

Leçon 2

Titre: La planification des structures

Résultat

d'apprentissage: Planifier la construction d'une structure (tour) en s'assurant qu'elle respecte les exigences fondamentales d'une bonne architecture.

Description:

Lors de cette leçon, tu auras l'occasion de te familiariser avec les éléments nécessaires à la construction d'une structure solide et bien équilibrée. Ces connaissances te seront très utiles lorsque viendra le temps de construire ta maquette d'une tour. Cette construction sera entreprise à la leçon 4. Il est alors très important de faire toutes les lectures qui suivent afin de bien comprendre les principes à respecter.

Un ingénieur qui planifie la construction d'une structure quelconque (gratte-ciel, pont, tour) doit s'assurer que cette structure répond aux exigences fondamentales d'une bonne architecture.

On peut classer ces exigences dans les rubriques suivantes: *équilibre, stabilité, résistance, adaptation à la fonction, économie et esthétique.*

Équilibre

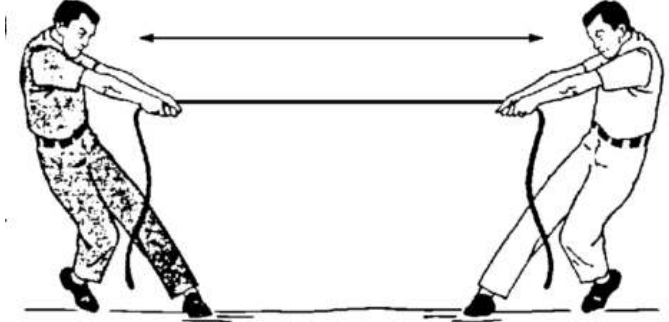
Une structure est en équilibre lorsqu'aucune de ses pièces ne se déplacent. En réalité, il y a toujours un petit déplacement, spécialement lorsque les structures sont très hautes. Mais on ne peut pas voir ce déplacement à l'œil nu. Les conditions d'équilibre sont nécessaires pour la stabilité de la structure. Un exemple qui illustre bien la notion d'équilibre est le suivant. Deux hommes tirent sur une corde (un à chaque bout de la corde). Aussi longtemps que les deux hommes appliquent la même force, la corde est en équilibre comme le démontre la figure suivante. Dès que l'un d'eux tirera plus fort ou moins fort, la corde ne sera plus en équilibre, et l'un des hommes sera tiré vers l'autre.

L'effet d'équilibre dans les structures est semblable à l'exemple des deux hommes. Aussi



Chrysler Building, New York

longtemps que les forces sont égales, la structure ne bouge pas. Dès qu'il y a un changement dans les forces, ça devient dangereux pour l'équilibre de la structure.



Stabilité

La stabilité est la condition qui permet de retenir la structure à un point fixe. On assure la stabilité d'une structure par la construction d'une bonne fondation. La

fondation supporte la charge d'une structure en répartissant celle-ci également sur la couche du terrain. Parce qu'elles assurent la stabilité des structures, on adapte les fondations selon les types de sols sur lesquels seront construites ces structures.

Résistance

La résistance est la condition qui assure que la structure pourra supporter les charges qui lui seront appliquées. Une structure est soumise à deux types de charge. Il y a les **charges mortes** et les **charges vivantes**.

Les charges mortes comprennent principalement le poids de la structure. Dans le poids de la structure, on inclue les murs, les plafonds, les planchers, les systèmes d'aération, etc.

Quant aux charges vivantes, elles comprennent beaucoup de choses dépendant du genre de structure que l'on construit.

Par exemple:

- Pour un pont, les véhicules qui circulent sont des charges vivantes.
- Pour un édifice, les personnes, les meubles et les équipements de bureau sont tous des exemples de charges vivantes.
- La neige et la glace qui s'accumulent sur les structures ainsi que le vent qui souffle sur celles-ci sont aussi des charges vivantes.

En d'autres mots, les charges vivantes sont des charges qui ne sont pas toujours appliquées. Elles vont varier d'une structure à l'autre. Donc, lorsque l'ingénieur planifie sa structure, il doit établir les charges pour s'assurer qu'elle sera résistante. Il faut dire qu'il y a des codes qui aident les ingénieurs dans l'évaluation des charges vivantes. Ces codes réduisent de beaucoup les risques d'erreurs.

Une fois la charge déterminée, l'ingénieur calcule l'effet de la charge sur les colonnes et les poutres. On appelle **contrainte** l'effet de la charge sur les colonnes et les poutres. Lorsque l'ingénieur a trouvé la contrainte de la charge, il peut choisir le matériau pour construire sa structure. Le matériau choisi devra avoir une contrainte qui lui permettra de supporter la charge.

Les charges vont placer un stress sur les colonnes et les poutres. Un premier effet de ce stress dû aux charges est **la compression** des pièces. La compression a pour effet de raccourcir les colonnes et de faire fléchir les poutres.

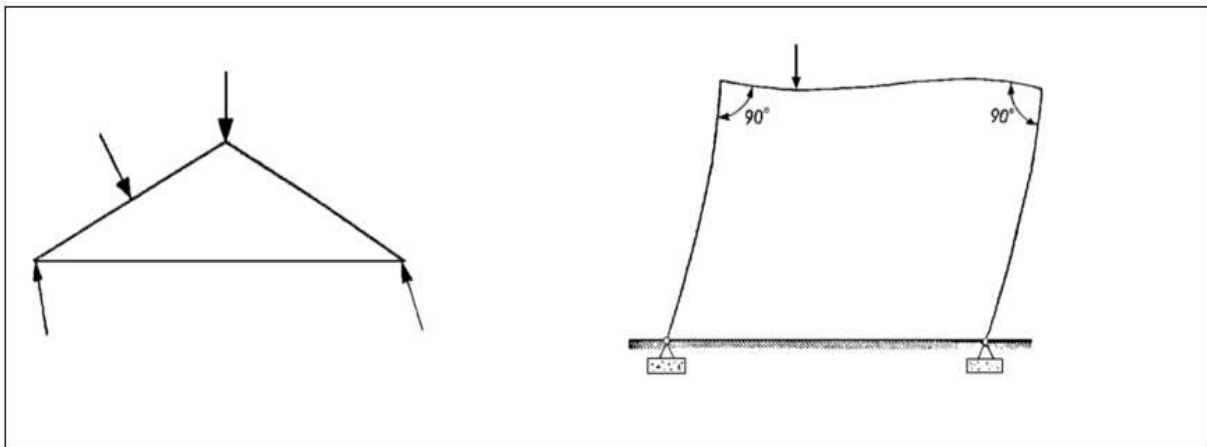
Un deuxième effet causé par les charges est **le cisaillement**. Le cisaillement ressemble à une déchirure ou à une élongation du matériau.

Alors, pour diminuer ce stress, on va se servir de **treillis** (brace) pour aider à supporter les charges. Ces treillis (brace) vont permettre de diviser les charges et de les diriger vers des points forts de la structure. Lorsque l'on utilise des treillis, on cherche toujours à créer des triangles. On utilise le triangle parce qu'il n'est pas facile de l'écraser même si on le comprime. Le triangle est plus solide car toutes les pièces se touchent toujours.

Mais pour le carré ou le rectangle, ce n'est pas la même chose. Une pièce d'un carré ou d'un rectangle est attachée à deux des trois autres pièces. Alors, ceci permet un petit balancement de la forme. Ce qui fait que les carrés et les rectangles sont moins solides comme le démontre la figure suivante.



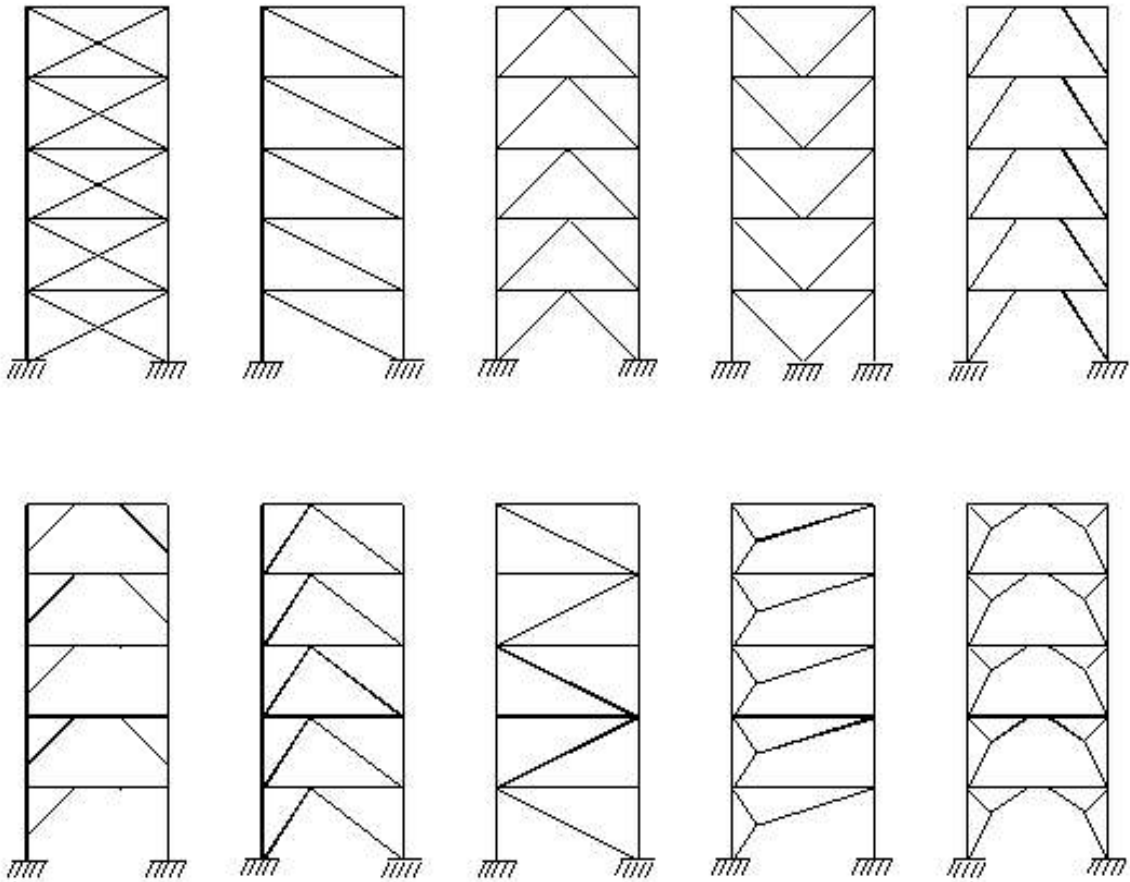
Tour CN, Toronto



Il est certain que lorsque l'on construit, on ne fait pas que d'empiler des triangles un par dessus l'autre. On donne la forme que l'on veut à notre structure et on la solidifie en même temps. C'est lorsque l'on solidifie notre structure qu'entrent en jeu les treillis et la forme triangulaire.

La figure suivante te présente plusieurs possibilités pour solidifier une structure. Remarque que l'on retrouve toujours la forme triangulaire dans chacun des exemples.

Dans ce module, on va te demander de construire une tour. Tu vas essayer de construire la tour qui supportera le plus de poids. Les exemples que tu viens de voir pourront t'aider dans la planification de ta tour.



Adaptation à la fonction

Lorsque l'on parle d'adaptation à la fonction, on veut dire faire une structure qui répond à notre besoin. L'adaptation va jouer un rôle important dans la forme de la structure et dans le choix des matériaux utilisés pour construire. Par exemple, les bâtiments construits au-dessus de la ligne de métro ou de chemin de fer reposent sur des coussinets de plomb destinés à interrompre les vibrations.

Économie

L'économie va aussi influencer le type de structure que l'on va construire et les matériaux utilisés. Si l'ingénieur a un gros budget, il pourra se permettre des fantaisies dans la forme de la structure et même dans les matériaux utilisés. Mais s'il a un petit budget, il fera une structure simple tout en répondant aux



Statue of Liberty, New York
“La grande dame”

demandes de son client. Et pour ce qui est du choix des matériaux, il devra utiliser les moins coûteux parmi ceux qui sont les plus efficaces.

Esthétique

Il est certain que la sécurité et la fiabilité des structures sont toujours importantes. Mais l'architecte et l'ingénieur ne mettent pas de côté l'apparence de la structure. C'est dans l'esthétique que l'architecte et l'ingénieur font travailler leur imagination plus que leurs connaissances.

Questions 1 à 6

Écris tes réponses sur la feuille-réponses.

- 2.1 Deux personnes tirent sur une corde (une personne à chaque bout de la corde). Aussi longtemps que les deux personnes appliquent la même force, la corde est en _____.
- a) compression
 - b) équilibre
 - c) stabilité
 - d) adaptation
- 2.2 Les _____ assurent la stabilité des structures.
- a) fondations
 - b) supports
 - c) membres
 - d) rectangles
- 2.3 Une structure est normalement soumise à deux types de charges, les charges mortes et les charges vivantes. Quelle parmi les suivantes est une charge vivante?
- a) un mur
 - b) un plafond
 - c) un plancher
 - c) un meuble
- 2.4 La neige et la glace qui s'accumulent sur les structures sont considérées comme des charges mortes.
- a) vrai
 - b) faux
- 2.5 La forme rectangulaire est très solide et est beaucoup utilisée pour solidifier les structures.
- a) vrai
 - b) faux
- 2.6 Quel est le *gratte-ciel* le plus élevé au monde? _____

Lecture

Prends le livre “*Les gratte-ciel*” et fais la lecture des pages 26 et 27 (Le jeune ingénieur).

Exercice

Complète le tableau suivant à l’aide du livre “*Les gratte-ciel*”.

Immeuble et ville	Année de construction	Nombre d’étages	Hauteur en mètres
Sears Building “Chicago”			
World Trade Center “New-York”			
Empire State Building “New-York”			
Standard Oil “Chicago”			
John Hancock “Chicago”			
Chrysler Building “New-York”			
Texas Commerce Plaza “Houston”			
First Bank Tower “Toronto”			
Commerce Court West “Toronto”			
Dominion Bank Tower “Toronto”			
MLC Center “Sydney”			
Singapour Treasury “Singapour”			
Tour Main Montparnasse “Paris”			
Tour CN “Toronto”			

N’oublie pas de vérifier l’Internet pour trouver des réponses.
<http://www.cntower.ca/frame.html>

Fin de la leçon



La base de la tour CN

Assure-toi de remettre le matériel que tu as utilisé à sa place avant de quitter ton poste de travail.