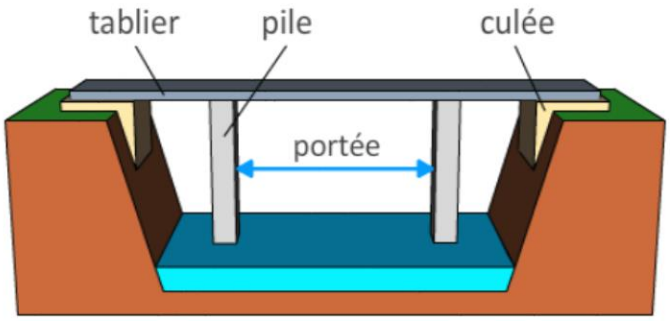
Nom : _____ Science et technologie

Ponts, matériaux et structures

Les principaux éléments d'un pont

Fonction d'usage : Un pont est un ouvrage d'art qui permet de franchir un obstacle important en passant par dessus.



La **portée** désigne la longueur comprise entre deux piles.

*Un pont comprend **trois éléments** principaux :*

*Le **tablier** est la structure porteuse qui supporte son propre poids ainsi que les charges de circulation (véhicules et piétons).*

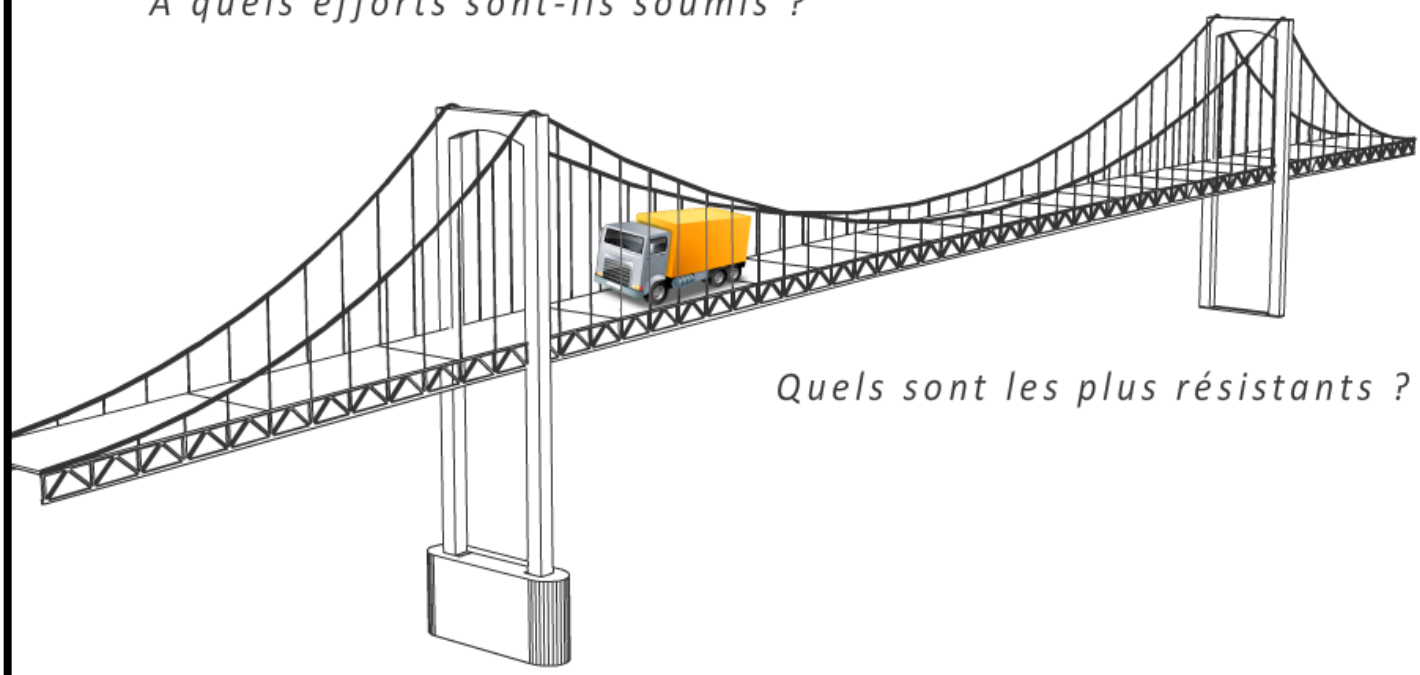
*Les **piles**, au nombre de deux minimum, sont les appuis qui supportent le poids du tablier.*

*Les **culées**, situées sur chaque rive, soutiennent les extrémités du tablier.*

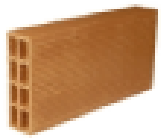
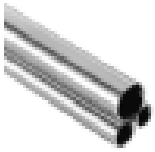
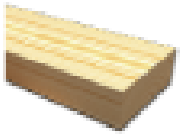
Quelques questions à se poser…

Quels sont les principaux matériaux utilisés en construction ?

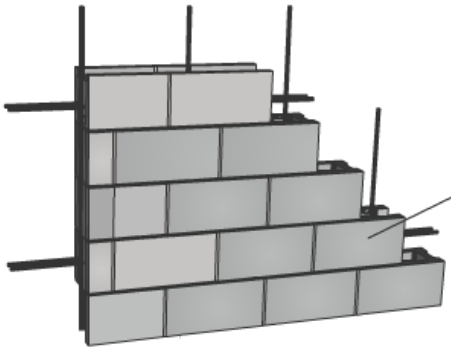
A quels efforts sont-ils soumis ?



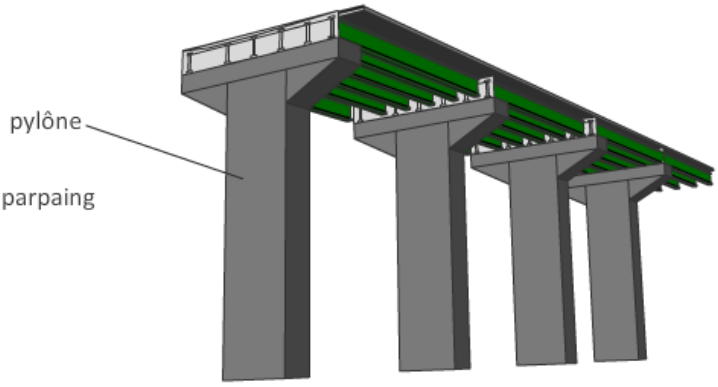
Quels sont les plus résistants ?

Matériaux utilisés en construction	Matériau	Famille	Composition	Utilisation	Image
	Le béton				
	La terre cuite				
	L'acier				
	Le bois				
	La pierre				

Matériaux : <u>Le béton</u> :

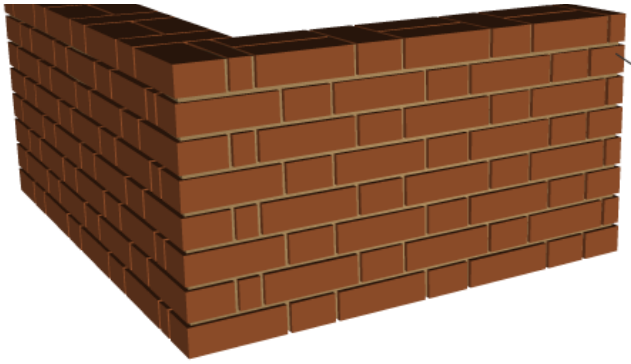


Mur en béton armé
Le béton armé est un béton renforcé par des barres en acier.

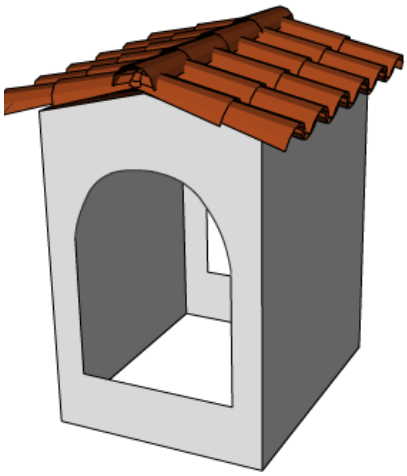


Pylônes d'un pont en béton

La terre cuite :

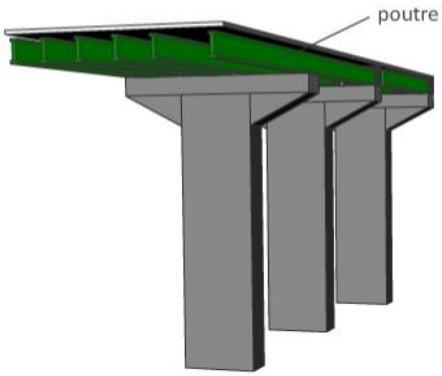


Mur en briques

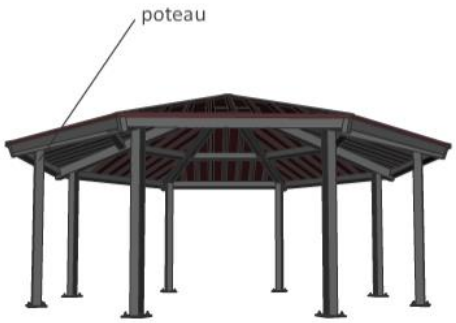


Toit de cheminée en tuiles

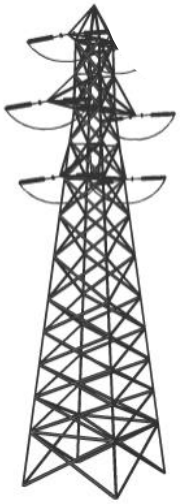
L'acier :



Poutres en acier renforçant le
blier d'un pont

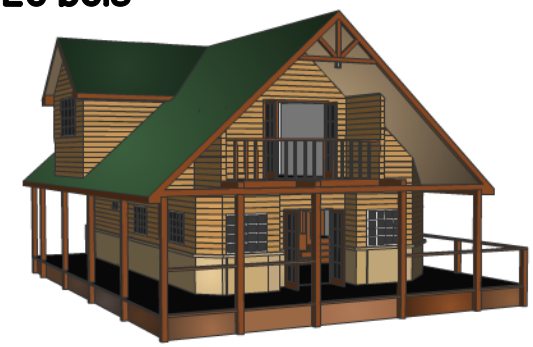


Abri soutenu par une **armature**
et des **poteaux** en **acier**

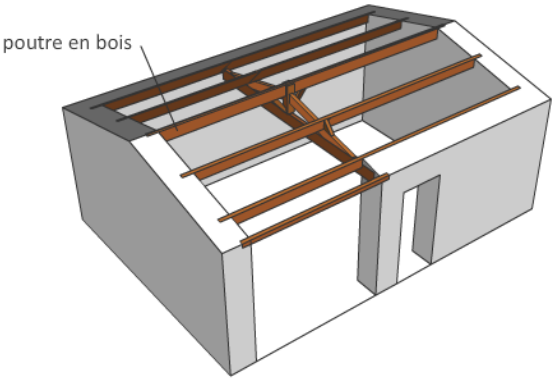


pylône élec

Le bois :



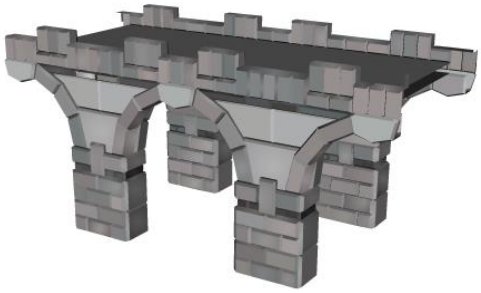
Chalet en bois



Charpente de toit

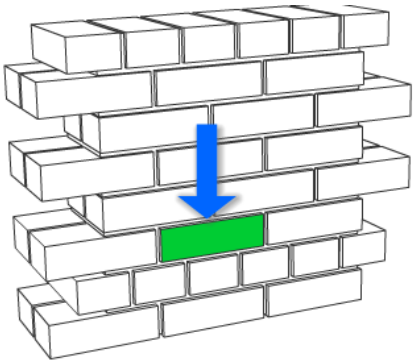
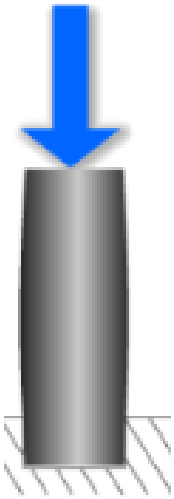
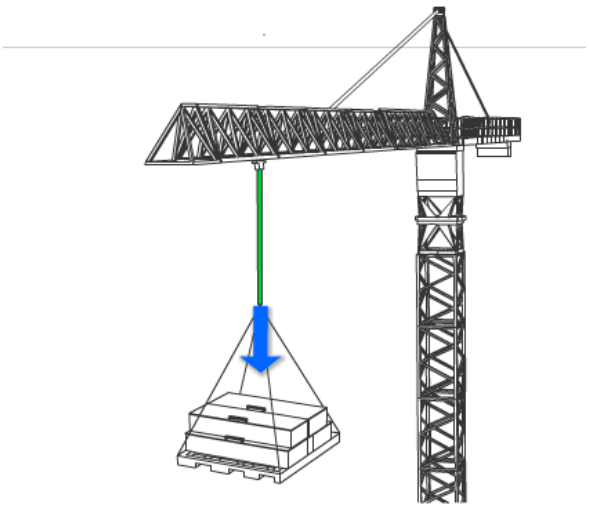
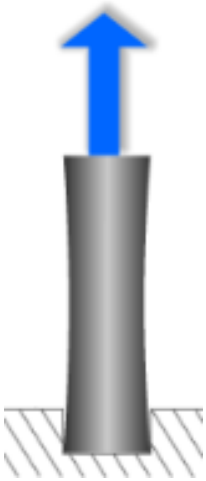
La pierre :

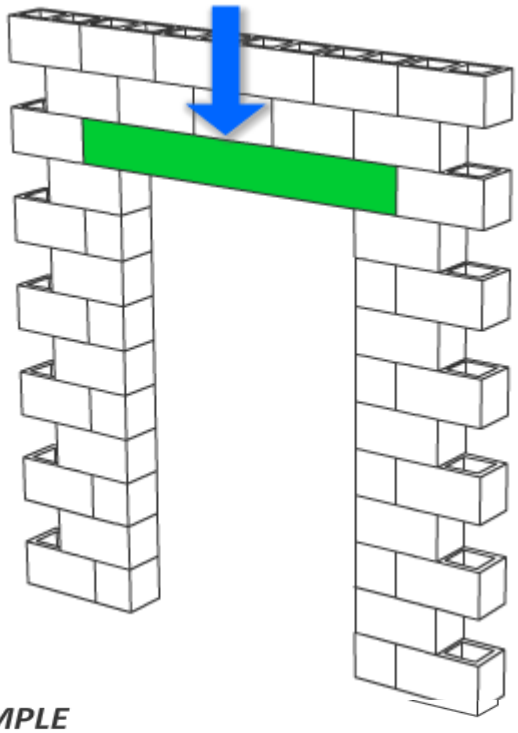
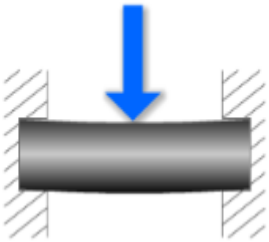
Balustrade en pierre



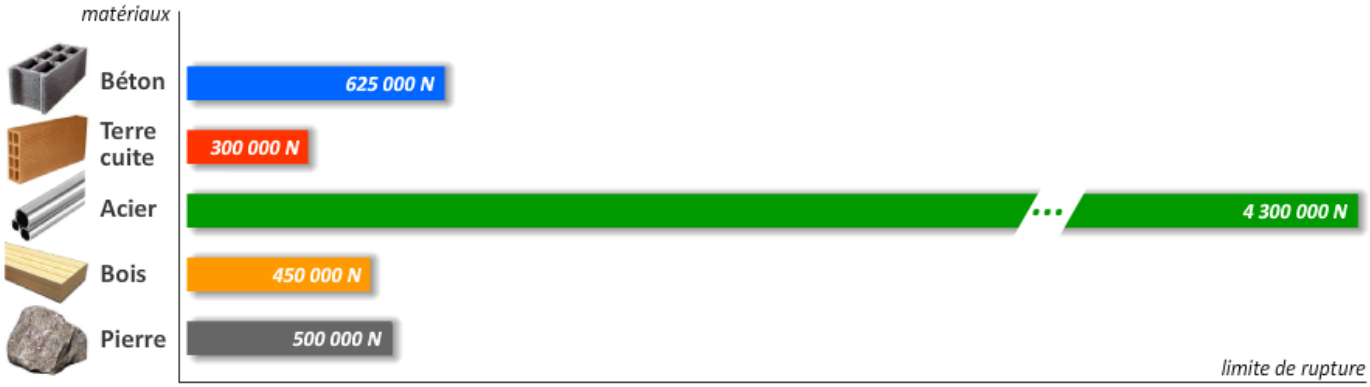
Pont voûté en pierre

À quels efforts sont-ils soumis ?

La compression	*Un matériau est soumis à en effort de compression quand il est soumis à des **forces** (ou actions mécaniques) qui tendent à le **raccourcir**.*  ***EXEMPLE*** *Les **parpaings** d'un mur en béton sont soumis à un effort de compression dû au poids des matériaux qui se trouvent au-dessus.*	
La traction	*Un matériau est soumis à un effort de traction quand il est soumis à des **forces** (ou actions mécaniques) qui tendent à l'**allonger**.*  ***EXEMPLE*** *Le **câble de levage** d'une grue est soumis à un effort de traction lorsqu'il soulève une charge.*	

La flexion	*Un matériau est soumis à un effort de flexion quand il est soumis à des **forces** (ou actions mécaniques) qui tendent à modifier sa **courbure**.*  ***EXEMPLE*** *Le **linteau** d'une porte ou d'une fenêtre est soumis à un effort de flexion dû au poids des matériaux situés au-dessus.*	

RÉSISTANCE À LA COMPRESSION



*La résistance des matériaux se mesure en laboratoire par des tests. On applique sur chaque échantillon identique de matériau (éprouvette) un effort de plus en plus grand jusqu'à ce qu'il cède. On obtient la **limite de rupture** exprimée en **Newtons** (**N**).*

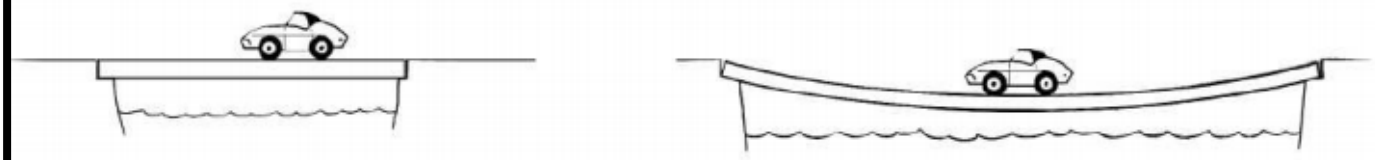
Les différents types de ponts

1. Le pont-poutres :

Il s'agit du type de pont le plus simple, fait d'une section droite – la poutre– reposant sur deux supports situés à chaque extrémité de la poutre.

Construction et matériel:

Le pont-poutres supporte son propre poids et la charge sur des piliers. Ce type de pont est normalement utilisé pour de courtes distances au-dessus d'un cours d'eau étroit ou d'une autoroute. Sinon, les poutres plus longues ont tendance à courber vers le centre et nécessitent un support additionnel.

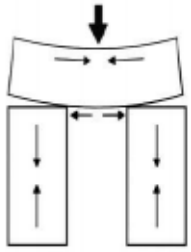


Les poutres plus longues sont plus faibles que les courtes.

Alors que le bois et la pierre étaient des matériaux très communs dans le passé, les ponts modernes sont plutôt construits grâce à l'acier et au béton armé.

Forces agissant sur le pont:

Les forces agissant sur le pont-poutres compriment le dessus, mais tendent le dessous de la poutre. Les piliers supportant le poids du pont sont aussi comprimé.



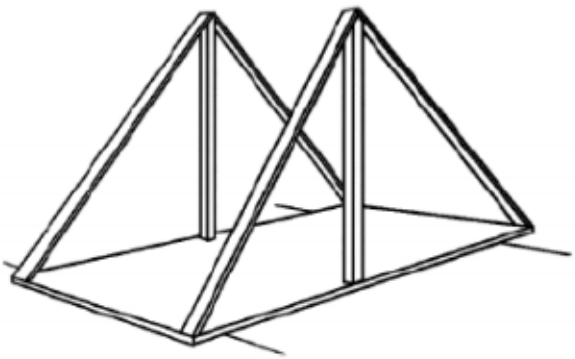
Les forces agissant sur un pont-poutres.

2. Le pont en poutre à treillis :

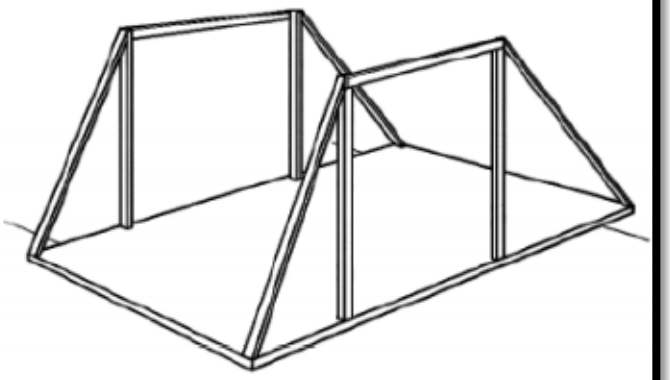
Le pont en poutre à treillis est un type de pont pour lequel le tablier est constitué d'un treillis de sections droites (normalement en acier) jointes ensemble pour former des séries de triangles. La plate-forme est donc plus épaisse sans être nécessairement plus lourde. Un triangle donnera une structure forte et rigide parce qu'il prévient le pliage, la torsion ou la déformation.

Construction et matériaux

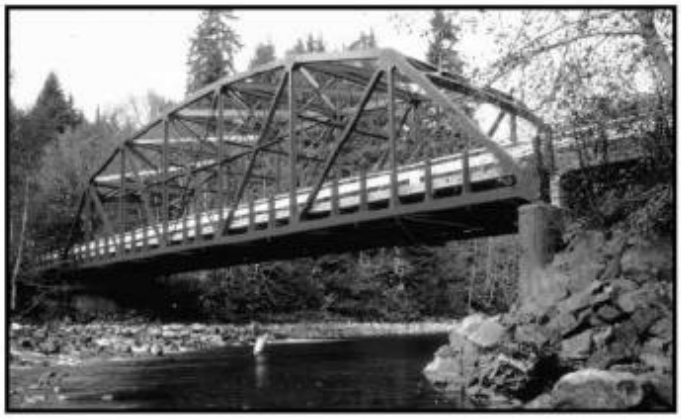
Les premiers ponts à poutres en treillis possédaient peu de triangles et étaient fabriqués de bois fig ci-dessous). Avec le développement de meilleurs matériaux et modèles, les poutres triangulées (ou ferme) sont devenues très complexes et comptent maintenant un grand nombre de triangles.



Ferme simple

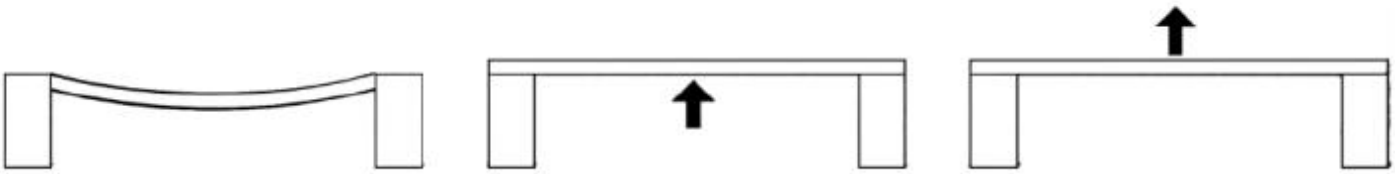


Ferme à deux poinçons



Malgré la force de la structure augmentée par l'ajout de poutres triangulées, les ponts à poutres à treillis ont une certaine limite quant à leur longueur maximale.

Ponts plus longs



Comment couvrir un large espace. Problème: Le pont plie au centre et il est faible.

Le pousser vers le haut.

Le tirer par le haut.

Comme mentionné ci-haut, un long pont-poutres aura tendance à plier par le centre. Les ingénieurs ont tenté de régler ce problème de deux façons. Ils ont conçu des ponts dont le point faible de la structure est renforcé soit par un pilier (pousser par le dessous) ou par des câbles (tiré vers le haut).

Un support diminue les portées

Plutôt que de construire une seule longue portée, qui pliera au centre, les ingénieurs construisent des ponts grâce à des centaines de petites poutres assemblées. Le pont de la baie de Chesapeake aux États-Unis est construit de cette façon. Ce type de structure est mieux connu sous le nom de pont à travée continue. Ce pont traverse l'estuaire de la baie de Chesapeake. Il mesure 26 kilomètres de long, mais la portée simple la plus longue est seulement de 30 mètres.

3. Le pont à arches :

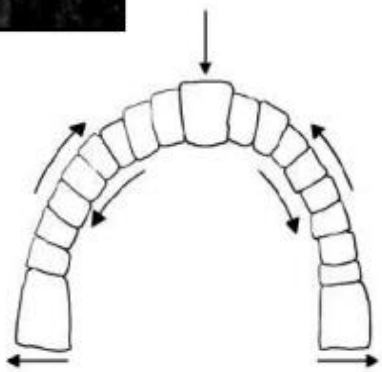
Les civilisations égyptiennes et chinoises utilisaient l'arche pour construire certaines de leurs structures, tout comme les Romains qui l'ont employée pour la construction des aqueducs et des ponts.

(Suite) Pont à arches :

Construction et matériaux

L'arche fonctionne grâce à de très grandes forces de compression qui maintiennent en place d'énormes blocs de roche. Ces forces maintiennent les blocs ensemble entre les extrémités (aboutements) du pont. La pierre centrale de l'arche se nomme la clé de voûte et toutes les autres pierres poussent contre la clé de voûte. La forme des pierres utilisées pour la construction d'une arche est cruciale. Les blocs doivent être en forme de coin, comme si c'était la forme elle-même qui permettait à l'arche de se tenir debout. Avec le temps, les matériaux de construction se sont améliorés. Les arches de pont sont maintenant construites avec de l'acier, de la fonte et du béton.

Ponts à arches



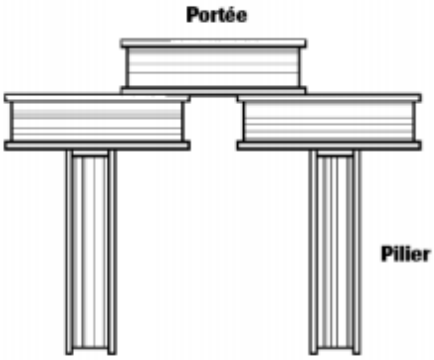
Les forces agissant sur une arche

4. Le pont cantilever :

Le pont cantilever est une autre variation du pont-poutres. Un cantilever est une poutre supportée à une seule extrémité. Une des extrémités de la poutre est fermement ancrée à l'une des rives, alors que l'autre est dans le vide. Les deux poutres se rejoignent pour former le pont. Ce pont ne nécessite pas de pilier pour supporter les deux extrémités de chacune des poutres. Cette méthode présente un avantage lorsqu'il est difficile de placer des piliers, où lorsqu'un canal de navigation est nécessaire sous le pont. Ce type de pont utilise aussi souvent un système de poutres triangulées pour renforcer la structure.

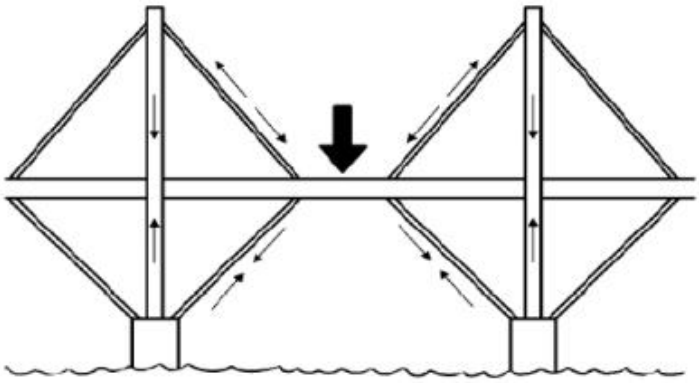
Le concept du cantilever peut être facilement démontré en utilisant 5 livres ou blocs de bois. Placez deux livres à la verticale pour représenter les piliers. Ensuite équilibrez un livre sur chacun des piliers pour représenter le cantilever.

Joignez les deux cantilevers en ajoutant un livre au centre ou en rapprochant les deux piliers.



(Suite) Pont cantilever :

Les forces agissant dans un pont cantilever



Le pont Forth Railway traversant le large estuaire du Firth of Forth près d'Edimbourg en Écosse, est l'un des plus longs ponts cantilever du monde. Ce pont, construit en 1890, est fait d'acier et mesure environ 2,5 kilomètres. La portée centrale entre les deux cantilevers est seulement de 100 mètres de long.

Le pont Forth Railway, Queensferry sud, Écosse.

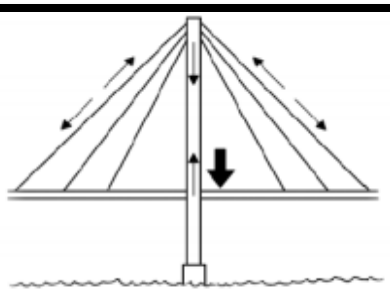
Dans cet exemple, la travée ferroviaire est supportée à la fois par le dessus et le dessous, grâce à un ensemble de poutres triangulées.

5. Le pont à haubans :

Le pont à haubans est une combinaison du pont cantilever et du pont suspendu : la travée du pont est la structure à cantilever, suspendue à une tour par des câbles. Chaque tour supporte une partie de la travée grâce aux câbles. Même si cette idée n'est pas nouvelle, le pont à câbles s'est répandu pendant le milieu du vingtième siècle, en partie à cause de l'amélioration des matériaux de construction. C'est également une structure relativement peu coûteuse à construire parce qu'elle ne nécessite pas d'ancrage, comparativement au pont suspendu. Donc, ce type de pont est maintenant retenu à plusieurs endroits où l'on aurait auparavant construit un pont suspendu de taille moyenne (moins de 1000 mètres).

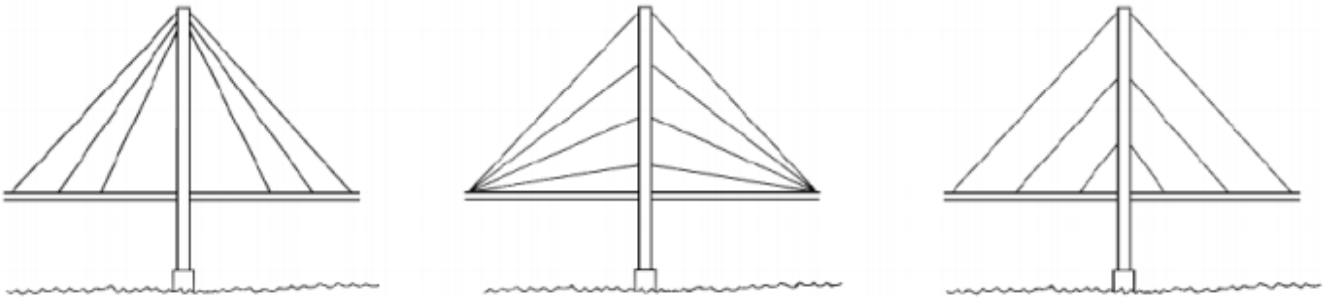
(Suite) pont à haubans :

Les forces agissant sur un pont à câbles



Construction et matériaux

Les câbles, attachés à une haute tour, sont utilisés pour supporter le tablier du pont. Les câbles relient directement la tour au tablier. Tous les câbles subissent une très forte tension et la tour supporte le poids total de la structure et de la circulation. Les tours sont normalement construites en béton ou en acier, alors que la conception des câbles peut être variée.

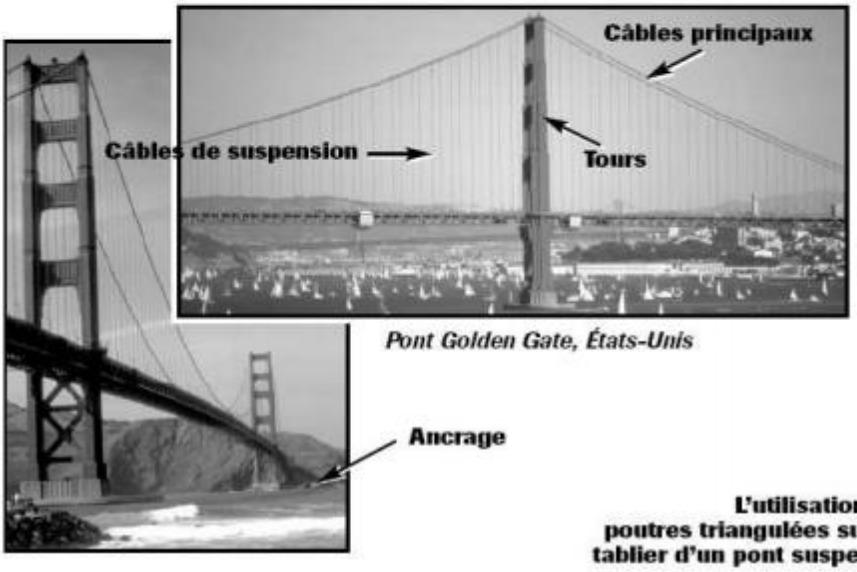


6. Le pont suspendu :

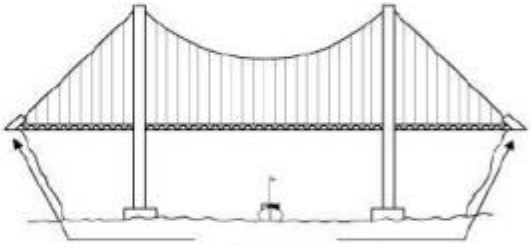
Le concept du pont suspendu peut probablement remonter aussi loin qu'à la préhistoire, alors que des vignes dans la forêt pourraient avoir été utilisées pour construire des ponts au-dessus de vallées étroites. De nos jours, certains ponts suspendus font partie des plus longs ponts au monde. Les ponts suspendus modernes possèdent des câbles tendus entre deux tours – les câbles passent par-dessus ou dans la tour qui supporte le poids total du pont. Les extrémités des câbles sont ancrées au sol. La travée elle-même est légèrement arquée et possède une structure de poutres triangulées pour plus solidité. Le tablier est suspendu grâce à des câbles verticaux appelés câbles de suspension qui sont eux-mêmes attachés aux câbles principaux.

La conception d'un pont suspendu, plus que celle de n'importe quel autre type de pont, essaie d'assurer que les forces agissant sur la structure soient équilibrées et travaillent ensemble en harmonie. Dans un pont suspendu, les câbles principaux et de suspension, subissent une très grande tension parce qu'ils sont toujours étirés, alors que les tours subissent une compression parce que les câbles les tirent vers le bas.

Les parties d'un pont suspendu



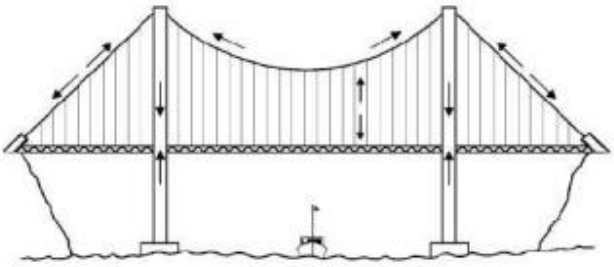
Pont Golden Gate, États-Unis



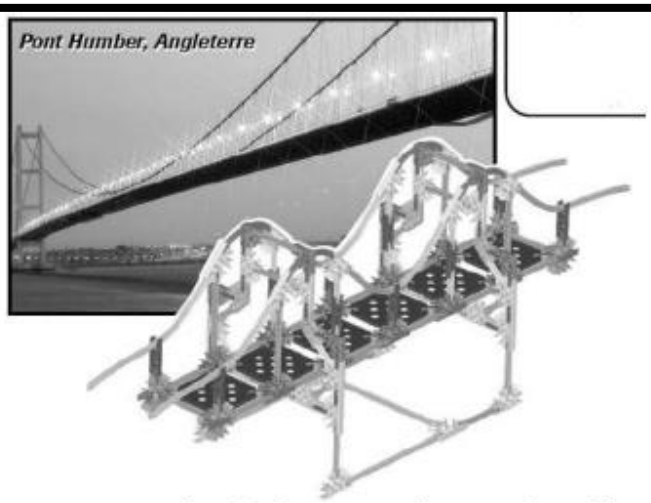
Ancrage

L'utilisation de poutres triangulées sur le tablier d'un pont suspendu

(Suite) Pont suspendu :



Les forces agissant sur un pont suspendu



Les ponts les plus longs construits de nos jours sont des ponts suspendus. Présentement, le record est détenu par le pont Akashi reliant les îles japonaises de Shikoku et Honshu, il mesure 3, 911 mètres.

Ponts en mouvement :

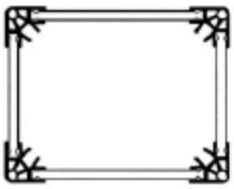
7. Le pont à bascule :

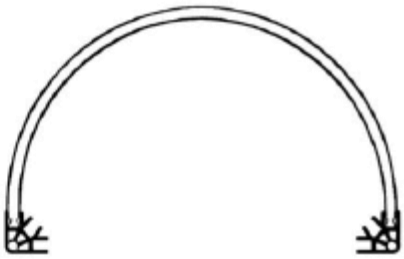
Un pont à bascule s'ouvre afin de permettre le passage de bateaux. Sa travée centrale est divisée et chaque extrémité est contrebalancée pour réduire l'effort lors de l'ouverture. Les parties mobiles qui s'ouvrent vers le haut se nomment les vantaux et fonctionnent grâce à un système de contrepoids, d'engrenages et de moteurs. Les contrepoids sont généralement fabriqués de béton et sont placés sous la route. Un moteur actionne les engrenages qui font descendre les contrepoids, alors que les vantaux s'élèvent pour créer un passage pour la navigation.
Le pont de la Tour de Londres, au-dessus de la Tamise, en Angleterre, est un pont à bascule. Chaque bascule mesure environ 33 mètres et un contrepoids de 422 tonnes est attaché à l'extrémité de chacune d'elles.

Pont à bascule s'ouvrant pour la navigation

Le pont de la Tour, Londres, Angleterre

Les formes géométriques utilisées dans les structures :

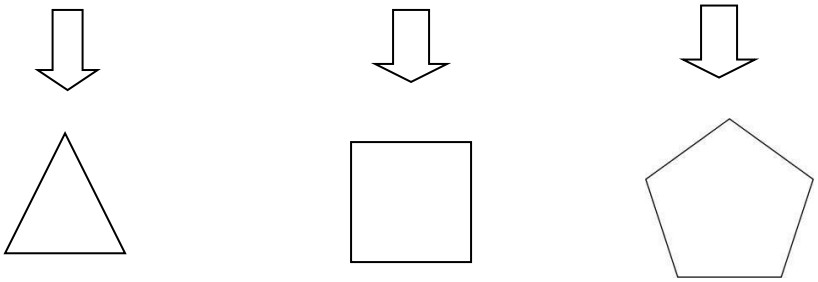




1) Lors de l'observation des ponts, tu as dû remarquer qu'une forme géométrique revenait régulièrement. Laquelle ? _____

2) Construis avec des bâtons de pop-sicle et de la colle chaude un triangle équilatéral, un carré et un pentagone.

3) Ensuite, lorsque la forme est sèche, applique avec ta main une force à l'endroit indiqué ci-dessous.



4) Quelle forme géométrique est la plus solide? Pourquoi? _____

_____

_____

_____