les colonnes seraient restées debout et auraient supporté une charge encore plus grande.

Expliquez comment les ingénieurs bâtissent des fondations solides lorsqu'ils construisent des structures. Les fondations sont creusées profondément dans le sol pour créer des supports plus solides pour leur structure. Du béton renforcé avec des barres d'acier constituera une base solide pour la structure.

Autre activité

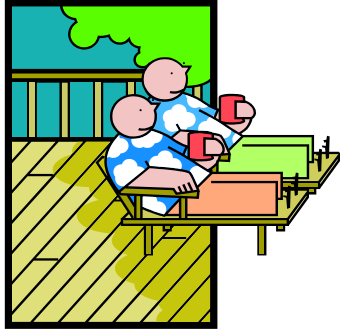
Dans le cadre d'une autre activité, des brochettes peuvent être utilisées au lieu des cure-dents de bois pour montrer l'importance de la stabilité des colonnes. Lorsque 25 brochettes ont été utilisées pour soutenir la terrasse dans la fondation de 2 cm, la terrasse n'a pu supporter que sept livres avant de devenir instable (par opposition aux 25 avec les cure-dents plus courts et plus stables). Le centre de masse était plus élevé et, par conséquent, la structure moins stable. Pour accroître la stabilité de la structure construite avec les brochettes, la fondation aurait dû être encore plus profonde pour pouvoir supporter la structure plus élevée.



Source: <https://www.vecteezy.com/free-vector/construction>; Construction Vectors by Vecteezy

Nom : _____

Trouve une fondation!



Sorte de fondation	Charge - nombre de livres supportés
Dalle mince	
Dalle épaisse	

Encerle le nom de la fondation qui a supporté le plus grand nombre de livres :

Mince

Épaisse



Sorte de fondation	Charge - nombre de livres supportés
Aucun matériau autour de la fondation	
Matériau autour de la fondation	

Encerle le nom de la fondation qui a supporté le plus grand nombre de livres :

Aucun matériau

Matériau

Activité 4

Durée : de 60 à 90 minutes

Autre application : langue

Termes clés : solidité, stabilité, charge, arche, gravité

Taille des groupes : petits groupes de 2 à 4 élèves

Matériel par groupe :
une feuille de données Retenez cette eau! par élève

4 contenants de plastique recyclables rectangulaires

de 6 à 8 morceaux de boîtes de carton (céréales, craquelins)

sacs à sandwich Ziplock

terre

sable

cailloux

petites pelles à jardin ou jouets

ruban-cache

pâte à modeler

ciseaux

seaux pour contenir de l'eau

tasses à mesurer

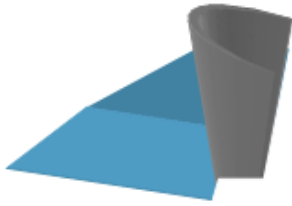
Retenez cette eau!

Objectif d'apprentissage : Les élèves vont en apprendre davantage sur les différents types de barrages.

De nombreux types de barrages ont été mis au point pour différents usages, notamment :

- barrage-voûte - Ce barrage est bâti avec un mur de béton mince ayant la forme d'une arche, ce qui aide à répartir la pression de l'eau contre les côtés, puis dans les murs de l'appui latéral. Le barrage Hoover, au Nevada, É.-U., est un excellent exemple d'un barrage-voûte poids en béton.
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HooverDam.jpg> (27/08/15)
- barrage à contreforts - Ce barrage comporte un mur de béton armé incliné, qui est supporté par des contreforts (habituellement de forme triangulaire) afin de résister aux forces de compression de l'eau. Il est utile dans les larges vallées où il n'y a pas de rocher naturel pour supporter le barrage. Le barrage Daniel-Johnson, au Québec, bâti pour la production d'hydroélectricité, est un excellent exemple d'un barrage à contreforts.
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barrage Daniel-Johnson3.jpg?uselang=fr#file](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barrage_Daniel-Johnson3.jpg?uselang=fr#file) (27/08/15)
- barrage remblayé - Ce barrage est construit avec du sol et des roches, en pente, et possède une couche imperméable qui empêche l'eau de s'infiltrer. Il est très lourd. Le barrage Mica, en C.-B., est un des plus gros barrages remplis de terre au monde.
[http://www.museevirtuel-virtualmuseum.ca/sgc-cms/expositions-exhibitions/hydro/en/dams/?action=mica](http://www.museevirtuel-virtualmuseum.ca/sgc/cms/expositions-exhibitions/hydro/en/dams/?action=mica) (27/08/15)
- barrage poids - Ce barrage consiste en un mur de béton épais en pente. La combinaison du poids du béton et de la force de gravité permet à ce barrage de résister aux forces résultant de la poussée de l'eau. Il doit avoir une solide fondation pour empêcher qu'il ne glisse. Le barrage Bhakra, en Inde, est un des barrages poids les plus hauts au monde.
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bhakra Dam Aug 15 2008.JPG?uselang=en-ca](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bhakra_Dam_Aug_15_2008.JPG?uselang=en-ca) (27/08/15)

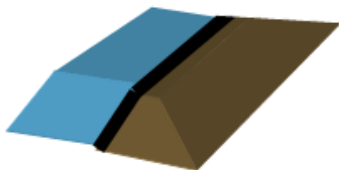
voûte



contreforts



remblayé



poids



Méthode

1. Demandez aux élèves d'apporter des contenants de plastique recyclables (préférentiellement rectangulaires) et du carton (boîtes de céréales, de craquelins, p. ex.).
2. Examinez les différents types de barrages. Demandez aux élèves de dessiner chaque type de barrage sur leur feuille de données. Retenez cette eau!
3. Formez de petits groupes de 2 à 4 élèves, et veillez à ce qu'il y ait 4 contenants par groupe.
4. Demandez aux élèves d'étendre de la pâte à modeler sur les côtés et en-dessous, là où le barrage sera construit, pour créer une fondation. Le groupe travaillera ensemble pour créer un modèle de chaque barrage.
5. Donnez-leur des conseils sur la construction du barrage au besoin. Voici quelques suggestions que les barrages soient efficaces :
 - a. Pour le « barrage-voûte », coupez un morceau de carton rectangulaire qui est plus large que le contenant. Courbez le carton et placez-le dans deux coins du contenant, sur la largeur, ce qui créera un mur courbe. La pâte à modeler et le ruban peuvent être utilisés pour sceller les joints au fond et sur les côtés.
 - b. Pour le « barrage à contreforts », coupez un rectangle de carton de la même largeur que le contenant, mais plus haut que celui-ci. Coupez 2 ou trois triangles qui supporteront le mur rectangulaire et fixez-les avec du ruban. Scellez les côtés et le fond du mur au contenant avec de la pâte à modeler ou du ruban-cache.
 - c. Pour le « barrage remblayé », remplissez un sac Ziplock de terre. Scellez le sac et placez-le dans le contenant, sur toute la largeur. Pour sceller les joints, ajustez la terre de manière à remplir les espaces de joint. Au besoin, utilisez plus d'un sac de terre pour couvrir la largeur du contenant.
 - d. Pour le « barrage poids », remplissez un sac Ziplock de cailloux et de sable et humectez le mélange avec de l'eau (pour simuler le béton). Scellez le sac et placez-le dans le contenant, sur toute la largeur. Pour sceller les joints, ajustez le sable et les cailloux pour remplir les espaces. Au besoin, utilisez plus d'un sac de sable et de cailloux pour couvrir la largeur du contenant, et appliquez assez de poids pour sceller les espaces.
6. Testez chaque barrage en versant une tasse d'eau sur un côté du contenant et vérifiez s'il y a du liquide qui s'infiltré dans la structure.
7. Si l'eau s'infiltré, ajustez le barrage en conséquence pour sceller les joints avec plus de pâte à modeler ou de ruban. Consignez les observations pour chaque barrage - p. ex., quelles formes ont été utilisées pour bâtir les barrages, dans quelle mesure ont-ils retenu l'eau, comment la force de l'eau a-t-elle affecté la structure et que pourrions-nous faire pour améliorer le barrage?

Observations

Les élèves peuvent observer chaque barrage et déterminer l'efficacité de chacun à empêcher l'eau de passer de l'autre côté.

Photos de la construction des 4 types de barrages



Discussion

Demandez aux élèves s'il y a un barrage dans leur communauté ou s'ils en ont vu lors de leurs voyages. À quoi le barrage ressemblait-il? Demandez-leur de nommer les différentes formes présentes dans la structure. Ils ont peut-être vu des arches, des prismes rectangulaires ou triangulaires sur le barrage. Expliquez comment les forces exercées par la poussée de l'eau sont transférées aux différentes structures du barrage. Le barrage-voûte transfère les forces du mur semi-circulaire aux culées. Le barrage à contreforts a une forme triangulaire qui aide à absorber les forces sur la dalle de béton. Le barrage remblayé et le barrage poids résistent aux forces de l'eau grâce à leur propre poids, ou à la force de gravité.

Voici quelques ressources importantes sur les barrages :

- http://www.icold-cigb.net/GB/Dams/role_of_dams.asp (Commission internationale des grands barrages; explique le rôle et l'histoire des barrages, et donne des statistiques sur le nombre de barrages par pays ainsi que sur les plus grands barrages, 27/08/15)
- <http://www.imis100ca1.ca/cda/Francais> (27/08/15)
- http://www.britishdams.org/about_dams/types.htm (27/08/15)

Nom :

Retenez cette eau!

Barrage-voûte	Barrage à contreforts
Observations:	Observations:
Barrage poids	Barrage remblayé
Observations:	Observations:

Activité 5

Durée : de 60 à 90 minutes

Autre application : art

Termes clés : stabilité, charge, centre de masse, équilibre, forme, fonction

Taille des groupes : projet individuel

Matériel :

feuille de planification Regardez mon chef-d'œuvre! pour chaque élève

objets recyclables comme verres à café, tasses de plastique, boîtes, boîtes à œufs

pailles

bâtonnets de bois

éponges

papier de construction

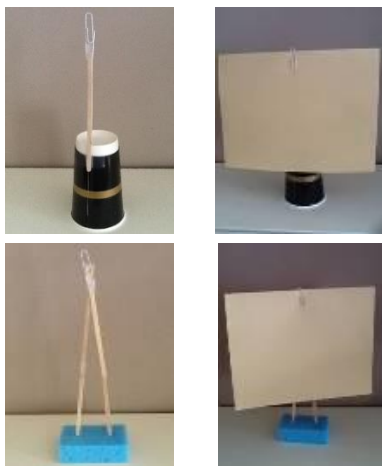
gros trombones

colle

ruban

peinture et pinceaux

ciseaux



Regardez mon chef-d'œuvre!

Objectif d'apprentissage : Les élèves apprendront comment concevoir et bâtir une structure solide et stable.

Les ingénieurs tiennent compte de divers éléments lorsqu'ils conçoivent des structures :

- la forme ou la taille de la structure ;
- le centre de masse – est-il suffisamment bas pour que la structure résiste au vent et aux vibrations (p. ex., grande base solide) ;
- les formes à utiliser dans la structure (p. ex., triangles, cylindres, arches).

En tenant compte de ces éléments, les élèves créeront une structure qui leur permettra de présenter leurs travaux artistiques et qui constituera elle-même une œuvre d'art. Ce projet pourra servir à tenir leurs travaux d'artiste, comme cadeaux pour la fête des mères ou des pères, ou à tenir des insignes porte-nom dans la classe.

Méthode

1. Demandez aux élèves de ramasser des objets recyclables propres pour ce projet. Donnez-leur des articles comme des bâtonnets de bois, des éponges, des pailles, de gros trombones. Créez des postes de matériaux où les enfants pourront s'approvisionner pour construire leur projet.
2. Donnez-leur un objectif et indiquez-leur la fonction de leur structure. Leur structure devra être :
 - solide et stable
 - capable de porter une feuille de papier de 8,5 x 11 po
 - bien décorée
 - conçue de manière à ce qu'on puisse changer la feuille.
3. Demandez aux élèves de concevoir leur projet à l'aide de la feuille de travail Regardez mon chef-d'œuvre!
4. Demandez aux élèves d'établir un plan pour la conception de leur structure en commençant par la liste des différents matériaux disponibles aux postes. Demandez-leur aussi de dessiner leur structure sur la feuille de travail Regardez mon chef-d'œuvre! Invitez-les à envisager comment ils concevront la base, comment elle portera l'œuvre d'art et quels seront les éléments de la structure.
5. Demandez-leur de construire leur structure en utilisant les objets des postes de matériaux et de la tester avec des travaux. Donnez le temps aux élèves d'apporter les améliorations nécessaires à leur structure pour régler tout problème décelé durant le test.
6. Donnez-leur des fournitures comme de la peinture et des pinceaux pour décorer leur structure.

Le savais-vous?

Tipis traditionnels!

Le tipi traditionnel, utilisé par les Premières Nations, était une structure stable et mobile, facile à assembler. Les peaux de buffle, qui sont légères et imperméables, étaient utilisées comme revêtement.

Discussion

Demandez aux élèves comment ils s'y sont pris pour concevoir leur structure durant les étapes de planification. À quels éléments ont-ils pensé pour leur structure? Pourquoi ont-ils choisi les matériaux utilisés? Quels problèmes ont-ils éprouvés durant la construction de leur structure? Comment cette dernière a-t-elle réagi aux tests? Quelles améliorations ont-ils apporté?



Source : <https://www.vecteezy.com/free-vector/human>; Human Vectors by Vecteezy

Documentation pour l'enseignant et les élèves

Livres

*Comment furent construits les pyramides, les châteaux forts, les ponts, les tours, les tunnels...*D. J. Brown, traduction de Laurence Frison. 1992. Larousse. ISBN 2036521681

Les ponts. Maddie Spalding, traduction de Nathalie Thompson. 2018. Beech Street Books. ISBN 9781773085210

Fenêtre sur les ponts, les tours et les tunnels. Struan Reid. 2019. Editions Usborne. ISBN 9781474965040

Constructions monstres et autres énormes mégastructures. Ian Graham, trad. Josée Latulippe. 2013. Bayard Canada. ISBN 9782895794844

Petites et grandes constructions: cabanes et palais, ponts et gratte-ciel. Alessandro Vignozzi, trad. Maria Grazzini. 1995. Compagnie du livre. ISBN 2841550478

Sites Web et vidéos

<https://www.lesdebrouillards.com/experiences/le-conseil-de-yannick-un-pont-qui-fait-le-poids/>

« Fabrique un pont assez solide pour supporter ton poids! »

<https://www.youtube.com/watch?v=GV35WRH23E>

« Les matériaux qui nous entourent : l'Esprit de Sorcier »

https://ingeniumcanada.org/sites/default/files/2020-09/Batisseurs_de_ponts_trousse_Pre_Post.pdf

Activités et expériences provenant du musée des sciences et de la technologie à Ottawa.



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. | RAE0 | 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.*

Un organisme de bienfaisance canadien enregistré (no 867139537RR0001).
bookings@scientistsinschool.ca | scientifiquesalecole.ca