

Equipe de travail :

- > Matthieu Le Guen
- > Jean-Paul Pruvost
- > Pascal Pujades

Sous la direction de :

- > Michel Loisy

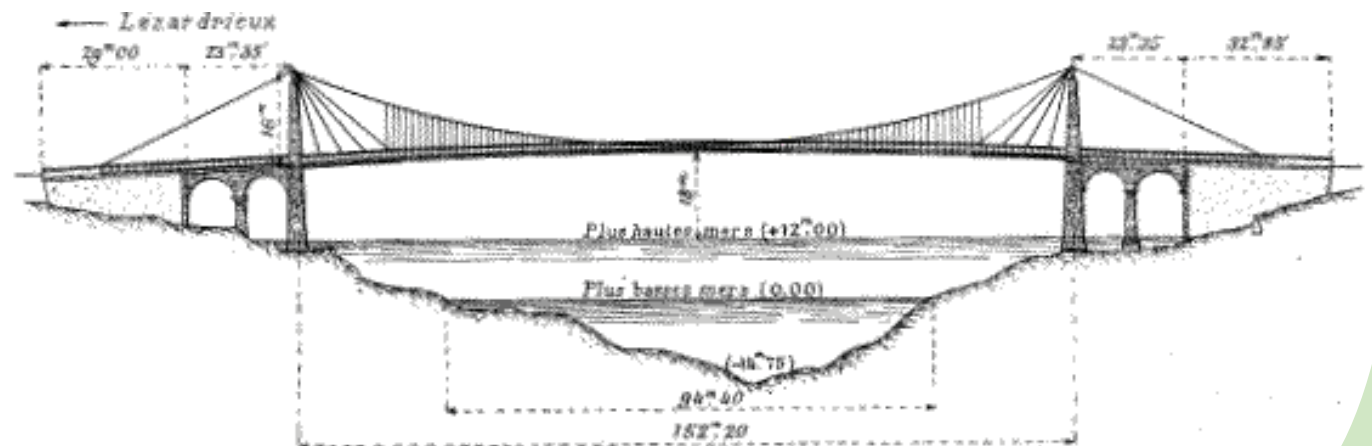
Année 2007- 2008

Sommaire

- Page 2 - Introduction
- Page 3 - Historique
- Page 4 - Pont à poutres
- Page 5 - Pont en arc
- Page 6 - Pont suspendu
- Page 7 - Pont à haubans
- Page 8 - Pont levis
- Page 9 - Pont tournant

DOCUMENT RESSOURCE

LES PONTS



INTRODUCTION

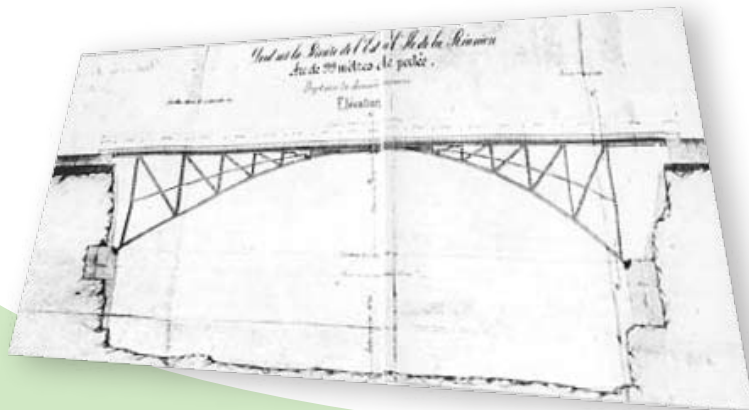
Un pont est un ouvrage d'art, réalisation du génie civil, destiné à permettre le franchissement d'un obstacle (cours d'eau, voie de communication...) en passant par dessus.

Un pont peut supporter une route, une voie ferrée, un canal ou une canalisation (oléoduc, aqueduc, ...).

Il peut être mobile (pont levant).

Un pont provisoire peut aussi être constitué par des bateaux spécialisés (pont de bateaux).

La construction de ponts est devenue indispensable pour franchir de nouvelles voies de communication, infranchissables de manière simple ou dangereuses pour les usagers.



Pont canal de Briare qui passe au-dessus de la Loire



Pont du Gard (France)



Génie Civil:

Le Génie civil représente l'ensemble des techniques concernant les constructions civiles. Le domaine d'application du génie civil est très vaste ; il englobe les travaux publics et le Bâtiment. Il comprend notamment :

- le gros oeuvre en général, quel que soit le type de construction ou de bâtiment, comme les gratte-ciel,
- les constructions industrielles : usines, entrepôts, réservoirs, etc.
- les infrastructures de transport : routes, voies ferrées, ouvrages d'art, canaux, ports, tunnels, etc.
- les constructions hydrauliques : barrages, digues, jetées, etc...
- les infrastructures urbaines : ponts, égouts, etc...

#HISTORIQUE

Parmi les obstacles naturels auxquels se heurtaient les routes d'autrefois, l'un des plus fréquents et des plus insurmontables étaient les cours d'eau. Pendant de longs siècles, les gens les franchirent grâce à des gués ou à des bacs, même si cela rallongeait souvent leur chemin. Les ponts étaient rares car leur construction était tout un art et d'une grande difficulté.

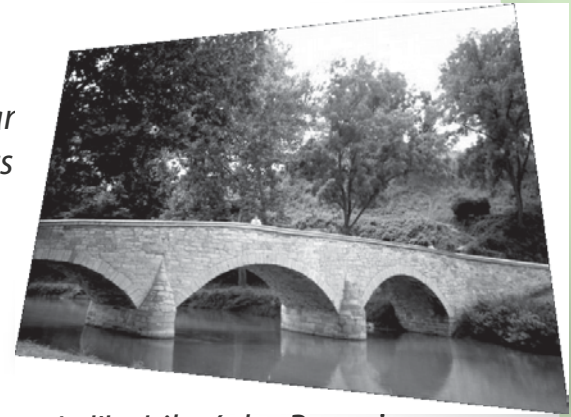


Les premiers ponts consistaient en de simples troncs d'arbres abattus et jetés entre les deux rives de la rivière, puis arrivèrent les pontons et les ponts en corde essentiellement en Amérique et Asie (ce qui éveilla d'ailleurs la curiosité des Européens). Ces ponts de corde se rencontraient encore assez fréquemment au siècle dernier.

Mais les maîtres incontestables en la matière furent les Romains (env. 600 ar avant J-C), qui construisirent des ponts de bois soutenus par des piliers, puis utilisèrent la maçonnerie (taille de pierre).

Après la chute de l'Empire Romain, il resta en Europe de nombreux ponts en arcs, en pierres massives, témoignant de l'habileté des Romains. Mais pendant des siècles, personne ne poursuivit leur ouvrage et cet art se perdit.

Ce n'est que beaucoup plus tard que l'Eglise s'y intéressa.



Pont de la Concorde (Paris)

L'histoire des ponts modernes commença avec le remplacement des arcs en demi-cercles par des formes elliptiques (pont de la Concorde à Paris).

Cette nouvelle forme autorisait une portée beaucoup plus grande des arcs de ponts.

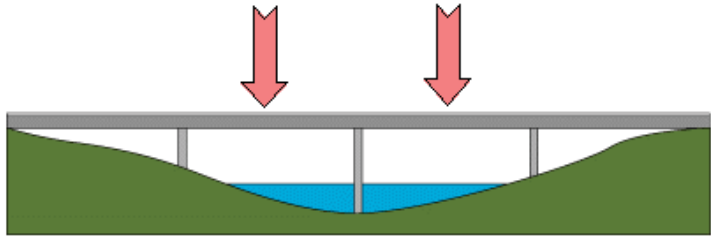
Avec l'invention de l'acier au XVIII siècle, le bois et la pierre ne constituaient plus les seuls matériaux, et les premiers ponts métalliques apparurent (pont de Londres au dessus de la Tamise).

Les ponts d'acier devinrent le symbole de la modernité et certains devinrent même de réels chefs-d'oeuvre de leur époque (exemple des ouvrages de l'ingénieur Gustave Eiffel).



Pont de Garabit (construction Eiffel)

Le tablier (où il y a la route) du pont est porté par une ou plusieurs poutres en bois, en acier, en béton armé. Les poutres provoquent sur leurs supports des forces de réactions verticales.



+ Cette structure paraît très légère, aérienne. Pourtant très solide.

Remarques:

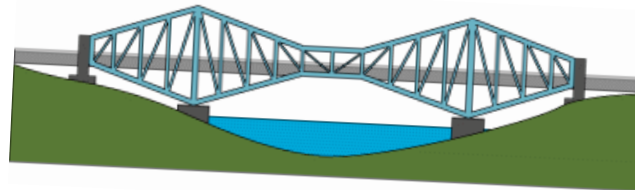
Une ferme : Les côtés du pont peuvent être constitués d'un assemblage de poutres (ferme), l'ensemble est alors plus rigide et permet ainsi d'augmenter la distance entre 2 piles.



- Sensibilité aux différences de température. Le pont peut s'agrandir ou se rétrécir suivant l'heure (en journée, la nuit) et la saison (hiver, été). Et même si le mouvement est faible (pouvant aller jusqu'à 40 cm), le pont pourrait donc s'arracher de ses ancrages, mais aussi laisser apparaître un trou entre le bord et le pont. La parade a été trouvée en ancrant un seul des côtés du pont et en laissant l'autre se déplacer selon l'axe du pont.

- La hauteur du pont : quelle hauteur faut-il prévoir pour les piles (piliers) ? Tout dépend de ce qui doit passer sous le pont.

- La distance d'une pile à l'autre : La travée est fonction de la solidité de la poutre. Plus le matériau est épais, plus grande sera la masse qu'il peut supporter. Mais, plus le matériau est épais, plus le pont est lourd. Une poutre très solide risque d'être trop lourde pour la «travée» et de fléchir. Il est possible d'alléger la poutre en ayant recours à une ferme.



PONT A POUTRES



PONT EN ARC

Le tablier du pont est porté par une ou plusieurs arches en bois, en pierre, en acier ou en béton armé.

La structure exerce sur ses appuis des forces qui ont tendance à les écarter.

Le tablier peut être en dessus de l'arc ou en-dessous.

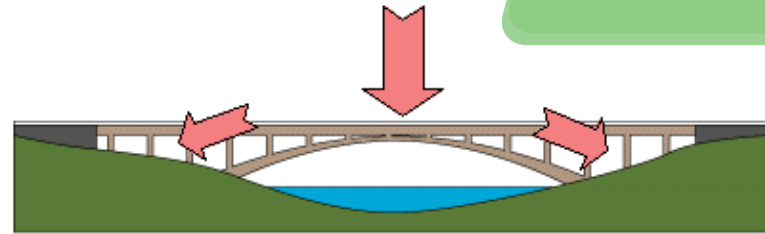
Les appuis à droite et à gauche sont donc épais pour faire masse et s'opposer aux forces qui s'exercent.

Les Romains ne réalisèrent que des ponts en demi-cercles, mais des ponts plus longs, fins et elliptiques sont aussi possibles.

Plusieurs de leurs ponts sont toujours debout de nos jours

Les ponts en arc sont constamment comprimés, par conséquent les Romains employaient la pierre, un matériau facilement disponible et durable, pour les construire.

Tout le poids du pont était supporté par la clé de voûte : la pierre centrale de l'arc du pont, au sommet de l'arc.



Pont de Garabit (en Auvergne)



+ Les ponts en arc peuvent être très longs puisque plusieurs arcs peuvent se suivre en une ligne continue.



- L'obligation de réalisation de coffrage importante pour la construction en pierre.

- L'obligation d'avoir des appuis à droite et à gauche solides pour s'opposer aux forces qu'exercent le pont.

- La hauteur du pont dans certains cas.

PONT SUSPENDU

La maîtrise de l'acier a permis la construction des premiers ponts suspendus dès le XIXe siècle. Les ponts suspendus classiques sont conçus selon une technique de construction très ancienne, celle qu'on utilise pour les ponts en lianes, mais avec des câbles en acier et une portée bien plus longue.

Les ponts suspendus sont en réalité des ponts en arc qui sont inversés, et dont la solidité dépend de la «traction» et non plus de la «poussée» comme dans les ponts en arc.

Le principe des ponts suspendus est de maintenir le poids du tablier par deux câbles porteurs solidement arrimés aux berges ou sur les massifs d'ancrage. Le pont suspendu comporte : 2 piliers (un de chaque côté) et deux câbles porteurs qui supportent le tablier du pont.



pont de Tancaurville (Havre)

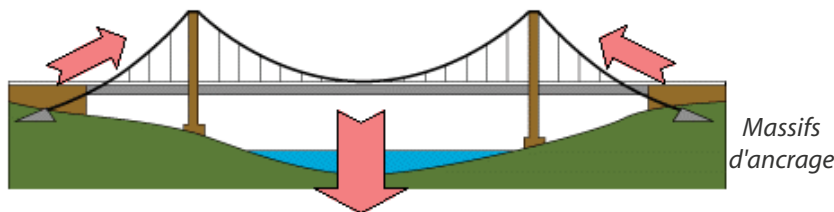


- Il nécessite la présence de massifs d'ancrage, indispensables pour retenir les forces considérables qui s'exercent.

- L'entretien, comme le remplacement des câbles devient un travail très dur et fastidieux, demandant plusieurs mois ainsi que la fermeture du pont durant ce délai.

- Les ponts suspendus sont très souples, ce qui ne pose aucun problème, tant que l'oscillation du pont est différente de la force répétitive du vent. Autrement, le mouvement oscillatoire pourrait être amplifié, causant la désintégration du pont.

(exemple du pont de Tacoma, inauguré le 1er juillet 1940 qui s'est effondré le 7 novembre 1940 soit quelques mois plus tard).



Massifs d'ancrage



+ Les ponts suspendus peuvent enjamber des distances beaucoup plus grandes que tout autre type de pont.



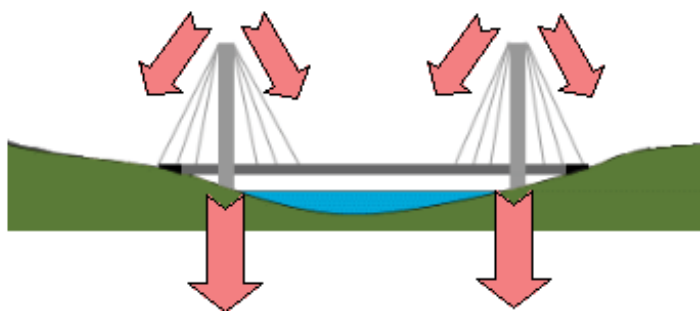
Pont de Tacoma 1940

Depuis près de 40 ans, les ponts suspendus s'effacent au profit d'une autre technique, plus légère et plus audacieuse pour la partie bétonnée :

Le pont à haubans.

Tel un bateau, les 2 piliers sont appelés "mâts" et les câbles qui soutiennent les mâts, des "haubans".

Chaque élément du tablier est soutenu par un câble. Cependant tous ces câbles (haubans) partent des mâts et non pas d'un gros câble qui court d'un pilier à l'autre.



+ Enjamber des distances beaucoup plus grandes que tout autre type de pont.

+ Par rapport au pont suspendu, on économise sur l'énorme câble qui supporte l'ensemble du poids de l'ouvrage. C'est donc moins cher à construire.

+ La répartition des forces au niveau des piliers rend inutile la réalisation de massifs d'ancrage dans les berges.

+ Possibilité d'être construit sur à peu près tout type de terrains.

+ Au niveau la maintenance, il n'est plus nécessaire d'arrêter entièrement la circulation, les autres haubans pouvant supporter le poids du pont par rapport à un pont suspendu.

PONT A #AUBANS



Pont de Normandie



Les haubans doivent être élevés, et sont par conséquent, plus fragiles et plus vulnérables au vent et aux vibrations engendrées par la circulation (maximum de portée 1000 m).



Pont de Millau

Remarques :

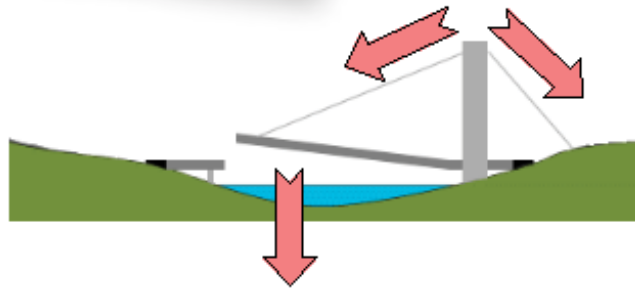
Exemple : pont de Millau, dont une pile est plus haute que la tour Eiffel qui utilise à la fois la technologie des ponts viaduc (avec les piles) et la technologie des ponts à haubans.

Pont basculant :



Tower Bridge (Londres)

Un pont-levis est un pont dont le tablier peut être relevé par rotation autour d'un axe situé à une extrémité.



+ Protection : le pont étant l'unique accès à un château fort, au-dessus d'un fossé lorsqu'il est relevé, il constitue une barrière supplémentaire aux ennemis.

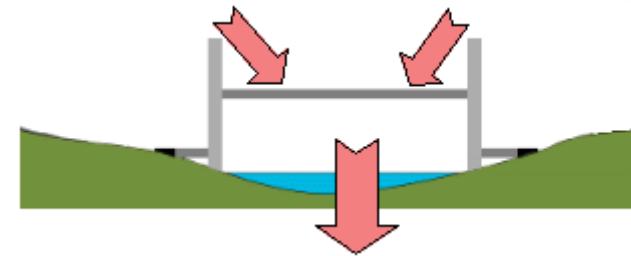
+ Pratique : pour permettre le passage d'un navire de grande hauteur par exemple. Dans ce cas, on parle de pont basculant (le Tower Bridge). Lorsque le tablier du pont est relevé par translation, on parle alors de pont levant (le Pont de Recouvrance à Brest).

PONT LEVIS

Pont levant :



Pont de Rouen

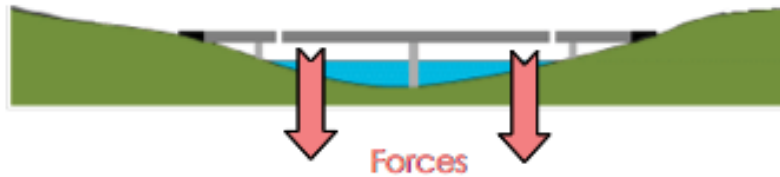


- Obligation de piliers imposants.

- Nécessité de contre-poids pour faire face aux forces.

PONT TOURNANT

Un pont tournant est un pont dont le tablier est monté sur un pivot, ce qui permet de faire tourner le tablier horizontalement pour le présenter dans l'axe de la voie d'eau qu'il franchit : ainsi, un navire peut circuler dans le passage dégagé par la rotation du tablier (le viaduc de Caronte). Bien souvent cette technologie de pont est associée avec la technologie des ponts à poutre.



- Le pillier central peut être un danger à la navigation en cas de mauvaises conditions atmosphériques.

- Ce pillier réduit la largeur du chenal.

- Lorsqu'il est ouvert, le pont doit être capable de maintenir sa structure en porte-à-faux mais lorsqu'il est fermé, le poids des automobiles nécessite des supports sous la travée. On a donc des forces de compression et de tension qui peuvent s'exercer alternativement au même point du pont.

- Un choc en bordure des rives, par un navire à la dérive par exemple, peut lui faire effectuer un début de rotation ce qui va devenir un danger pour la circulation sur le pont.



+ Comme il ne nécessite pas de contre-poids comme un pont-basculant, sa construction est plus simple et légère.

+ Si le chenal est assez large, on peut faire passer les navires dans les deux directions lors de son ouverture, ce qui permet de créer un sens de circulation et d'augmenter la sécurité du trafic.