

5.0

Une bonne conception, des matériaux adéquats et une construction rigoureuse rendent les structures stables et solides



Des Inuits ont érigé cet inukshuk pour aider les gens à trouver leur chemin. *Inukshuk* signifie « à l'image d'une personne ».



Ce que tu vas apprendre

Dans ce chapitre, tu vas :

- décrire les facteurs qui rendent une structure stable ;
- décrire ce qu'est le centre de gravité des structures ;
- décrire ce qu'est la symétrie des structures ;
- prédire la stabilité d'une structure en fonction de son centre de gravité.

Les habiletés à utiliser

Dans ce chapitre, tu vas :

- analyser comment les structures supportent les charges ;
- concevoir, construire et tester des structures.

Pourquoi est-ce important ?

Lors de la conception d'une structure, tu dois tenir compte des propriétés des matériaux et des techniques de construction à utiliser. Ces deux facteurs ont un impact sur la solidité et la stabilité de la structure finale. Ce que tu as appris au sujet des formes et des fonctions au chapitre 4 t'aidera à choisir et à construire des structures plus efficaces.

Avant la lecture

Stratégies
Littéraires

Tableau S-Q-A

Crée un tableau à trois colonnes intitulées *Ce que je Sais*, *Les Questions que je me pose* et *Ce que j'ai Appris*. Réfléchis au titre du chapitre et remplis les deux premières colonnes. Tu rempliras la troisième colonne après avoir terminé le chapitre.

Mots clés

- des composants structuraux
- une tension
- la fatigue structurale
- une défaillance
- la symétrie
- la stabilité
- le centre de gravité
- un rappel de produit
- un prototype

5.0 Mise en contexte



Figure 5.1 Ta classe compte de nombreuses structures qui sont constituées de divers matériaux maintenus ensemble par différents types de fixations et d'attaches.



Figure 5.2 Le pied du bureau est soudé à la barre horizontale et sa hauteur peut être ajustée à l'aide d'un boulon.

Tu peux voir plusieurs structures dans ta classe (figure 5.1). Chacune a une forme et une fonction. Si tu examines certaines de ces structures, tu remarqueras qu'elles sont constituées de divers types de matériaux.

Si tu examines chaque structure d'encore plus près, tu verras que ces matériaux sont maintenus ensemble à l'aide de différents types d'attaches et de fixations, telles que des boulons et des soudures (figure 5.2), du fil (figure 5.3) ou du fil et de la colle (figure 5.4).

Les combinaisons de matériaux et de fixations utilisées pour fabriquer des structures peuvent avoir un impact sur leur stabilité et leur solidité. La **stabilité** est la capacité d'une structure à reprendre sa position initiale après qu'une force externe lui eut été appliquée. Examine plusieurs bibliothèques. Tu peux remarquer que certaines tablettes se déforment au milieu. Ceci peut être dû aux matériaux utilisés. Une tablette qui ne se déforme pas peut être faite de matériaux plus solides ou plus épais. Elle peut également

être soutenue par un autre composant structural, par exemple, un morceau de matériau supplémentaire.

Les structures doivent être suffisamment solides pour remplir leurs fonctions et pour supporter les forces qui peuvent agir sur elles. Cela peut signifier de devoir modifier la conception, choisir d'autres matériaux ou changer les techniques de construction. Il faut du temps et des efforts pour concevoir des structures efficaces.

Dans ce chapitre, tu apprendras comment les structures sont conçues en tenant compte de la solidité, de la stabilité, de la fonction et de la forme.

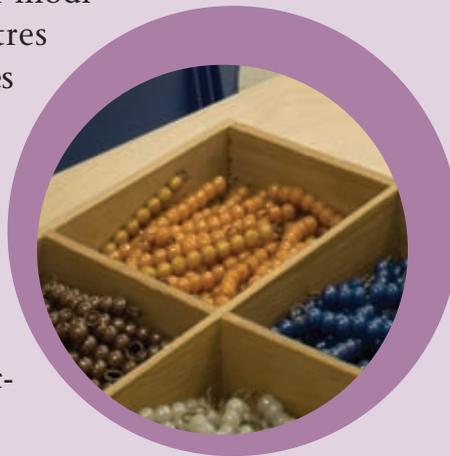


Figure 5.3 Ces perles sont enfilées sur des fils.



Figure 5.4 Les pages de ce livre sont cousues ensemble avec du fil, puis collées à la reliure.

B22 Laboratoire

La chasse aux matériaux et aux fixations

Objectif

Dresser une liste de tous les matériaux et fixations possibles en une minute.

Matériel

- un chronomètre ou une montre
- du papier et un crayon

Démarche

1. Écris *Matériaux* sur une feuille.
2. Quand ton enseignante ou ton enseignant donne le signal, commence à dresser une liste de tous les types de matériaux présents dans ta classe. Arrête au signal indiquant qu'une minute s'est écoulée.
3. Retourne ta feuille et écris *Fixations/attaches*.
4. Quand ton enseignante ou ton enseignant donnera le signal, commence à dresser une liste de tous les types de fixations et d'attaches présentes dans ta classe. Arrête au signal indiquant qu'une autre minute s'est écoulée.

Questions

5. Regarde ta liste de matériaux et ta liste de fixations. Quels sont leurs points communs?
6. Que remarques-tu au sujet des matériaux et de leur impact sur la forme ou la fonction des structures?
7. Que remarques-tu au sujet des fixations et de leur impact sur la forme ou la fonction des structures?
8. Choisis une structure présente dans ta classe. Imagine qu'elle est constituée d'un autre matériau, maintenu par un autre type de fixation. Cette structure aurait-elle la même forme et remplirait-elle la même fonction? Pourrais-tu l'utiliser de la même manière?

Résumé de ce que tu apprendras dans cette section :

- Une structure est stable si les forces sont équilibrées.
- Des forces non équilibrées peuvent engendrer de la tension et de la fatigue sur les structures.
- Des matériaux adéquats peuvent permettre de stabiliser les structures.
- De bonnes techniques de construction peuvent permettre de stabiliser les structures.



Figure 5.5 Quand des tablettes se déforment ainsi, cela signifie qu'elles subissent une tension.

La plupart d'entre nous avons déjà utilisé une chaise branlante. Chaque fois que l'on bouge un peu dessus, la chaise se balance. On peut alors glisser un morceau de papier ou de carton plié sous l'un de ses pieds. Pourquoi cela empêche-t-il la chaise de branler? Parce qu'ainsi la chaise est à nouveau en équilibre.

Tu as peut-être déjà remarqué une tablette qui se courbe en son centre (figure 5.5). La courbure indique que la structure ne supporte pas bien le poids des livres. La manière de résoudre ce problème dépend de la situation. Tu pourrais retirer des livres. Cependant, si tu n'as pas d'autre endroit où les mettre, tu devras peut-être renforcer la tablette elle-même.

Dans cette section, tu étudieras ce qui arrive quand des structures sont instables et tu exploreras des manières de les stabiliser.

B23 Point de départ

Habilités **A** **C**



Le point de basculement

Tends les bras devant toi à la hauteur de la poitrine, les paumes vers le haut, pour créer une plate-forme. Demande à une ou un camarade de placer un livre sur tes bras, près de tes mains. Ressens-tu une légère envie de baisser les bras? Demande à ta ou ton camarade d'en ajouter un autre. L'envie de baisser les bras est-elle plus forte? Combien de livres penses-

tu pouvoir supporter ainsi? À la fin, est-ce que l'ajout d'un seul livre de plus te ferait lâcher tous les autres? Que se passerait-il si ta ou ton camarade s'arrêtait après deux livres? Pendant combien de temps penses-tu pouvoir garder les bras ainsi?

La solidité structurale

Certaines structures semblent résister au passage du temps. Tu as peut-être vu le Colisée de Rome ou les pyramides d'Égypte à la télévision. Ces structures ont été construites il y a des milliers d'années et sont toujours debout. Cependant, certains édifices peuvent devoir être démolis moins d'un siècle après leur construction parce qu'ils sont devenus dangereux (figure 5.6).

Des formes structurales

Une partie de la solidité d'une structure dépend des formes utilisées lors de sa conception. Tu sais peut-être déjà que le triangle est une forme très solide faisant partie de nombreuses structures. Les carrés et les rectangles ne sont pas aussi solides que les triangles. Les prismes triangulaires tridimensionnels et les formes pyramidales sont également plus solides que les prismes rectangulaires tridimensionnels.



Figure 5.6 Certaines structures durent des milliers d'années, d'autres non.

B24 Fais le point !



La solidité du triangle

Les triangles sont plus solides que les carrés. Vérifie cela toi-même à l'aide de quelques pailles et de ruban adhésif.

Plie une paille en forme de carré (figure 5.7a), une autre en forme de rectangle b) et une troisième en forme de triangle c). Fixe les extrémités de chaque paille à l'aide de ruban adhésif.

Place chaque structure debout sur une table. Appuie doucement, dans le même plan que la forme, sur l'un des coins supérieurs de la structure. Quelle structure est la plus solide ?

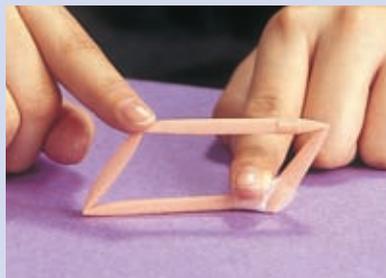
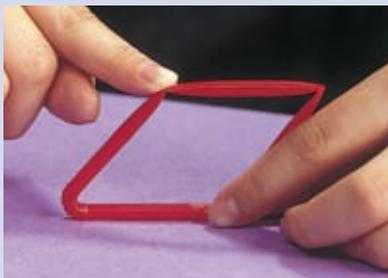
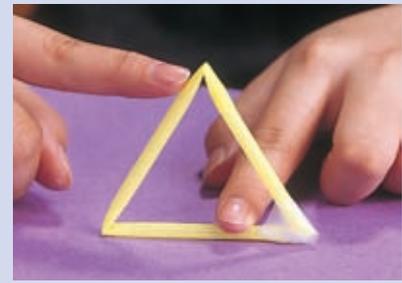
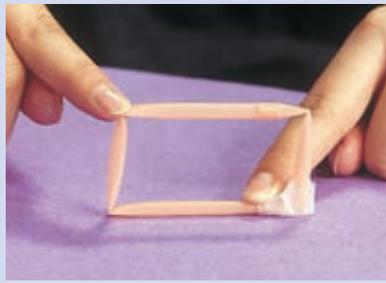
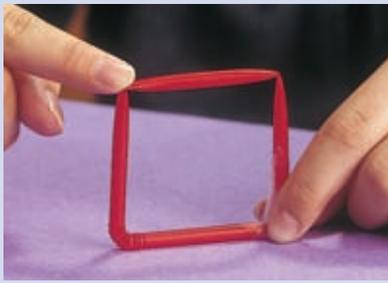


Figure 5.7 a)

b)

c)

Les composants structurels

Activité suggérée •••••

B27 Activité synthèse, page 138

Figure 5.8 Les composants structurels

Quand tu observes des édifices, essaie de remarquer les éléments qu'ont en commun des bâtisses différentes. Les arches, les poutres et les colonnes sont fréquemment utilisées dans la conception d'édifices, car elles sont des types de **composants structurels** et peuvent en augmenter la solidité. De plus, beaucoup de gens les trouvent esthétiques. La figure 5.8 présente plusieurs composants structurels.



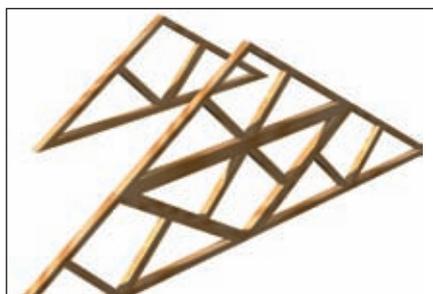
Une **poutre** est une structure plate qui doit être soutenue à chaque extrémité. Si la poutre supporte un trop grand poids, elle se courbe en forme de U et parfois même se casse en deux.



La forme particulière de la **poutre en I** lui donne sa solidité. Cette forme lui permet aussi d'être plus légère que des poutres pleines de même longueur. La poutre en I peut ainsi supporter des charges plus importantes.



La **colonne** est une structure solide qui peut facilement se maintenir debout d'elle-même. Les colonnes peuvent être utilisées pour soutenir des poutres pleines et des poutres en I.



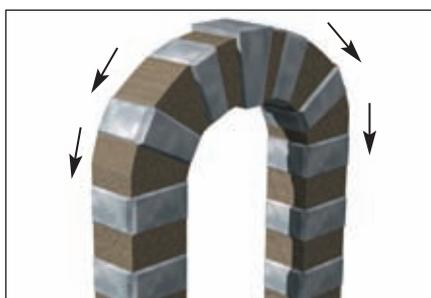
La **ferme de toit** est une structure de poutres maintenues ensemble. Les fermes de toit ont généralement la forme de triangles emboîtés.



La **poutre cantilever** est une poutre plate soutenue à une seule extrémité. Quand un poids est placé à l'autre extrémité de la poutre, celle-ci se courbe en forme de n afin de résister à la charge.



Les **poutrelles** ou **poutres à caissons** sont de longues poutres ayant la forme d'un prisme rectangulaire creux.



L'**arche** est une structure recourbée pouvant supporter un très grand poids. La force du poids appliqué sur une arche est transmise de chaque côté de l'arche jusqu'à ses supports. Ceci répartit l'impact de n'importe quelle charge.



Quand une feuille de métal ou de carton présente une série de plis ou de triangles, on l'appelle **métal ondulé** ou **carton ondulé**. Une feuille ondulée est plus solide qu'une feuille plate.



Figure 5.9 Le Temple de la renommée du hockey, à Toronto

Les composants structuraux peuvent être utilisés seuls ou en combinaison. Les fenêtres et les portes du Temple de la renommée du hockey (figure 5.9), par exemple, ont la forme d'une arche. Cette forme répartit la force de la charge de chaque côté de l'arche jusqu'à sa fondation. Les colonnes entre les fenêtres supportent les poutres qui se trouvent au-dessus. Les triangles au-dessus des poutres jouent le même rôle que des fermes de toit.

Les matériaux structuraux

Imagine deux étagères, l'une faite de papier mouchoir, l'autre de béton. Ces deux possibilités sont bizarres, mais pour des raisons différentes. L'étagère en papier mouchoir n'est pas pratique, car ce matériau est trop fragile pour supporter le poids des livres. L'étagère en béton serait solide, mais extrêmement lourde et difficile à déplacer. Il est important de choisir les matériaux adéquats lors de la conception et de la construction de structures.

Le centre de gravité

Peux-tu tenir une règle en équilibre horizontalement sur un doigt? La seule façon d'atteindre l'équilibre est de placer ton doigt exactement au milieu de la règle. Ainsi, chaque moitié de la règle est identique ou symétrique. Ce point s'appelle le **centre de gravité**. Le centre de gravité est l'endroit où le poids d'un corps est concentré. À cet endroit, le corps est à l'équilibre dans toutes les directions.

Toute structure a un centre de gravité. C'est le point où la gravité semble agir. L'emplacement du centre de gravité d'une structure permet de déterminer la stabilité de la structure. Prends l'exemple d'une chaise (figure 5.10 à la page suivante). Quand tu t'assois sur une chaise, le centre de gravité de l'ensemble chaise et personne n'est pas le même que ceux de la chaise seule et de la personne seule. C'est pourquoi certains tabourets tendent à basculer quand une personne s'assoit dessus.

Pour aller Plus loin

Le bois est un matériau de construction important. Il est renouvelable s'il est géré correctement et peut faire partie de nombreuses structures. Récemment, le bambou, un type de plante, est devenu un matériau de construction populaire. Trouve ses avantages et ses inconvénients.

Activité suggérée •••••
B26 Expérience, page 137

Figure 5.10 Les pieds de cette chaise haute sont plus écartés que ceux d'une chaise ordinaire, car son centre de gravité est plus haut. Les pieds écartés de la chaise haute améliorent sa stabilité.



La stabilité

La **stabilité** dépend des matériaux et des techniques de construction ainsi que du centre de gravité. Une table a un centre de gravité en hauteur, mais est généralement stable si elle est dotée de quatre pieds relativement éloignés les uns des autres. Plus les pieds sont rapprochés, moins la table est stable. La stabilité est également déterminée par le type de structure : une structure pleine, une structure à ossature ou une structure à coque. Une structure pleine ayant un centre de gravité en hauteur peut être moins stable qu'une table à ossature.

Certaines structures sont conçues pour ne pas être stables (par exemple, le culbuto gonflable de la figure 5.11). D'autres sont faites pour ne pas être solides : le devant des automobiles et les tonneaux en plastique remplis d'eau situés le long des rampes des autoroutes et qui absorbent beaucoup d'énergie, par exemple (figure 5.12). D'autres objets, comme des balles de foin, peuvent également absorber de l'énergie (figure 5.13).



Figure 5.11 Ce clown se penche vers l'arrière quand tu le frappes, mais revient ensuite rapidement à sa position initiale. Rassure-toi, ce clown n'a pas vraiment renversé cette personne !



Figure 5.12 Une automobile perdrait beaucoup de son énergie en frappant ces tonneaux. Elle serait ainsi bien moins endommagée que si elle frappait le pilier directement.



Figure 5.13 De nombreux circuits de course ont recours à des balles de foin pour protéger les personnes participant à la course, ainsi que le public, en cas d'accident.

Quand quelque chose cède

La tension et la fatigue structurales

Quand une structure est mal conçue ou mal construite, elle peut ne pas supporter toutes les forces qui agissent sur elle. Lorsqu'elle doit résister à des combinaisons importantes de forces internes et externes pendant une longue période, elle peut s'affaiblir. Cela peut engendrer une **tension structurale**. Au début, les signes de tension structurale peuvent disparaître quand les forces internes et externes diminuent.

Par exemple, si tu places un livre très lourd au milieu de la tablette d'une étagère, la tablette peut se courber. Cette courbure est un signe de tension. Quand le livre est retiré, l'étagère peut reprendre sa forme de départ. Cependant, si la tablette ne peut supporter la tension, elle peut fendre. Des modifications permanentes, comme la courbure d'une tablette, sont les signes d'une **fatigue structurale** (figure 5.14).

La défaillance structurale

Si tu ignores la fatigue structurale et que tu places d'autres gros livres au milieu de la tablette, celle-ci peut s'effondrer. Cela s'appelle une *défaillance structurale*. Une **défaillance structurale** se produit lorsqu'une structure cède à cause des forces internes et externes qui agissent sur elle. Cependant, dans ce cas, la défaillance ne serait pas une surprise. La structure ayant déjà manifesté une tension structurale en se courbant, puis une fatigue structurale en se fendant et finalement une défaillance structurale en s'effondrant.



Figure 5.14 Cette vieille maison montre des signes de fatigue structurale. Cependant, il faudra encore quelques tempêtes pour qu'elle défaille entièrement.

L'IMPORTANCE DES MOTS

Le mot *fatigue* signifie « épuisement ». Les gens et les structures peuvent se fatiguer ou s'épuiser.

Pour aller Plus loin

Les entreprises de démolition utilisent diverses méthodes pour démolir des structures. Les bouteurs servent à la démolition des petits édifices. Les plus gros sont détruits à l'aide d'explosifs qui provoquent leur effondrement. Fais des recherches sur ces entreprises, leur matériel, leurs procédés ainsi que leurs fiches de sécurité.

B25 Pendant la lecture



Faire une déduction

Parfois, la réponse à une question ne figure pas dans le texte. Les lectrices et les lecteurs doivent alors tirer des conclusions à partir de ce qu'ils savent déjà et des nouveaux renseignements ou indices que leur donne le texte afin de répondre à la question. Cela s'appelle déduire ou faire une déduction.

As-tu déjà entendu l'expression « C'est la goutte qui a fait déborder le vase ! » ? Comment une si petite goutte peut-elle faire déborder un vase ? Réfléchis à cela et fais le lien avec l'activité où des livres sont posés sur tes bras tendus. Fais part de tes déductions à une ou un camarade.

Les rappels de produits

Malgré toute l'attention apportée à la fabrication de nouvelles structures, des défauts sont parfois découverts après la vente du produit au public. Quand les défauts sont graves, les responsables de la fabrication font un **rappel de produit**. Ils contactent les médias et ceux-ci le diffusent. Ils peuvent également utiliser leurs propres moyens publicitaires pour alerter le public. Les personnes qui ont acheté le produit en question peuvent alors le rapporter au magasin et obtenir un remboursement, l'échanger contre un autre modèle ou faire réparer la structure touchée.

Parfois, le problème est lié aux matériaux employés. Certains jouets d'enfants, par exemple, ont été rappelés parce que la peinture utilisée présentait une forte teneur en plomb (figure 5.15). Le plomb peut provoquer des lésions cérébrales.

D'autres fois, les parties d'une plus grande structure peuvent se détacher trop facilement. C'est également une préoccupation dans le cas des jouets, car les enfants peuvent avaler les petits morceaux et s'étouffer.



Figure 5.15 Puisque les enfants mâchonnent souvent leurs jouets, la peinture ne doit pas contenir de plomb.

Des sièges d'auto pour enfants ont été rappelés à cause de harnais défectueux. Une grande entreprise de jeux vidéo a changé les attaches de sécurité de ses manettes populaires, car les attaches d'origine se cassaient lors de l'utilisation normale du produit. Des milliers de propriétaires d'ordinateurs portables ont également obtenu de nouvelles piles quand celles de certains ordinateurs ont surchauffé et pris feu.

Les rappels d'automobiles

Les voitures font souvent l'objet de rappels. Dans ce cas, les propriétaires retournent leur automobile chez le concessionnaire pour que les réparations nécessaires y soient effectuées gratuitement.

Il y a plusieurs années, un modèle de voitures a été rappelé à cause d'une mauvaise conception : son réservoir à essence était placé trop près de l'arrière de l'auto. Quand elles étaient frappées par l'arrière, elles prenaient souvent feu. Ce défaut de conception a coûté la vie à plusieurs personnes. Le fabricant a alors dû remplacer les véhicules défectueux et payer des dommages aux blessés et aux familles des victimes décédées. Dans ces cas, les avis de rappel sont une très mauvaise publicité pour l'entreprise. Comme tu peux le constater, il vaut mieux réussir une bonne conception dès le début que de devoir payer les frais d'une mauvaise conception.

La stabilité



Figure 5.16 Les bougies présentent de nombreuses formes. Certaines sont plus stables que d'autres.

Quand tu testes l'équilibre d'un objet tel qu'une règle, il est facile de trouver son centre de gravité. Pourtant, le centre de gravité n'est généralement pas si évident. Il n'est pas toujours facile de déterminer le centre de gravité d'un objet. En règle générale, cependant, plus le centre de gravité d'un objet est bas, plus l'objet est stable.

Certaines des bougies de la figure 5.16 ont une base étroite et un centre de gravité en hauteur. Il est donc plus probable qu'elles se renversent que les bougies plus larges et moins hautes.

Objectif

Chercher le centre de gravité de diverses structures.

ATTENTION : Manipule les objets pointus, par exemple les ciseaux, avec précaution.

Matériel

- un crayon et une feuille pour noter tes résultats
- une règle
- des ciseaux
- du papier de construction
- du ruban adhésif

Démarche

1. Enroule une feuille de papier pour obtenir un cône à base large et colle-le à l'aide de ruban adhésif.
2. Enroule une autre feuille de papier pour obtenir un cône plus étroit de la même hauteur et colle-le à l'aide de ruban adhésif.
3. Enroule une troisième feuille de papier pour obtenir un cône encore plus étroit, également de la même hauteur, et colle-le à l'aide de ruban adhésif.
4. Coupe la base de chaque cône pour qu'il puisse être posé sur la table, la pointe vers le haut.
5. Vérifie quel cône est le plus stable en essayant de les renverser.
6. Note tes résultats.
7. Fabrique trois cylindres de largeurs différentes, mais de même hauteur que tes cônes. Répète les étapes 5 et 6.

Questions

8. Quel cône a été le plus difficile à renverser? Pourquoi? Compare tes résultats à ceux des élèves de ta classe.
9. Quel cylindre a été le plus difficile à renverser? Pourquoi? Compare tes résultats à ceux des élèves de ta classe.
10. Quelle forme a été la plus difficile à renverser? Les cônes ou les cylindres? Pourquoi?
11. Que peux-tu conclure quant à l'emplacement du centre de gravité de chaque cône et de chaque cylindre?
12. Comment peux-tu utiliser cette information pour construire des structures plus stables?

- Concevoir un test valable
- Consigner par écrit et organiser des données

Les composants et les matériaux structuraux

Lors de la conception et de la fabrication d'une structure, tu dois posséder des connaissances au sujet des composants et des matériaux structuraux. Dans cette expérience, tu vas utiliser des composants et des matériaux pour étudier leurs propriétés.

Questions

1. Quelles sont les propriétés de certains composants structuraux ?
2. Quel est l'effet de l'utilisation de différents matériaux pour construire des composants structuraux ?

Matériel

- divers types de papier
- du ruban adhésif
- des ciseaux
- un rouleau de pièces de monnaie

ATTENTION : Manipule les objets pointus, par exemple les ciseaux, avec précaution.

Démarche

Première partie : Les composants

1. Observe certains des composants structuraux de la figure 5.8, page 132. Choisis-en trois que tu vas construire à l'aide de papier et de ruban adhésif.
2. Construis tes composants en utilisant aussi peu de ruban adhésif que possible dans chaque cas.
3. Détermine la solidité de chaque composant en y déposant des pièces de monnaie.
4. Note tes résultats dans un tableau semblable au tableau 5.1

Tableau 5.1 Résultats du test des composants

Nom du composant	Croquis	Résultats

Deuxième partie : Les matériaux

5. Choisis l'un des composants que tu as testés.
6. Construis le composant trois fois à l'aide d'un type de papier différent chaque fois. Essaie d'utiliser la même quantité de ruban adhésif et de papier pour chacun.
7. Détermine la solidité de chaque échantillon en y déposant des pièces de monnaie.
8. Note les résultats dans ton tableau.

Analyse et interprétation

9. Qu'as-tu découvert au sujet des composants de la première partie ? Compare tes résultats à ceux d'un autre groupe.
10. Qu'as-tu découvert au sujet des matériaux de la deuxième partie ? Compare tes résultats à ceux d'un autre groupe.
11. Quel composant a le mieux résisté aux forces ?
12. Quel matériau a le mieux résisté aux forces ?

Développement des habiletés

13. Certaines parties de ce test pourraient-elles être effectuées de manière plus valable ? Explique comment.

Pour conclure

14. Nomme certaines des propriétés des composants structuraux testés. Où ces composants pourraient-ils être utiles ?
15. Nomme certaines des propriétés des matériaux structuraux testés. Où ces matériaux pourraient-ils être utiles ?

Réviser les concepts clés

- Définis, dans tes propres mots, les notions de *solidité structurale* et de *stabilité*.
- Décris brièvement comment chacun des éléments suivants contribue à la solidité structurale.
 - les formes structurales
 - les composants structuraux
 - les matériaux structuraux
- Décris chacune des situations suivantes à l'aide des mots *tension structurale*, *fatigue* ou *défaillance*.
 - une bosse dans un gobelet en plastique
 - un gobelet en plastique fondu
 - un trou dans un gobelet en plastique
 - une fissure dans un verre
 - un éclat sur le bord d'un verre
 - des morceaux de verre cassé par terre

Fais des liens

- Pense à une structure ancienne qui laisse voir l'un de ses composants structuraux. Compare-la à une structure moderne qui comprend les mêmes composants structuraux.
- Imagine un gobelet en carton déformé. Quels facteurs ont pu contribuer à la défaillance de cette structure ?

- Explique pourquoi une forme triangulaire est plus solide qu'une forme rectangulaire.

Utilise tes habiletés

- Réfléchis à la forme et à la fonction d'un inukshuk (introduction du chapitre 5), d'un igloo (figure 4.11) et d'un kayak (figure 5.17). Choisis l'une de ces structures et fais les exercices suivants.
 - Dessine la structure pour en montrer la forme.
 - Indique le nom de chacun de ses composants structuraux.
 - Décris les matériaux utilisés pour la construire.
 - Répète les exercices a), b) et c) pour une autre structure de ton choix.



Figure 5.17

- Construis la structure la plus haute et la plus stable possible à l'aide de matériaux de construction commerciaux, tels que des cubes emboîtables. Mesure sa hauteur. Démonte la structure. Avec les mêmes pièces, construis une structure encore plus haute. La deuxième structure est-elle aussi stable que la première ?

B28 Réflexion sur les sciences, la technologie et la société



Nouvelle-éclair

Réfléchis à un rappel de produit dont tu as récemment entendu parler dans les médias. Identifie le problème à l'origine de ce rappel. En groupe, discutez de ce rappel de produit. Utilise les termes scientifiques de ce chapitre dans ton explication.

Résumé de ce que tu apprendras dans cette section :

- Une bonne conception tient compte de la fonction de la structure.
- Une bonne conception tient compte de la solidité et de la stabilité nécessaires à la structure.
- La symétrie est souvent utilisée dans une bonne conception.
- Une conception ergonomique des objets les rend plus faciles à utiliser.



De nombreuses structures, comme les vélos et les échelles, sont construites pour être solides et robustes. Si tu les utilises correctement, elles dureront longtemps. Une utilisation correcte suppose de ne pas les surcharger. Un tricycle, par exemple, n'est pas conçu pour supporter le poids d'un adulte. Une charrette-jouet n'est pas conçue pour transporter d'aussi grosses charges qu'un camion à benne. Même des escabeaux conçus pour un usage courant peuvent être accompagnés d'avertissements quant à leur charge maximale et au danger de se tenir debout sur le dernier barreau (figure 5.18).

Les structures bien conçues sont sécuritaires, faciles et agréables à utiliser et elles sont suffisamment solides pour remplir leur fonction. Dans cette section, tu étudieras certains des éléments d'une bonne conception.

Figure 5.18 Il est dangereux de se tenir debout sur le dernier barreau d'un escabeau.

B29 Point de départ

 Habiletés **A** **C**

Des vélos différents

Travaille avec une ou un camarade pour trouver les différences structurales des deux vélos de la figure 5.19. Suggère des raisons qui expliquent les différences de conception et de construction de ces deux structures. Faites part de vos résultats à deux autres élèves.

Figure 5.19 Ces deux structures ont la même fonction, mais ont été construites pour supporter des forces différentes.



Les éléments d'une bonne conception

Toutes les structures sont conçues et construites pour remplir des fonctions précises. Comment peux-tu savoir si la conception de ta structure est bonne? Pour le découvrir, pose-toi les questions suivantes au fil de la conception et de la construction de ta structure.

Ma conception fait-elle le lien entre la structure et sa fonction?

Parfois, il n'est pas aussi facile de répondre à cette question qu'il ne le semble. Concevoir une structure simple pour remplir une fonction simple est assez facile. Une table basse, par exemple, est une petite structure conçue pour supporter de petites charges et pour décorer la maison. Concevoir une structure pour remplir une fonction plus complexe, telle qu'une machine à cueillir des pêches sans les abîmer, est bien plus compliqué.

Ma structure peut-elle supporter les forces qui agiront sur elle?

Les personnes habiles en conception tiennent compte à la fois des charges statiques et dynamiques qui peuvent agir sur la structure. Des structures de forme semblable peuvent remplir des fonctions différentes. Une table basse en bois peut supporter les forces présentes dans une maison où vit un petit enfant. Une table basse en verre peut ne pas résister dans ces mêmes conditions.

Ma structure est-elle facile à construire à l'aide des matériaux que je veux utiliser?

Si tu devais construire une table basse en bois, une autre en verre et une troisième en métal, est-ce que cela modifierait tes plans? Bien sûr. Certains matériaux sont plus faciles à couper et à assembler que d'autres. Certains sont souples, d'autres non.

Ma structure est-elle ergonomique?

L'**ergonomie** désigne la science de concevoir des équipements qu'une personne peut utiliser de façon efficace et sécuritaire. Une structure ergonomique minimise la tension exercée sur le corps de la personne qui l'utilise. La conception et la disposition d'un mobilier et de fournitures de bureau supposent souvent la prise en compte d'éléments ergonomiques. Les gens qui font des tâches répétitives peuvent souffrir de microtraumatismes répétés s'ils n'utilisent pas le matériel et les techniques appropriés pour réduire la tension exercée sur leur corps (figure 5.20).

Activité suggérée •••••
B33 Problème à résoudre, page 145

Pour aller Plus loin

Après la conception d'une nouvelle structure, la personne qui l'a conçue ou inventée demande un brevet. Le brevet est un document légal qui déclare que cette idée appartient à cette personne et que cette personne peut la vendre. Fais des recherches sur les brevets.

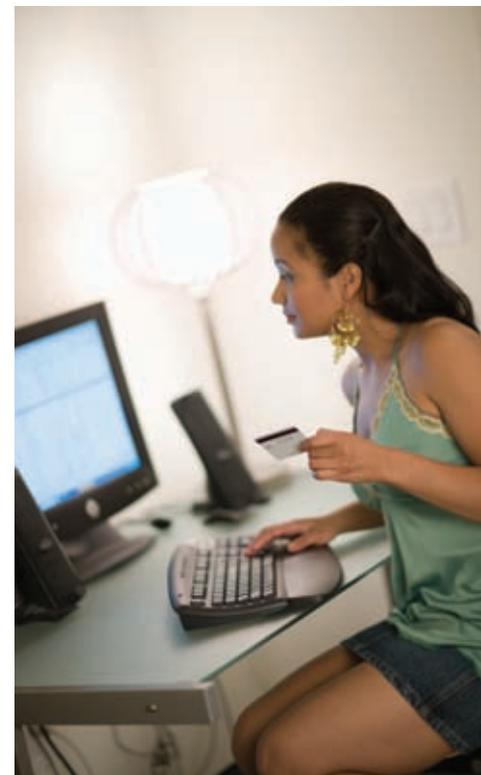


Figure 5.20 Ce clavier est doté d'un support ergonomique pour les poignets. Ce support réduit les microtraumatismes répétés.



Figure 5.21 Ce garçon contrôle son ordinateur en bougeant la tête d'un côté à l'autre.

L'ergonomie peut être considérée comme la science des relations entre les personnes et les structures. Une structure ergonomique est facile à utiliser. Elle peut s'ajuster à des corps de tailles différentes. Elle peut également soutenir le corps lors de son utilisation. Certaines chaises, par exemple, fournissent un support supplémentaire pour le dos afin d'éviter des maux de dos aux personnes qui restent assises longtemps.

Les ergonomes conçoivent également des structures spéciales pour les personnes souffrant de handicaps. Une personne qui a un bras cassé, par exemple, peut utiliser une fourchette pourvue d'un bord tranchant. Les fauteuils roulants sont souvent conçus sur mesure pour les personnes qui s'en servent, afin qu'elles soient assises confortablement et qu'elles puissent facilement utiliser les commandes. Entre autres, diverses commandes sont conçues pour être actionnées avec les doigts, les orteils, le mouvement de l'œil ou même le souffle (figure 5.21).



Figure 5.22 Ce qui plaît à une personne peut ne pas plaire à une autre.

Ma structure est-elle esthétique ?

Si tu pouvais choisir n'importe quelle table basse pour ta maison, laquelle choisirais-tu ? Tu aimes peut-être l'une des tables de la figure 5.22, ou peut-être qu'aucune ne te plaît. Toutes les tables basses ont la même fonction, alors pourquoi en existe-t-il autant de formes ? La principale raison est que tous les goûts sont dans la nature. Certaines personnes sont surtout attirées par les formes symétriques. La **symétrie** s'obtient lorsqu'une structure présente deux moitiés égales. D'autres aiment les choses originales. Certaines personnes préfèrent un matériau particulier à cause de sa texture ou de sa couleur. Quelle que soit la structure, elle peut ne pas plaire à tout le monde, car les goûts en matière d'esthétique sont très personnels.

B30 Pendant la lecture

Stratégies Littéraires

Déduire

Les lectrices et les lecteurs peuvent faire des déductions en se basant sur des renseignements écrits ou visuels. En utilisant leurs connaissances et leur expérience, ces personnes peuvent tirer des conclusions quant à ce qui se passe, la raison pour laquelle cela

se passe ainsi, ce qui s'est passé avant ou ce qui va se passer ensuite. Utilise tes habiletés de déduction pour suggérer une raison pour laquelle une personne achèterait l'une ou l'autre des tables basses de la figure 5.22.

Ma structure devrait-elle être symétrique ?

Tu as peut-être remarqué que de nombreuses structures semblent présenter deux moitiés égales. Cela signifie qu'elles ont été conçues de façon symétrique. Il y a plusieurs raisons à cela. Les êtres humains ont tendance à aimer les choses ayant l'air symétriques. Ils trouvent cela esthétique. De plus, les choses symétriques sont généralement stables. Pense à une chaise branlante. Son déséquilibre est dû au fait que l'un de ses pieds est plus court que les autres. Les structures symétriques permettent de répartir la charge de manière plus égale. Les êtres humains et les animaux ont également une forme symétrique (figure 5.23).

Les prototypes

Une fois que tu seras satisfait des réponses à toutes ces questions, la conception de ta structure pourra être bonne. Cependant, cela ne signifie pas qu'il s'agira de la meilleure conception possible. Quelque chose qui semble correct par écrit peut ne pas être aussi pratique lorsqu'on l'utilise. Il y a des choses que tu découvrirais uniquement en testant ta structure. C'est pourquoi les spécialistes fabriquent souvent des prototypes d'une structure avant d'en adopter le plan.

Un **prototype** est un modèle utilisé pour tester et évaluer une structure. Si tu conçois quelque chose de très grand, teste des prototypes aussi petits que possible avant de construire la version finale à l'échelle réelle. Tu dois également tester des prototypes si tu conçois quelque chose que tu veux produire en grande quantité. Il serait malheureux de fabriquer un million de nouveaux crayons et de se rendre compte qu'ils ne sont pas confortables à tenir !



Figure 5.23 L'axe de symétrie divise la structure en deux moitiés égales.

L'IMPORTANCE DES MOTS

Proto, dans le mot *prototype*, signifie « premier, original ou initial ». Donc, un prototype est la première version d'une chose.

B31 Fais le point !



La conception et la fonction

Au chapitre précédent, tu as étudié les structures pleines, à ossature et à coque. Cela t'a permis de réfléchir aux structures en fonction de la manière dont elles sont conçues et construites. Tu as également analysé l'emballage d'une structure. Il s'agissait alors d'une manière de réfléchir aux structures en

te basant sur leur fonction. Selon toi, comment la conception et la fonction s'influencent-elles ? Note quelques idées et fais-en part à une ou un camarade. Continue ensuite la conversation avec une deuxième équipe.

Supporter une charge



Figure 5.24 Les élèves utilisent différents types de structures pour transporter leurs livres.

Chaque jour, tu utilises ton corps comme une structure pour supporter une charge quand tu portes quelque chose. De nombreux élèves utilisent des sacs à dos et d'autres types de sacs pour transporter leur matériel scolaire (figure 5.24).

Objectif

Explorer les manières de porter une charge.

Matériel

- un sac à dos avec des bretelles ajustables
- un sac d'école (autre qu'un sac à dos)
- un sac à provisions jetable
- une charge normale de livres et de fournitures scolaires

Démarche

1. Place les livres et les fournitures scolaires dans le sac à dos.
2. Porte le sac à dos sur une seule épaule et note tes observations sur les forces internes que ton corps ressent.
3. Porte le sac à dos sur les deux épaules et note tes observations.
4. Ajuste les bretelles graduellement pour essayer de minimiser la tension exercée sur ton corps. Note tes observations.
5. Répète la démarche avec l'autre sac et le sac à provisions.

Questions

6. Quelle est la meilleure manière, pour toi, de porter la charge de tes livres et de tes fournitures scolaires? Compare tes choix à ceux de tes camarades.
7. Quel est le lien entre la meilleure position et le centre de gravité de ton corps quand tu porteras le sac?
8. Quand il est question de porter une charge, quelles sont les caractéristiques importantes des divers sacs?
9. Si tu devais concevoir le sac idéal pour tes activités, quelles seraient ses caractéristiques?

B33 Activité de résolution de problème

HABILITÉS À UTILISER

- Identifier des solutions
- Mettre un plan en pratique

Boîte à outils 3

Une bibliothèque en papier journal

Reconnaître un besoin

Tu dois concevoir et construire une bibliothèque uniquement à l'aide de papier journal et de ruban adhésif.

Problème

Une bibliothèque construite avec du papier journal et du ruban adhésif peut-elle supporter un manuel scolaire ?

ATTENTION : Manipule les objets pointus, comme les ciseaux, avec précaution.

Matériel

- des journaux
- du ruban adhésif
- un manuel scolaire
- des ciseaux
- une règle
- un chronomètre ou une montre

Critères de réussite

- La bibliothèque doit tenir debout toute seule.
- La bibliothèque doit être construite uniquement à l'aide de papier journal et de ruban adhésif.
- La bibliothèque doit supporter au moins un manuel scolaire pendant une minute.
- La meilleure bibliothèque doit respecter les trois critères et être construite avec le moins de matériel possible.

Remue-ménages

1. Quelle forme la bibliothèque devrait-elle avoir ?
2. Quelle devrait être la taille de la bibliothèque ?
3. Quels composants structuraux devraient être intégrés à sa conception ?

Construis un prototype

4. Dessine plusieurs plans de ta bibliothèque. En groupe, discutez des avantages et des inconvénients de chaque conception.
5. Décide de la conception que tu préfères et fais part de ton choix à ton enseignante ou ton enseignant.
6. Réunis les matériaux dont tu as besoin et construis ta bibliothèque.

Teste et évalue

7. Place le livre sur ta bibliothèque et démarre le chronomètre. Vérifie si ta bibliothèque respecte le critère de résistance. Fais les ajustements nécessaires pour que ta structure respecte tous les critères.
8. Quand ta structure respecte tous les critères, détermine les améliorations possibles. Pourrais-tu utiliser moins de matériaux ? Pourrais-tu la rendre plus solide ? Pourrais-tu la rendre plus esthétique ?
9. Modifie ton plan et construis un autre modèle.

Communiquer les résultats

10. Sur un grand carton, crée un schéma de ta bibliothèque terminée. Surligne les composants structuraux et précise les matériaux utilisés qui permettent à ta structure d'être efficace.

Réviser les concepts clés

1. Pourquoi une bonne conception doit-elle tenir compte de la fonction de la structure ?
2. Qu'est-ce que la symétrie et comment peut-elle influencer la conception des structures ?
3. Quelles peuvent être les conséquences si l'on ignore les exigences d'une structure en matière de solidité et de stabilité ?
4. Énumère les éléments de conception de ta table de travail et décris comment la personne qui l'a conçue peut avoir tenu compte de chacun d'entre eux.

Fais des liens

5. Réfléchis aux structures que tu utilises tous les jours. Selon toi, quelle structure répond aux critères d'une bonne conception ? Quelle structure est un exemple de mauvaise conception ? De quel(s) aspect(s) conceptuel(s) la personne qui a conçu cette structure aurait-elle dû davantage tenir compte ?

6. La construction d'un prototype est généralement coûteuse, car chaque composant doit être fabriqué sur mesure. Pourquoi les fabricants investissent-ils dans le développement d'un prototype ?

Utilise tes habiletés

7. Dans cette section, tu as construit une bibliothèque en papier journal pouvant supporter le poids d'un manuel. Reconstitue ta bibliothèque en utilisant différents modèles, composants ou matériaux afin d'améliorer sa forme et sa fonction.
8. Si tu pouvais choisir de construire n'importe quel type de bibliothèque, lequel choisirais-tu ?

Résume les caractéristiques conceptuelles qui te semblent les plus importantes.

B34 Réflexion sur les sciences, la technologie et la société



Une population vieillissante

À mesure que les personnes vieillissent, elles recherchent des structures qui sont plus faciles à utiliser. Les personnes qui souffrent d'arthrite aux mains peuvent trouver plus facile d'utiliser des ustensiles de cuisine dotés de manches plus gros et ergonomiques.

Ce que tu dois faire

1. Rassemble plusieurs exemples d'un type d'ustensile de cuisine.
2. Fais semblant de cuisiner avec chacun de ces ustensiles. En une phrase, dis si chacun est facile à utiliser.

Réfléchis

3. Fais part de tes découvertes à une ou un camarade ou à toute la classe.
4. Quelles tendances remarques-tu dans vos découvertes ?
5. Comment reconnaît-on qu'un ustensile est bien conçu ? Ces ustensiles fonctionnent-ils mieux que les ustensiles mal conçus ?
6. Quel est le rôle de l'esthétique dans la conception des ustensiles de cuisine ?

Beth Anne Currie, consultante en environnement et en santé des enfants



Figure 5.25 Beth Anne Currie, consultante en environnement et en santé des enfants.

Beth Anne Currie travaille pour le Partenariat canadien pour la santé des enfants et l'environnement (figure 5.25). Cette consultante en environnement et en santé des enfants veut trouver des moyens pour protéger les enfants des expositions aux polluants environnementaux. Sa spécialité est de concevoir et de commercialiser des toits verts (ou végétalisés) et des murs vivants. Pour les gens qui habitent en ville, ces structures peuvent améliorer leurs conditions de vie d'un point de vue environnemental.

Madame Currie a commencé sa carrière en tant qu'infirmière en salle d'urgence. Cette activité semble très différente de ce qu'elle fait maintenant. Pourtant, il existe un lien vital entre les deux. Madame Currie aide les gens, encore et toujours. Après avoir soigné des gens malades qui avaient été en contact avec de l'eau contaminée, elle a décidé de retourner à l'université pour étudier l'environnement.

La conception de toits verts

Les toits végétalisés (ou toits verts) sont constitués de divers matériaux et doivent être plus solides que les toits traditionnels. Ils peuvent réduire le volume d'écoulement des eaux lors d'un orage, améliorer la qualité de l'air et réduire la température à la surface du toit. Cela aide à maintenir la fraîcheur dans l'édifice.

Madame Currie conçoit ces toits, d'autres personnes les construisent et les entretiennent. Les personnes qui vendent ces toits ainsi que les horticultrices et les horticulteurs qui y travaillent doivent en comprendre la construction. Des programmeurs informatiques règlent le système d'irrigation en utilisant des capteurs et des logiciels spécialisés.

Madame Currie recommande aux personnes intéressées par ce type de travail d'étudier en soins de santé ou en environnement. Avoir de l'intérêt pour l'écologie est essentiel. Quand on lui demande ce qui la motive, elle répond : « Lorsqu'on s'engage à contribuer à la protection de l'environnement, il y a généralement tant de choses qui vont à l'encontre de nos efforts qu'il est facile d'avoir la motivation pour chercher des façons d'aider, chercher à qui écrire une lettre ou une demande de financement afin de soutenir cette bonne cause. »

Questions

1. Comment le fait de connaître les structures peut-il aider à concevoir des toits verts ?
2. Pourquoi une personne qui s'intéresse à ce travail devrait-elle avoir de l'intérêt pour l'écologie ?
3. Si tu veux un jour construire un toit vert, de quelles autres informations auras-tu besoin pour prendre ta décision ?

Révise les concepts clés

1. Décris plusieurs facteurs qui contribuent à la stabilité d'une structure. **CC**
2. Quel est le rôle de la symétrie dans la conception des structures? **CC**
3. a) Explique pourquoi il est important de connaître le centre de gravité des structures pour les personnes qui les conçoivent. **CC**
b) Quel est l'impact du changement de l'emplacement du centre de gravité d'une structure? **CC**
4. Nomme trois composants structuraux et explique comment ils contribuent à la solidité et à la stabilité d'une structure. **m**
5. Explique comment chacun des éléments suivants influe sur la solidité et la stabilité d'un vélo. **m**
 - a) le choix des matériaux
 - b) les formes structurales
 - c) les composants structuraux

Après
la lectureStratégies
Littéraire

Révision du tableau

S-Q-A

Au début de ce chapitre, tu as créé un tableau S-Q-A. Maintenant que tu as terminé ce chapitre, prends quelques minutes pour ajouter des renseignements dans la colonne *Ce que j'ai Appris*. Tu as probablement d'autres questions. Ajoute au moins trois choses au sujet desquelles tu aimerais en savoir davantage. Planifie comment tu pourrais en savoir plus sur ces sujets.

Fais des liens

6. Lorsqu'une personne conçoit une structure, pourquoi pourrait-elle choisir un matériau n'étant pas le plus solide disponible? **h**
7. Décris une structure de ta maison qui comprend plusieurs composants structuraux. Fais un dessin et nomme ces composants. **m**
8. De nombreuses structures, par exemple des vêtements, des meubles et des automobiles, changent selon la mode. Pourquoi, selon toi? **m**
9. La plupart des personnes qui consomment ne conçoivent pas, ne construisent pas et ne testent pas ce qu'elles possèdent. Certaines personnes se procurent des meubles prêts à assembler, d'autres achètent des meubles déjà assemblés. Quels sont les avantages et les inconvénients de ces deux types de mobiliers? **h**

10. Décris une structure locale qui est un exemple d'utilisation efficace des éléments structuraux. Explique pourquoi tu penses que les composants sont bien utilisés. **m**
11. À l'aide des éléments d'une bonne conception, décris la structure qui, selon toi, est la mieux conçue de ta classe et de ton école. **m**

Utilise tes habiletés

12. À l'aide de pailles et de ruban adhésif, construis une structure qui tienne debout toute seule et qui montre l'action d'au moins deux composants structuraux. **h**
13. Estime la charge maximale pour laquelle ta table de travail a été conçue. Comment pourrais-tu la tester? **m**

Lien avec le projet du module

En réfléchissant à ce que tu aimerais concevoir pour améliorer l'efficacité énergétique de ta maison, pense au rôle de la stabilité de ta structure. Révise les éléments d'une bonne conception pour chacune de tes idées. Peux-tu utiliser les idées d'autres conceptrices ou concepteurs pour t'aider à prendre tes décisions?

B35 Réflexion sur les sciences, la technologie et la société



Les ventes d'automobiles

Quand les gens décident d'acheter une voiture, ils doivent faire des choix.

Ce que tu dois faire

1. Nomme trois modèles d'automobiles que tu connais.
2. Trouve des renseignements sur la consommation de carburant de ces automobiles.
3. Prépare un tableau qui compare le coût, l'efficacité énergétique et la sécurité de ces trois automobiles.
4. Qu'est-ce qui peut inciter une personne à acheter une automobile?
5. Comment chacun des facteurs de ton tableau peut-il influencer la décision de l'acheteuse ou de l'acheteur?
6. Fais un lien entre le niveau de sécurité de l'automobile et les termes *tension structurale* et *défaillance structurale*.
7. Y a-t-il déjà eu un rappel de produit pour les automobiles que tu as étudiées?
8. Si tu devais concevoir une nouvelle et meilleure voiture, propose un changement pour augmenter la sécurité et un autre pour améliorer l'esthétique.