Science et technologie
Comprendre les structures et les mécanismes

Niveau primaire – Structures solides et stables

GUIDE DE L'ENSEIGNANT

Découvrez les mystères de la Tour CN, tout en vous renseignant sur l'importance de la forme, de la fonction, de la solidité et de la stabilité dans la conception et la construction d'une structure.

Découvrez la Tour CN et les divers facteurs qui ont influencé sa conception. Observez la ville du haut de la Tour et trouvez les réponses à des questions se rapportant au curriculum.

Inclus avec la réservation :

- Guide de l'enseignant avec des activités avant et après la visite pour faire le lien entre la sortie de classe et l'apprentissage en classe
- Visite autoguidée de la Tour CN, y compris le niveau d'observation principal et la galerie d'observation extérieure
- Feuilles d'exercice liées au curriculum
- Options de repas disponibles

Le programme des 3e et 5e années – Structures solides et stables – explore les cinq « grandes idées » énoncées dans le curriculum de l'Ontario afin de les relier à la Tour CN elle-même :

Les grandes idées	**Contenu du programme de la Tour CN**
Une structure présente à la fois une forme et une fonction.	Construite pour servir de tour de communication, la Tour CN permet de transmettre les signaux de radio au-dessus des autres gratte-ciel de la ville de Toronto (fonction principale). Les architectes voulaient construire une structure qui allait démontrer les grands progrès de la science et de la technologie à Toronto, tout en offrant aux résidents et aux touristes des points de vue spectaculaires sur la ville. Cet objectif est devenu le deuxième but de la Tour CN, soit de fournir des galeries d'observation pour admirer la ville et les alentours. La Tour CN est une structure triangulaire élevée surmontée par deux « bulles » vers le sommet, qui abritent les divers niveaux d'observation (la forme).
Les structures sont affectées par les forces auxquelles elles sont confrontées.	On voulait que la Tour CN soit la plus haute tour au monde, et qu'elle soutienne le poids de tous les visiteurs, en plus du poids des divers équipements. Le vent, la pluie, la foudre et le poids sont certaines des forces dont on a tenu compte durant la conception et la construction de la Tour CN.
Les structures doivent être solides et stables pour être utiles.	Pour servir de tour de communication et offrir des galeries d'observation aux visiteurs, la Tour CN devait être construite assez solidement pour pouvoir se tenir fermement à son emplacement. De plus, elle se devait d'être extrêmement haute, car on prévoyait que des gratte-ciel plus élevés que ceux déjà présents allaient éventuellement être bâtis autour.
La mesure des forces informe la conception des structures et des mécanismes.	La Tour CN a été modélisée dans des souffleries et à l'aide de calculs avant que le béton ne soit coulé, afin de s'assurer qu'elle puisse résister aux forces potentielles du vent, de la température et de la gravité qui agissent sur elle.
Les forces naturelles ont un effet sur la société et l'environnement.	De nombreuses études ont démontré que la présence de la Tour CN a modifié la fréquence des coups de foudre dans la région.

Instructions pour votre arrivée

Les groupes arrivent à la Tour CN par le boulevard Bremner, un bloc au sud de la rue Front Ouest, entre la rue York et l'avenue Spadina. Le point de débarquement et d'embarquement pour les autobus est situé sur le côté nord, dans les voies en direction de l'ouest sur le boulevard Bremner. De la bordure du trottoir, il y a une courte marche jusqu'à l'entrée principale.

Tous les visiteurs doivent passer par le contrôle de sécurité, qui inclut des détecteurs d'objets métalliques et une inspection des sacs.

À votre arrivée à la Tour CN, votre groupe devra attendre à l'extérieur pendant que l'enseignant ou le superviseur de la visite s'inscrit au comptoir des groupes (horaire saisonnier – si le comptoir des groupes est fermé, veuillez vous adresser au comptoir de services aux visiteurs).

Pour vous inscrire, vous devez fournir :

- Nombre exact d'élèves et d'accompagnateurs
- Paiement final pour votre groupe (sauf si un prépaiement a été convenu à l'avance)

Vous recevrez UN billet pour chaque personne de votre groupe, à distribuer avant de prendre l'ascenseur.

On vous indiquera comment vous rendre à l'ascenseur vers les niveaux d'observation et du Plancher de verre.

Ce qu'il faut apporter

Veillez à ce que les élèves apportent un stylo ou un crayon et de quoi écrire (planchette à pince ou cartable). En cas d'oubli, la boutique de la Tour CN propose ce genre d'articles.

Installations sur place

La Tour CN n'offre pas de casiers ou de vestiaires pour les élèves en visite. Ils doivent seulement apporter ce dont ils ont besoin, car ils devront conserver toutes leurs possessions sur eux, en tout temps.

Repas – La Tour CN propose diverses options pour les repas, incluant Le Café au pied de la Tour. Des forfaits de repas ou de collation peuvent être commandés à l'avance, ou les élèves peuvent les acheter sur place.

Exercices à faire

Chaque élève reçoit des feuilles d'exercice à remplir durant sa visite à la Tour CN. Pour répondre aux questions, les élèves peuvent consulter les renseignements fournis sur la Tour CN et les panneaux d'information qu'on peut voir un peu partout durant la visite (dès la mezzanine, avant même d'arriver aux ascenseurs). Ils peuvent également s'inspirer de ce qu'ils verront depuis les niveaux d'observation.

En tout, depuis votre arrivée jusqu'à votre départ, la visite dure environ 1,5 à 2 heures. Prévoyez 45 minutes de plus si vous avez l'intention de prendre le repas à la Tour CN.

Quelques faits intéressants

Construction
- Lancée le 6 février 1973
- Antenne terminée le 2 avril 1975
- Inaugurée le 26 juin 1976
- 1 537 ouvriers ont participé à la construction

Matériaux
- Poids total = 117 910 tonnes métriques ou 130 000 tonnes
- Volume de béton = 40 524 m^3 ou 53 000 verges cubes
- 998 km ou 620 miles de câbles d'acier de postcontrainte
- 4 535 tonnes métriques ou 5 000 tonnes d'acier d'armature
- 544,2 tonnes métriques ou 600 tonnes d'acier de construction
- Radôme : membrane de fibre de verre doublée de téflon

La Tour en chiffres
- De 1976 à 2010 : la plus haute tour, le plus haut édifice et la plus haute structure autoportante au monde
- Plus de 1,9 million de visiteurs par an
- 1 776 marches
- 8 ascenseurs publics
- 8 câbles par cabine d'ascenseur
- 58 secondes pour atteindre le niveau d'observation
- 22 km/h : vitesse maximale des ascenseurs
- Le Restaurant 360 effectue une rotation en 72 minutes
- La foudre frappe 75 fois par an!

LE SAVAIS-TU?

La Tour CN détient actuellement deux records mondiaux Guinness!

Préparatifs avant la visite

Avant de visiter la Tour CN, il est conseillé de revoir le vocabulaire suivant avec votre classe :

Mot	Définition
Centre de gravité	Point autour duquel la masse d'un objet est équilibrée dans toutes les directions. La masse totale d'un objet est concentrée au centre de gravité.
Forme	La forme de quelque chose.
Fonction	L'action pour laquelle une personne ou un objet est spécialement équipé, ou utilisé, ou sa raison d'être.
Stabilité	La capacité d'une structure de rester fixée à un emplacement.
Solidité	La capacité d'une structure de supporter une charge.
Structure	Un objet construit ou bâti, habituellement dans un but précis; une structure de soutien d'une taille et d'une forme définie et dont le but consiste à soutenir une charge.

Clé de réponse : Vous trouverez ci-dessous *une réponse brève* et une réponse plus longue pour chaque question. Utilisez-les comme guide lors de la révision des réponses des élèves.

1. **Pourquoi la Tour CN a-t-elle été construite et pourquoi est-elle si haute?**
   Pour la radiodiffusion et la télévision, pour diffuser par-dessus d'autres grands bâtiments. Le boom de la construction dans les années 1960 signifiait plus de grands bâtiments. La radio et la télévision utilisaient des antennes pour recevoir les signaux entrants. Il fallait donc une nouvelle tour de communication qui serait plus haute que n'importe quel autre bâtiment.

2. **Si tu étais un architecte chargé de concevoir la Tour CN, quelles sont les trois forces naturelles dont tu devrais tenir compte avant de construire?**
   Vent, température et gravité. La Tour doit être suffisamment stable pour résister à la force du vent, quelle que soit sa direction, d'où l'importance de sa symétrie. Le béton et l'acier doivent résister au froid de l'hiver et à la chaleur de l'été, se dilatant et se contractant au fil du temps. Quel que soit le matériau dont elle est faite, une grande structure comme la Tour CN pèse lourd et il faut en tenir compte dans sa construction et sa structure. Dans notre cas, la Tour CN a un centre de gravité bas, avec des pieds fuselés pour réduire le poids au sommet et diminuer la force du vent. Réponse en prime : La foudre, pour laquelle la Tour est équipée de câbles allant de l'antenne au sol, ce qui permet aux éclairs de se dissiper dans le sol.

3. **Quels matériaux ont été utilisés pour construire la Tour CN? En quoi cela en fait-il une structure solide et stable?**
   Béton, acier et verre. Le béton est très dense et solide, capable de résister à la compression de tous les matériaux qui le recouvrent. L'acier est solide, mais peut fléchir, ce qui lui permet de se déformer lorsque les températures changent. Les câbles de postcontrainte, qui courent sur toute la hauteur de la Tour, tirent le béton vers le bas, combinant la résistance du béton et la flexibilité de l'acier. Ensemble, ils aident la Tour à résister aux forces du vent et à rester debout.

4. Dessine quelques caractéristiques uniques de la Tour CN. À ton avis, quel est leur but?

Le Radôme, la bulle en forme de beignet au bas de l'habitacle principal. C'est là que se trouvent nos antennes de diffusion. *Les pieds fuselés* assurent la solidité de la Tour tout en réduisant son poids au fur et à mesure que sa hauteur augmente. *Les ascenseurs à façade en verre*, qui permettent aux visiteurs de voir l'extérieur lors de la montée et de la descente. *L'antenne haute et dégagée* située au sommet du noyau en béton, qui est plus haute que tout autre bâtiment de Toronto, permet la réception et la diffusion de nombreux signaux provenant de tout l'Ontario et au-delà.

5. Il existe plusieurs types de structures, chacun avec sa taille, sa forme et sa fonction (une maison nous abrite, un autobus sert au transport, par exemple). Indique trois différents types de structures que tu peux voir depuis nos niveaux d'observation. Dis-nous à quoi sert chaque structure.

(Plusieurs options ci-dessous)
Une arche – Le pont de la rivière Humber, le Centre Rogers, pour fournir un soutien sur une longue portée.
Un train GO Transit – Transport.
Un traversier **–** Transport, flottaison
Une éolienne **–** Capter le vent pour produire de l'électricité

6. Crée ta propre structure unique! De quoi est-elle faite et quelle est sa fonction?

Activité laissant libre cours à l'imagination! Utile pour préparer les activités après la visite, afin de profiter de l'inspiration potentielle des structures aperçues depuis les niveaux d'observation.

Activités après la visite

1. **Conception et construction** Divisez la classe en équipes de trois à quatre élèves. Demandez aux équipes de concevoir et construire un pont ou une tour qui peut supporter une charge (par ex., le pont doit supporter trois blocs de bois ou petites voitures jouets, et la tour doit supporter une balle de golf ou une boule de polystyrène). Donnez-leur des matériaux pour construire leur structure (papier, journaux, boîtes à œufs, pailles, ruban adhésif, colle, bâtonnets de bois, corde, et pâte à modeler). Les élèves peuvent préparer un rapport écrit ou verbal concernant leur projet.

2. **Recherche et rapport** Demandez à chaque élève de choisir trois tours ou trois merveilles du monde, et de préparer un rapport écrit sur les similarités et les différences entre ces trois sujets, l'année de leur construction, leur but, et les éléments en font des structures solides et stables.

3. **Exercice de stabilité** Demandez à la classe de se tenir debout, les pieds ensemble, puis les pieds écartés. Quelle position offre le meilleur équilibre? Demandez aux élèves d'essayer diverses positions pour vérifier combien d'écartement entre les pieds augmente la stabilité. Faites asseoir les élèves et demandez-leur de nommer les articles dans la classe et dans le quartier qui sont dotés d'une base élargie pour plus de stabilité. Notez ces articles au tableau ou sur un tableau-papier (par ex., bicyclette, skis, balançoire, pylône orange). Comment les enfants peuvent-ils appliquer ce principe en éducation physique, en jouant au soccer, au hockey ou en faisant de la gymnastique?

4. **Mathématiques** Mesurez-vous, puis calculez combien de personnes de votre taille il faudrait pour égaler la hauteur de la Tour CN. (Hauteur de la Tour CN, divisée par votre propre hauteur = x).

5. **Concours de construction** Organisez un concours en classe, pour voir qui peut construire la structure la plus élevée. En équipes de deux – donnez à chaque équipe 50 pailles, 50 pinces à papier (trombones), du ruban adhésif et des ciseaux. Les élèves ont une heure pour construire la plus haute structure, à l'aide des matériaux fournis. Une fois que l'heure est écoulée, mesurez chaque structure pour déterminer la plus haute. Pour accroître la difficulté, utilisez un ventilateur pour tester la stabilité.

6. **Tester la solidité des formes** Pour tester la solidité de diverses formes, il vous faut des bâtonnets de bois et de la colle. Demandez aux élèves de bâtir un carré avec quatre bâtonnets, et un triangle avec trois bâtonnets. Soulevez la forme et maintenez-la debout sur une de ses surfaces plates, puis poussez sur le haut avec le doigt. Laquelle est la plus solide?

Ressources en ligne et ouvrages

http://www.great-towers.com/
World Federation of Great Towers – fournit des informations sur les tours du monde entier.

http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/index.html
https://www.pbslearningmedia.org/collection/structures/
Un site Web formidable proposant une variété d'outils pédagogiques et d'activités d'apprentissage amusantes, notamment :

- Des *laboratoires interactifs* qui permettent aux élèves d'expérimenter les forces, les matériaux, les charges et les formes
- Des *défis en ligne* qui donnent aux élèves l'occasion de réparer et de construire virtuellement diverses structures, dont un pont, un dôme, un gratte-ciel, un barrage et un tunnel
- Une banque de données sur les merveilles du monde
- Entretiens avec des ingénieurs
- Un *guide pour les éducateurs* avec des idées de planification et des activités pratiques (essayez la tour en journaux)

http://www.youtube.com/watch?v=JBpUZH5bZ_E
« Measure the height of any object » (en anglais) – Une vidéo YouTube sur la façon de fabriquer votre propre gadget de mesure de la hauteur en utilisant des matériaux de tous les jours.

http://www.greatbuildings.com/
Une excellente ressource présentant différents types de structures, des photos et l'histoire de bâtiments, de ponts et d'autres structures célèbres.

http://www.pbslearningmedia.org/resource/arct14.sci.dsrise/high-rise/
Dans le cadre de cette activité amusante, les élèves construisent une tour qui peut soutenir une balle de tennis à au moins 18 pouces du sol tout en résistant au vent d'un ventilateur.

http://www.wonderclub.com/AllWorldWonders.html
Liste complète des merveilles du monde (notamment les merveilles antiques, médiévales, naturelles, modernes et sous-marines).

Wild buildings and bridges: architecture inspired by nature (en anglais)
Kaner, Etta (auteure); Wiens, Carl (illustrateur). Toronto, Ontario: Kids Can Press, 2018
Souligne l'influence de la nature sur la conception des bâtiments et des ponts du monde entier. Les activités favorisent une expérience interactive qui met les apprenants dans le siège du scientifique.

Build it up (en anglais)
Cross, Gary Markham, Ontario: Scholastic Canada, 2008.
Exploration des grandes idées dans les structures. Photographies et schémas détaillés. Accent sur l'exploration pratique.

Designs in Science: Structures (en anglais)
Morgan, Sally et Adrian Morgan. New York: Facts on File, 1993.
Photos couleurs et faits et données intéressants, comparaisons entre les structures qu'on trouve dans la nature et les constructions d'origine humaine. Diagrammes et activités pratiques expliquant les principes scientifiques de base, comme les forces et la charge.

The Random House Book of How Things Were Built (en anglais)
Brown, David J. New York: Random House, 1992.
Présente des illustrations et des coupes détaillées décrivant les grandes structures de l'histoire et du monde entier. Des diagrammes illustrent les principes de base de ces réussites d'ingénierie.

Experiment! Spiderwebs to Skyscrapers: The Science of Structures (en anglais)
Darling, David. New York: Dillon Press, 1991.
Des explications simples, de grandes photos, et des activités pratiques pour explorer les fondations, les matériaux, les voûtes, les fermes et les structures.

L’ensemble du contenu est la propriété de la Tour CN