

10.2 Les forces

ATTENTE

- Démontrer sa compréhension du rapport entre la forme d'une structure et les forces externes et internes qui y agissent.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Compréhension des concepts

- Identifier les caractéristiques d'une force qui ont un impact sur une structure.
- Identifier et décrire des facteurs qui pourraient contribuer à l'écroulement d'une structure.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

La gravité

- La gravité est une force d'attraction qui existe entre tous les objets. L'ampleur de la force gravitationnelle entre deux objets dépend de la masse des objets et de la distance qui les sépare.
- La relation entre la masse, la distance et la force gravitationnelle est exprimée par cette équation :

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

où F_g est la force gravitationnelle, G est la constante gravitationnelle, m_1 et m_2 sont les masses des deux objets, et r est la distance entre le centre de la masse de chaque objet. Cette équation démontre que la force gravitationnelle est directement proportionnelle à la masse et inversement proportionnelle au carré de la distance. En d'autres mots, si la masse d'un objet est multipliée par deux, la force gravitationnelle de cet objet sera également multipliée par deux. Si la distance entre deux objets est multipliée par deux, la force gravitationnelle diminuera au quart de sa valeur initiale.

Le poids et l'accélération due à la gravité

- Comme la Terre a une masse considérable, elle exerce une grande force gravitationnelle sur les objets qui se trouvent près de sa surface. Plus un objet s'éloigne du centre de la Terre, plus la force gravitationnelle diminue entre cet objet et la Terre.
- La force gravitationnelle, comme toute autre force, peut causer une accélération. Près de la surface de la Terre, l'accélération due à l'attraction gravitationnelle, représentée par le symbole g , est égale à environ $9,8 \text{ m/s}^2$ en direction du centre de la Terre. Donc, quand on jette un objet par terre, sa vitesse augmente de $9,8 \text{ m/s}$ chaque seconde pendant sa chute.
- Le poids d'un objet est égal à l'ampleur de la force gravitationnelle qui s'exerce sur cet objet. Suivant la deuxième loi de Newton, cette force est égale au produit de sa masse par son accélération. On peut donc calculer le poids d'un objet en multipliant sa masse par l'accélération due à la gravité. Cela est généralement exprimé par la formule $F = mg$, où F est le poids et m est la masse.

Durée

45–60 min

À voir

Une force est une traction ou une poussée agissant sur un objet.

Les forces qui agissent sur les structures ont certaines caractéristiques.

Vocabulaire

- force
- gravité
- masse
- poids
- charge
- charge permanente
- surcharge
- charge dynamique

Ressources pédagogiques

DR 0.0-9 : Organisateur graphique : schéma conceptuel
 DR 0.0-12 : Organisateur graphique : roue de mots
 DR 10.2-1 : Sciences en action : Construire et tester une structure
 Grille d'évaluation 1 : Connaissance et compréhension
 Grille d'évaluation 2 : Habiletés de la pensée
 Site Web de sciences et technologie, 7^e année : www.duvaleducation.com/sciences

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves pensent parfois que les structures sont conçues pour supporter toutes les forces potentielles.
- *Clarification* Bien que les ingénieures et ingénieurs conçoivent les structures pour supporter de plus grandes forces que celles qui sont prévues dans leur usage, il n'est généralement pas possible de concevoir des structures qui pourraient supporter toutes les forces potentielles. Les ingénieures et ingénieurs conçoivent habituellement les barrages pour qu'ils puissent résister à des niveaux d'eau deux fois plus élevés que le plus haut niveau enregistré

Ressources complémentaires

SAVET, Jean-Marie.
Les ponts d'hier et d'aujourd'hui, éd. MAE-ERTI, 2006.

Site Web de sciences et technologie, 7^e année :
www.duvaleducation.com/sciences

dans la région. Cependant, les barrages ne sont pas conçus pour résister à des niveaux 50 fois plus élevés. De tels niveaux sont extrêmement improbables, et concevoir une construction suffisamment résistante pour les supporter entraînerait des coûts de construction exorbitants. De la même façon, un barrage situé dans une région où il n'y a pas d'historique de tremblements de terre ne sera vraisemblablement pas conçu pour supporter d'importants tremblements de terre.

- *Et maintenant ?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Comment se fait-il que les ouragans causent autant de dommages aux maisons ?* (La plupart des maisons sont conçues pour supporter des vents de force normale. Les vents violents d'un ouragan sont beaucoup plus forts et peuvent causer des dommages.)

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler la participation

• Démonstration magistrale : étirement d'une corde

- Pour inciter les élèves à réfléchir aux forces qui agissent sur les objets, tendez une corde d'un bout à l'autre de la classe et attachez chaque extrémité à un objet fixe. La corde doit être assez tendue pour ne pas pendre au milieu.
- Demandez aux élèves quel poids la corde pourra supporter, selon eux. Faites-leur suspendre des objets incassables (manteaux ou sacs à dos, par exemple) sur la corde, afin de l'étirer légèrement.
- Demandez aux élèves s'ils peuvent identifier la force qui étire la corde vers le bas (la gravité). Demandez-leur ce qui empêche la corde de se rompre. Ils ne connaissent peut-être pas le terme *tension*, mais devraient pouvoir expliquer que la corde elle-même exerce une force qui s'oppose à la gravité.
- Discutez avec les élèves de ce qui arriverait s'ils continuaient à ajouter du poids à la corde (elle se romprait). Dites-leur que, dans cette section, ils vont étudier les forces que les structures doivent pouvoir supporter.

2 Explorer et expliquer

- Dites aux élèves de faire un tableau SVA tout en lisant les textes de cette section, comme on l'explique à la rubrique **Vers la littératie** du manuel. Cette stratégie est décrite plus en détail à la page 29 de ce guide.
- Dites aux élèves de repenser à la démonstration que vous avez faite avec la corde. Demandez-leur : *Dans quelle direction les forces agissaient-elles ?* (Il y avait une force de traction vers le bas causée par le poids des objets suspendus. Il y avait une force de traction des objets vers le haut, produite par la corde. Il y avait également des forces de traction qui tiraient la corde vers la gauche et la droite.)
- Dites aux élèves d'observer la figure 6 de leur manuel. Demandez-leur d'expliquer pourquoi la force gravitationnelle a un plus grand effet sur la pierre que sur la balle de tennis. Ils devraient répondre que c'est parce que la roche est plus lourde que la balle de tennis.
- Encouragez les élèves à interpréter le texte tout en lisant, comme on le leur suggère dans leur manuel à la rubrique **Vers la littératie**. Cette stratégie est décrite plus en détail à la page 30 de ce guide.
- Pour aider les élèves à comprendre les facteurs qui affectent le poids d'un objet, expliquez-leur que le poids d'un objet sur la Terre dépend de deux facteurs : la masse de l'objet et la distance qui le sépare du centre de la Terre. Quand la masse d'un objet augmente, son poids augmente également. Quand la distance entre l'objet et le centre de la Terre augmente, le poids de l'objet diminue. Dites aux élèves que le poids d'une personne est moins grand au sommet du mont Everest qu'au niveau de la mer.

Liens avec les mathématiques

Vous pouvez présenter aux élèves l'équation mathématique exprimant la relation entre la masse et le poids. Au niveau de la mer, le poids d'un objet, exprimé en newtons, est égal à sa masse en kilogrammes multipliée par 9,8 : $P = 9,8m$, où P est le poids et m est la masse. Un objet de 1 kilo a donc un poids de 9,8 N au niveau de la mer. Encouragez les élèves à utiliser des balances pour mesurer la masse de différents objets, à calculer leur poids à l'aide de cette équation et à vérifier leurs calculs à l'aide d'un peson à ressort.

- Expliquez aux élèves que, sur la Terre, le poids d'un objet est défini par la force gravitationnelle exercée par la Terre sur cet objet. Sur la Lune, toutefois, le poids d'un objet est défini par la force gravitationnelle exercée par la Lune sur cet objet. C'est pourquoi le poids des objets est moins grand sur la Lune que sur la Terre.
- Pour aider les élèves à comprendre les différences entre les charges, vous pouvez leur faire compléter le DR 10.2-1, « Sciences en action : Construire et tester une structure ». On y propose une activité dans laquelle les élèves construisent une structure et simulent les différentes charges qui agissent sur cette structure.

Occasions d'évaluation

Discutez avec les élèves pendant qu'ils font leurs diagrammes de la corde et illustrent les différentes charges qui agissent sur elle. Vous pouvez évaluer la qualité de leurs diagrammes à l'aide des Grilles d'évaluation 1, « Connaissance et compréhension », et 2, « Habiletés de la pensée ».

3 Approfondir et évaluer

- Pour vous assurer que les élèves comprennent bien les différences entre les trois types de charges, revenez à la démonstration que vous avez faite avec la corde au début de la leçon. Demandez aux élèves de faire un schéma de la corde et des objets suspendus, et d'identifier les différentes charges. Les élèves n'incluront probablement pas de charges dynamiques dans leurs schémas; encouragez-les à discuter de la façon dont ils pourraient y ajouter une charge dynamique.
- Dites aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

- Exemple de réponse : La gravité est une force qui agit sans contact. La friction est une force appliquée. Quand je marche, mes pieds exercent une force appliquée sur le sol. La friction entre mes doigts et le clavier de l'ordinateur que j'utilise est aussi une force appliquée. J'expérimente une force magnétique sans contact quand je vois deux aimants qui se repoussent dans un cours de sciences.
- a) L'ampleur de la force gravitationnelle qui agit sur le parachutiste est de 845 N.
 - b) La force gravitationnelle agit vers le bas, vers le centre de la Terre.
- La masse est la quantité de matière dans un objet. La masse d'un objet dépend du nombre de particules de matière qu'il y a dans l'objet. Le poids est la force gravitationnelle que la Terre exerce sur un objet. Le poids d'un objet dépend de sa masse et de la distance entre l'objet et le centre de la Terre. La masse se mesure en kilogrammes et le poids se mesure en newtons. La masse peut être mesurée avec une balance, et le poids peut être mesuré avec un peson à ressort.
- (Note : Les élèves peuvent donner un seul exemple.)
 - a) La charge permanente d'une balançoire est : le poids de la balançoire, celui de la petite planchette et celui des chaînes de soutien.
 - b) La surcharge est : le poids de l'enfant assis sur la balançoire ou celui de deux personnes assises.
 - c) La charge dynamique est : la force appliquée par une personne qui pousse l'enfant et un coup de vent violent qui fait bouger la balançoire vide.

Vers la littératie

Organisateur graphique : le tableau SVA

- Dites aux élèves qu'un tableau SVA peut les aider à se concentrer sur un texte et à mieux le comprendre.
- Demandez aux élèves de remplir un tableau SVA qu'ils compléteront en trois temps : avant, pendant et après la lecture. Leurs tableaux devraient afficher ces titres : « Ce que je sais », « Ce que je veux savoir », « Ce que j'ai appris ».
- Dites aux élèves de remplir la première colonne de leur tableau en y écrivant ce qu'ils savent déjà à propos des forces. Dites-leur ensuite de se demander ce qu'ils veulent apprendre à propos des forces, et d'écrire ces questions dans la deuxième colonne. Demandez à des volontaires de faire part à la classe de ce qu'ils ont écrit dans les deux premières colonnes. (Je sais qu'il faut exercer une force pour déplacer un objet. Je veux savoir s'il existe plusieurs types de forces.)
- Pendant leur lecture des textes de la section, les élèves doivent inscrire dans la troisième colonne les renseignements qu'ils ont appris.
- Après leur lecture, demandez aux élèves de faire part d'un renseignement qu'ils ont inscrit dans la troisième colonne. (Par exemple, j'ai appris que la gravité est un type de force, la force d'attraction exercée par la Terre.)

- Dites aux élèves de réfléchir à ce qu'ils ont appris en révisant leurs tableaux.
 - Demandez-leur : *Dans les textes que vous avez lus dans cette section, y a-t-il beaucoup de choses que vous saviez déjà ?* Suggérez aux élèves de cocher chaque renseignement mentionné dans la première colonne et présenté dans le manuel. (Je savais déjà qu'il faut exercer une force pour déplacer un objet.)
 - Demandez-leur : *Avez-vous trouvé des réponses aux questions que vous vous étiez posées ?* Suggérez aux élèves de cocher chaque question mentionnée dans la deuxième colonne et à laquelle leur lecture a fourni une réponse. (Ma lecture a répondu à toutes les questions que je me posais à propos des forces.)
 - Demandez-leur : *Qu'avez-vous appris de neuf à propos des forces ?* Proposez à des volontaires de faire part au reste de la classe de ce qu'ils ont appris. (J'ai appris que, dans la plupart des cas, une force peut être appliquée par contact entre les objets, et que la force gravitationnelle fait exception à cette règle.)

Lire pour comprendre

- Rappelez aux élèves que se poser des questions tout en lisant peut les aider à mieux comprendre le texte.
- Dites aux élèves de balayer les textes de chaque page de cette section, une page à la fois, en observant bien les titres et les sous-titres. Demandez-leur de faire part d'une question qu'ils se posent à chaque page. (Quelle est la différence entre la masse et le poids ?) Dites-leur de chercher les réponses à leurs questions en poursuivant leur lecture.
- Aidez les élèves à poser des questions sur les deux premiers paragraphes, et à y répondre.
 - Suggérez-leur d'essayer de formuler des questions relatives aux concepts clés et aux mots du vocabulaire :
Comment la *gravité* affecte-t-elle le *poids* ?
 - En plus de mentionner ce qu'ils aimeraient apprendre, les élèves devraient se demander de quelle façon ils peuvent trouver ces renseignements. (J'aimerais comprendre le fonctionnement d'un pèse à ressort. Je peux demander à mon enseignante ou mon enseignant.)
 - Demandez aux élèves pourquoi certains mots leur semblent difficiles. Aidez-les à clarifier le sens de ces mots. (Je trouve le mot *newton* difficile, car j'ai l'habitude de parler du poids en termes de grammes et de kilogrammes).
- Dites aux élèves de continuer à utiliser cette stratégie pour terminer leur lecture de la section.

Enseignement différencié

Outils +

- Distribuez le DR 0.0-9, « Organisateur graphique : schéma conceptuel », aux élèves qui ont besoin d'aide additionnelle. Dites-leur d'écrire le mot *force* dans le cercle du milieu et de compléter le schéma avec des concepts présentés dans cette section.

Défis +

- Proposez aux élèves que cela intéresse d'effectuer des recherches pour savoir de quelle façon les ingénieures et ingénieurs déterminent les charges maximales prévues dans la conception des ponts. Les élèves peuvent rédiger de brefs comptes rendus et décrire de quelle façon les charges dynamiques, les charges permanentes et les surcharges sont déterminées.

Élèves en français langue seconde

FLS

- Distribuez aux élèves en FLS le DR 0.0-12, « Organisateur graphique : roue de mots », pour les aider à comprendre les mots du vocabulaire présentés dans cette section. Encouragez-les à faire des croquis pour accompagner les expressions et donner une description visuelle des termes.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- définir le concept de force et donner différents exemples de forces ;
- décrire la différence entre une force sans contact et une force appliquée ;
- distinguer la masse du poids ;
- différencier la charge permanente, la charge dynamique et la surcharge.