

## 11.2

# La construction de structures solides : les poutres

### ATTENTES

- Démontrer sa compréhension du rapport entre la forme d'une structure et les forces externes et internes qui y agissent.
- Explorer, à partir d'expériences et de recherches, les forces qui agissent sur diverses structures ainsi que le rapport entre leur conception et leurs fonctions.

### CONTENUS D'APPRENTISSAGE

#### Compréhension des concepts

- Identifier les facteurs qui déterminent quels matériaux conviennent à la fabrication d'un produit, ou à la construction d'une structure.

#### Acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication

- Utiliser les termes justes, incluant le mot *poutre*, pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

### CONTEXTE SCIENTIFIQUE

#### Les caisses en carton ondulé

- L'utilisation de carton ondulé permet de fabriquer des caisses capables de supporter des charges lourdes ou fragiles sans se déformer. L'ondulation procure une résistance basée sur le même principe qu'une arche. Les plis du carton ont le même effet qu'une série d'arches : ils répartissent les forces de compression appliquées sur le matériau.
- Il existe différents types d'ondulations. Dans sa forme la plus simple, un papier cannelé est collé entre deux couches de papier épais qu'on appelle carton doublure. Quand elles doivent supporter des charges plus lourdes,

les caisses ont parfois des parois doubles ou triples.

#### Le pont cantilever

- Un pont cantilever permet de franchir un grand espace avec un minimum de structures de soutien. Ce type de pont peut comporter un pilier principal à chaque extrémité, et des poutres en porte-à-faux qui s'étendent jusqu'au milieu du pont. Ces poutres peuvent supporter une portion centrale de pont suspendu.
- Le plus grand pont cantilever au monde est le pont de Québec, qui mesure 549 m.

### Durée

45–60 min

### À voir

Une structure stable garde sa forme et sa position très longtemps.

Les poutres simples, les poutres à treillis, les arches et les dômes sont utilisés pour aider les structures à supporter des charges.

### Vocabulaire

- poutre
- poutre en I
- ondulation
- cantilever

### Ressources pédagogiques

DR 11.2-1 : Sciences en action : Supporter un cantilever

Grille d'évaluation 1 : Connaissance et compréhension

Grille d'évaluation 2 :

Habiletés de la pensée

BO 7 : Techniques d'étude en sciences et technologie

Site Web de sciences et technologie, 7<sup>e</sup> année : [www.duvaleducation.com/sciences](http://www.duvaleducation.com/sciences)

### IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves pensent parfois que la présence de plis constitue un défaut qui diminue la capacité du matériau à supporter une charge.
- *Clarification* Quand on utilise un matériau plat pour supporter une charge, le matériau peut se courber et se briser sous l'effet des forces appliquées, même s'il s'agit d'une charge peu considérable. Les matériaux ondulés comprennent une série de plis de même taille et également espacés. Cette caractéristique permet de répartir les forces sur une plus grande surface, ce qui augmente la capacité du matériau à supporter une charge.
- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Comment se fait-il que des plis puissent augmenter la capacité d'un matériau à supporter des charges?* (Les plis du carton ondulé répartissent mieux les forces sur la surface.)

### NOTES PÉDAGOGIQUES

#### 1 Stimuler la participation

##### • Démonstration magistrale : Les avantages de l'ondulation

- Découpez un morceau de carton d'environ 8 cm × 8 cm dans une grosse caisse de carton non ondulé. (Plusieurs types de caisses sont disponibles dans les supermarchés, ou les commerces de transport ou de matériel d'emballage.) Découpez un morceau de même taille dans une caisse de carton ondulé.

### Ressources complémentaires

COLLECTIF. *Croquis d'architectes*, Paris, Place des victoires, 2008.

Site Web de sciences et technologie, 7<sup>e</sup> année : [www.duvaleducation.com/sciences](http://www.duvaleducation.com/sciences)

### À la maison

Encouragez les élèves à examiner l'architecture de leur maison et à tenter de situer les endroits où on a utilisé des poutres en I, des barres d'armature et possiblement des cantilevers. Allouez du temps en classe pour que les élèves fassent part de leurs observations.

### Activité de fin d'unité

Rappelez aux élèves de réfléchir aux méthodes qui conviendraient dans leur conception d'une structure pour terrain de jeux. Incitez-les à discuter de quelle façon ils pourraient utiliser les structures de soutien mentionnées dans cette section. Attirez leur attention sur les attaches, contrevents et goussets illustrés à la figure 6 du manuel.

- Dites aux élèves de vous observer ; tenez le carton non ondulé par un bout et essayez de supporter différents objets non fragiles avec ce carton, jusqu'à ce qu'il ne puisse plus supporter la charge.
- Tenez ensuite le morceau de carton ondulé de la même façon et placez-y les mêmes objets utilisés avec le carton non ondulé. Les élèves vont constater que le carton ondulé peut supporter plus de poids.
- Dites aux élèves d'examiner les structures de soutien présentes dans la classe. Faites-leur remarquer qu'il n'y a aucune structure (colonne) qui soutient la partie centrale de la classe. Incitez-les à se demander pour quelle raison cette conception a été choisie.

## 2 Explorer et expliquer

- Demandez aux élèves de prédire ce dont il sera question dans cette section. Vous trouverez plus de détails sur cette stratégie dans la rubrique **Vers la littératie** du manuel et à la page 58 de ce guide.
- Dites aux élèves d'observer l'illustration de la porte à la figure 1 du manuel.
  - Demandez-leur : *Comment une force vers le bas appliquée sur le haut de la porte pourrait-elle affecter la poutre supérieure et les montants de la porte?* (La force serait distribuée sur la poutre supérieure et transférée aux montants verticaux.)
- Si votre horaire et vos ressources le permettent, organisez une sortie en groupe pour visiter un chantier de construction (maison ou autre édifice) près de votre école. Il serait préférable que la structure soit déjà en place et que les murs ne soient pas cloisonnés, afin que les élèves puissent voir de quelle façon la bâtisse est supportée. Demandez aux élèves d'identifier les différentes structures de soutien utilisées dans cette construction.
- Apportez en classe différents échantillons de bois, incluant du pin et du balsa, et d'autres échantillons de matériaux utilisés dans la construction : dalle de jardin, bloc de béton, brique, section de tuyau en acier, etc.
  - Dites aux élèves de lire le paragraphe intitulé « Le renforcement d'une structure avec poutre ». Indiquez-leur que le choix d'un matériau plus résistant fait partie des moyens utilisés pour accroître la résistance d'une poutre. Cependant, un matériau plus résistant peut aussi avoir des caractéristiques indésirables, comme un poids plus élevé.
  - Laissez les élèves manipuler les échantillons que vous avez apportés. Discutez des avantages et désavantages d'utiliser ces matériaux comme poutres.
- Quand les élèves ont lu la section « Les poutres en I », dites-leur que ces poutres ne sont qu'un type de poutre parmi d'autres utilisés dans certains cas : la poutre-caisson, dont la section transversale est évidée, ou la poutre en L, qui a la forme d'un L inversé.
- Attirez l'attention des élèves sur l'illustration d'une toiture en acier ondulé de la figure 3. Demandez-leur : *À votre avis, pourquoi ce type de toiture est-il rarement utilisé dans la construction de maisons?* (Exemple de réponse : Ce serait très bruyant quand il pleut.)
- Les élèves ne comprennent peut-être pas pourquoi le béton, pourtant très résistant, doit être renforcé avec des barres d'armature. Lisez à haute voix la dernière phrase du paragraphe « Les barres d'armature ». Demandez-leur :
  - *Qu'est-ce que la compression?* (une force d'écrasement)
  - *Qu'est-ce que la tension?* (une force de traction)
  - Expliquez aux élèves que les variations de température entraînent généralement une dilatation (le matériau s'allonge) ou une contraction (le matériau rétrécit). Avec certains matériaux, cette variation de taille causée par la température peut être importante. Cela se produit surtout à cause

de l'écart important entre les grands froids de l'hiver et les chaleurs de l'été. Des matériaux comme le béton peuvent se fissurer sous l'effet de la dilatation et de la contraction. Demandez aux élèves s'ils ont déjà remarqué des fissures dans les trottoirs. Dites-leur que cela a pu être causé par des forces de compression et de tension. Ajoutez que, dans un édifice, ces fissures menaceraient la sécurité. Lorsque le béton est renforcé par des barres d'armature, il résiste mieux aux variations de taille causées par la compression et la tension.

- Avec les élèves, promenez-vous autour de l'école. Demandez-leur de vous montrer des exemples de poutres, de matériaux ondulés, de béton possiblement armé, d'attaches, de contrevents, de goussets ou de cantilevers.
- Vous pouvez distribuer aux élèves le DR 11.2-1, « Sciences en action : Supporter un cantilever », qui explique les différents moyens utilisés pour soutenir un cantilever.

### 3 Approfondir et évaluer

- Regroupez les élèves en petites équipes. Organisez, sur une période de plusieurs jours, une chasse au trésor au cours de laquelle les élèves devront repérer dans le voisinage le plus grand nombre possible d'attaches, de contrevents et de goussets. Les élèves doivent noter l'endroit où chaque structure a été vue et le type d'annonce ou d'objet qu'elle supporte. Les élèves peuvent aussi prendre des photos numériques de chaque exemple et les présenter dans un diaporama. À la fin de la période prévue, les équipes comptent le nombre de structures de soutien repérées, en dressent la liste et partagent leurs découvertes avec la classe.
- Dites aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

#### Occasions d'évaluation

Vous pouvez demander à quelques élèves de venir au tableau à tour de rôle pour dessiner une poutre en I, un matériau ondulé, une barre d'armature, une attache, un contrevent, un gousset ou un cantilever. Demandez à chaque élève de définir cette structure et de décrire une de ses utilisations ou un de ses avantages. Les Grilles d'évaluation 1, « Connaissance et compréhension », et 2, « Habiletés de la pensée », vous aideront à évaluer la performance des élèves durant cet exercice.

#### VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. On peut renforcer une structure avec poutre en utilisant un matériau plus résistant. On peut aussi donner une forme spéciale à la poutre : la poutre en I, par exemple, offre une grande résistance. On peut également renforcer une poutre en la pliant. Enfin, on peut ajouter des structures de soutien comme une attache, un contrevent ou un gousset.
2. Une poutre complètement soutenue est supportée à ses deux extrémités. Un cantilever est supporté à une seule extrémité.
3. Exemple de réponse : J'ai observé dans mon voisinage un auvent au-dessus de l'entrée d'un hôtel, et les balcons d'un immeuble d'habitation. Ce sont des exemples de cantilevers.

#### Vers la littératie

#### Faire des prédictions

- Dites aux élèves que faire une prédiction revient un peu à deviner quelque chose. Demandez-leur de balayer la première page de cette section en notant le titre (« La construction de structures solides : les poutres »), les sous-titres (« Le renforcement d'une structure avec poutre »), les illustrations (le cadre de porte) et les renseignements dans la marge (définition d'une poutre). Les élèves peuvent aussi lire la première phrase des deux premiers paragraphes. Dites-leur que l'information donnée dans cette page leur permet de prédire qu'il sera question des poutres dans cette section. Le premier sous-titre est consacré au renforcement des poutres et on peut lire dans ce paragraphe qu'il y a plusieurs moyens de renforcer une poutre. On peut donc prédire qu'on apprendra à la page suivante quelles sont les façons de renforcer et de soutenir une poutre.
- Dites aux élèves de lire la page suivante et de vérifier cette prédiction. Faites-leur réviser leurs prédictions, s'il y a lieu.
- Encouragez les élèves à utiliser souvent cette stratégie en lisant le reste de la section.

## Lire pour comprendre

- Dites aux élèves de se rappeler comment la rubrique **Vers la littérature** de la section 11.1 leur a fait comprendre l'importance des définitions. (Sans les définitions données dans le texte ou celles qui figurent dans la marge, l'information n'est pas aussi claire ou facile à comprendre.)
- Dites aux élèves de lire la deuxième page de la section, ainsi que les définitions d'une poutre en I, de l'ondulation et d'une barre d'armature. Demandez-leur ensuite d'écrire ces définitions dans leurs propres mots.
  - Une poutre en I est un type de poutre résistante qui a la forme d'un I, quand on la regarde par une de ses extrémités. Ces poutres sont utilisées couramment dans la construction des édifices.
  - L'ondulation est une technique qui consiste à ajouter des plis, des crêtes ou des rainures dans un matériau afin de lui donner plus de solidité. On l'utilise couramment pour fabriquer des boîtes en carton.
  - Les barres d'armature sont des tiges de renforcement en acier placées dans le béton pour accroître sa résistance aux forces de tension.

Demandez aux élèves : *Comment ces explications vous aident-elles à mieux comprendre le texte ?* (Ces définitions m'aident à comprendre le sens de termes et de concepts scientifiques, ce qui rend la lecture du texte plus facile.)

## Enseignement différencié

### Outils +

- Proposez aux élèves de réaliser une murale de mots avec des illustrations accompagnées de légendes, pour représenter les diverses structures décrites dans cette leçon. La classe pourra contribuer à cette murale tout au long de l'unité. Dites aux élèves que la section 7.B. de *La boîte à outils*, « Organismes graphiques », pourra les aider à réaliser la murale.

### Défis +

- Proposez aux élèves de vérifier les avantages d'utiliser des barres d'armature en préparant deux moulages de plâtre de Paris, et en mettant un treillis métallique dans un moulage, mais non dans l'autre. Les élèves peuvent fabriquer eux-mêmes le treillis et concevoir un test pour comparer la solidité de leurs moulages.

## Élèves en français langue seconde

### FLS

- Dites aux élèves de faire des fiches des différentes structures décrites dans cette section, en faisant un croquis de la structure au recto de la fiche et en écrivant son nom au verso.

## PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

### Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- reconnaître que les poutres sont une des structures de soutien les plus courantes;
- expliquer qu'on peut améliorer la capacité d'une poutre à supporter une charge en choisissant le matériau approprié, en donnant une forme spéciale à la poutre ou en lui ajoutant des structures de soutien;
- expliquer pourquoi les poutres en I sont couramment utilisées dans la construction d'édifices;
- donner des exemples d'ondulation et expliquer pourquoi cette technique améliore la solidité des matériaux;
- expliquer pourquoi on met souvent des barres d'armature dans le béton;
- décrire un cantilever et expliquer comment il supporte une charge;
- nommer et décrire trois structures servant à soutenir une poutre (attache, contrevent et gousset).