

## Plan de leçon

Évaluation Interdisciplinaire	Simulations de tremblements
----------------------------------	-----------------------------

### Idées maîtresses

- Des forces externes et internes agissent sur les structures et les mécanismes.
- Les forces agissant sur un mécanisme ou sur une structure sont mesurables
- Les forces résultant de phénomènes naturels ont un impact sur la société et sur l’environnement.

### Objectifs d'apprentissage

- Trouver des moyens de renforcer une construction contre les tremblements de terre par le biais d'expériences basées sur des questions.
- Comprendre l'interaction des forces dans une structure sous une pression externe.

### Contenus d'apprentissage

- Examiner un phénomène naturel (p. ex., tempête de verglas, tornade, pluies torrentielles) et évaluer les mesures de sécurité mises en place pour en minimiser les effets.
- Suivre les consignes de sécurité et utiliser de manière appropriée et sécuritaire les outils, l'équipement et les matériaux qui sont mis à sa disposition (p. ex., couper, joindre et travailler des matériaux de façon sécuritaire; porter des lunettes de protection lors de tests sur le point de rupture des structures).
- Utiliser la démarche de recherche pour explorer comment les forces résultant de phénomènes naturels influent sur le choix des matériaux et des techniques de construction de différentes structures.
- Utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir, construire et tester une structure à ossature pouvant résister à des forces externes (p. ex., un pont ou une tour face à des vents violents ou à des vibrations provenant du passage d'un train) ou un système mécanique ayant une fonction spécifique (p. ex., grue).
- Décrire les forces résultant des phénomènes naturels qui peuvent avoir de graves conséquences sur des structures dans l'environnement (p. ex., une maison perd son toit à cause du vent; un pont s'effondre sous le poids d'un train; un arbre est déraciné par une tornade) et identifier des caractéristiques structurelles qui peuvent atténuer les effets de ces forces (p. ex., appui transversal pour le toit; poutre en acier pour le pont; racines pour l'arbre).

---

## Description:

C'est la **quatrième** des cinq leçons sur les forces des structures lors d'un tremblement de terre. Dans cette leçon, les élèves s'appuieront sur ce qu'ils ont appris à la leçon 3 en renforçant et/ou en modifiant la conception de leurs structures.

---

### Matériaux/Ressources:

Morceaux de carton (environ 5 cm x 5 cm)  
Ruban masque, pailles  
Petites voitures (1 ou 2 par groupe)  
Un poids : petit récipient rempli d'eau  
Bille ou roulement à billes et ficelle : pour faire un pendule à contrepoids  
Images de diaporama

### Notes de sécurité

## Introduction

### Révision et introduction à l'activité d'aujourd'hui

- Qu'avez-vous appris hier? Voici les conclusions attendues :
  - Les structures plus hautes sont plus affectées par les tremblements de terre; un petit mouvement en bas crée plus de couple sur la construction, ce qui lui permet de tomber plus facilement.
  - Lorsque les blocs se touchent moins les uns les autres, ils s'écartent plus facilement. Ceci est dû au fait que la friction entre eux est plus faible, ce qui entraîne une force ou une capacité structurelle inférieure à supporter la tension au sein de la construction.
  - Les oscillations plus importantes (les tremblements de terre plus importants) détruisent les structures de façon plus complète.
  - L'orientation d'une construction lors d'un tremblement de terre peut avoir un impact important sur la façon dont elle est touchée. Par exemple, une construction longue alignée sur le sens de déplacement des oscillations (secousses) du tremblement de terre s'en sortira bien mieux qu'une construction perpendiculaire.
  - Plus la base de la structure est large, plus elle est stable.
- Les ingénieurs trouvent constamment des moyens de rendre les structures plus solides et plus capables de résister à des forces importantes qui leur sont appliquées. Ceci ne comprend pas seulement les tremblements de terre, mais également des éléments comme le vent, les incendies, les inondations, etc.
- Aujourd'hui, vous allez observer vos structures avec le regard d'un ingénieur.
  - Comment pouvez-vous rendre vos structures plus solides?
  - Comment pouvez-vous les rendre plus résistantes aux tremblements de terre?

---

## Action

Nous commencerons par une exploration libre, en laissant les élèves trouver leurs propres idées sur la façon de rendre leurs constructions parasismiques. Ensuite, nous pouvons les guider dans une partie des modifications possibles s'ils ne les ont pas encore testées. Notre suggestion est de les laisser jouer jusqu'à ce que des concepts intéressants surgissent. Ensuite, rassemblez-les et demandez aux groupes qui ont trouvé quelque chose d'intéressant de l'exposer. Si le temps le permet, vous pouvez alors les laisser tester d'autres choses ou leur apprendre quelque chose (par exemple, mettre les constructions sur des roues).

### Améliorer les structures et les tester

- Hier, vous avez fait des expériences avec différentes conceptions de construction. Aujourd'hui, nous voulons nous pencher sur les modifications de conception d'une construction qui la rendront plus solide. Prenez donc une conception de construction qui a été facilement détruite par un tremblement de terre et voyez si vous pouvez la rendre stable.
- Nous ne vous dirons pas comment procéder, mais voici quelques fournitures à utiliser :
  - Un morceau de carton par groupe (peut-être 5 cm x 5 cm), destiné à être utilisé comme plateforme pour fixer aux petites voitures (voir l'image), mais vous n'avez pas besoin de leur dire. Ayez des morceaux en plus au cas où ils décident de les découper et qu'ils aient besoin d'un autre morceau pour leur plateforme plus tard).
  - 1 mètre de ruban masque (ou moins si vous voulez rendre l'exercice plus difficile).
  - Une ou deux petites voitures : les voitures basses et plates, telles que les camions à benne, fonctionnent bien.
  - Plusieurs pailles
  - Un poids (p. ex., un petit Tupperware rempli d'eau)
- Donnez aux élèves le temps d'explorer des solutions. Faites plusieurs essais!
  - Faites attention aux fournitures limitées : les ingénieurs doivent veiller à maintenir des coûts bas et surmonter toutes leurs difficultés de construction!

### Démonstration et discussion

- Laissez les élèves montrer leurs meilleures modifications.
- Pourquoi ces modifications ont-elles bien fonctionné?
  - **Élimine le cisaillement** entre les blocs (p. ex., avec les pailles). Le cisaillement est une forme de tension interne dans la structure.
  - La force du tremblement de terre **n'est pas transférée** à la structure (p. ex., à l'aide d'une plateforme roulante)
  - Modification de l'**équilibre** de la structure : réduction du couple (p. ex., en plaçant un poids plus gros au fond)
  - **Compression accrue** entre les blocs (p. ex., en ayant plus de poids sur le dessus – mais ceci peut également augmenter le couple, et faire que la construction ne s'écroulera pas mais pourra tomber toute entière)
- Si les élèves n'ont pas encore essayé de placer la structure sur une plateforme roulante, demandez-leur de le faire. Le fait de détacher des constructions du sol environnant est une technique couramment utilisée. Même si nous n'utiliserions pas de roues dans la réalité, mais quelque chose appelé des supports d'isolation, qui fonctionnent de façon très similaire.

- Montrez des images de supports d'isolation (une simple recherche d'images donnera toutes sortes de conceptions. Visionnez le diaporama pour voir quelques bons exemples.
- Vidéo montrant un test très similaire à ce que les élèves font. Montrez-leur après leur expérience! <https://www.youtube.com/watch?v=kzVvd4Dk6sw>

---

## Consolidation/Extension

**Pendule à amortisseur** (peut être fait par les élèves ou une démonstration de l'enseignant si le temps est limité)

- Ensuite, demandez aux élèves de construire un pendule à amortisseur (appelé un pendule à amortisseur accordé), similaire, par exemple, à celui de la tour Taipei 101 (voir le diaporama).
  - Fixez la ficelle à une bille ou un roulement à billes à l'aide de ruban masqué.
  - Suspendez la bille à l'intérieur du haut de votre tour (voir l'image ci-dessous).
  - Faites un tremblement de terre et observez la façon dont le pendule commence à balancer, en créant un contrepoids au mouvement de la structure chancelante.
    - Cette expérience fonctionnera mieux si la tour est renforcée par des pailles (pour qu'elle puisse chanceler dans son ensemble) et n'est PAS fixée au papier pour affiche pour pouvoir tomber.
    - Vous devez noter une différence très claire entre la stabilité de la tour lorsque le pendule est à l'intérieur et lorsqu'il ne l'est pas. Si vous faites en sorte de simplement faire glisser le pendule pour le faire entrer et sortir, vous pourrez alterner entre les deux installations.
    - Lorsque la construction oscille d'un côté, le pendule bascule de l'autre, ce qui crée un équilibre. En réalité, la construction oscille alors que le pendule reste en place.
    - Plus le pendule est lourd, plus il sera en mesure de compenser les grandes ondulations de la construction.
    - Plus le pendule est suspendu en hauteur, mieux il fonctionne. Ceci s'explique par le fait qu'une petite quantité d'ondulations crée un couple important sur la construction. Vous pouvez tester ceci en suspendant le pendule très bas dans votre tour et voir s'il réussit encore à la stabiliser.

### Projet d'unité :

Il se peut qu'il ne reste pas suffisamment de temps pour travailler là-dessus. Nous aurons du temps à la leçon 5 pour terminer le projet.

- Décrivez les expériences et les conclusions du jour. Utilisez le modèle de fiche ci-joint si vous le souhaitez.