

Introduction

Depuis que l'homme a jeté le premier tronc d'arbre en travers d'un ruisseau pour le franchir, il a été fasciné par les ponts et leur pouvoir de rapprocher les hommes. Ces ouvrages sont présents dans les mythes et les légendes. Certains ponts traversent l'Histoire, résistent aux assauts des hommes et de la nature. D'autres se sont écroulés au cours des guerres ou à l'occasion de crues et de tempêtes.

Les ponts sont caractéristiques de leur époque. La variété de leurs dimensions et de leurs formes reflète le développement des connaissances techniques ainsi que l'histoire des matériaux de construction.

Les ouvrages se sont multipliés avec le développement des moyens de transport et de la société industrielle du 19^{ème} siècle. La pierre et le bois laissent la place à de nouveaux matériaux. Le fer, l'acier, le béton, permettent progressivement la construction de ponts de plus en plus grands.

En 1884, Gustave Eiffel dessine la structure métallique du viaduc de Gabarit. En 1899, François Hennebique, architecte français, réalise le 1^{er} grand pont en béton armé à Châtellerault.

Durant plusieurs décennies, les américains vont passer maître en construction de grands ouvrages avec les ponts suspendus : pont de Brooklyn (1883), pont du Verrazano (1964). Ils atteignent des portées inégalées en Europe. Mais depuis une trentaine d'années, grâce à l'essor du réseau autoroutier et à la modernisation du réseau ferroviaire, on assiste à des projets gigantesques sur notre continent et en Asie.

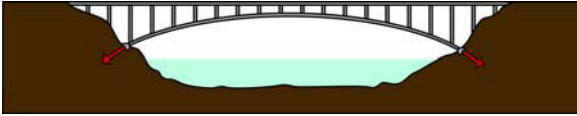
Les ponts à haubans deviennent de véritables œuvres d'art technologiques.

Les ingénieurs prédisent l'arrivée d'un nouveau type de ponts hybrides associant des sections de différents types et des travées suspendues ou haubanées de grandes longueurs. Des matériaux composites très résistants et très légers encouragent l'audace des architectes qui associent esthétique et haute technologie dans leurs projets.

La poésie des ponts se révèle à ceux qui apprennent à les regarder. Ces véritables monuments témoignent de l'intelligence, des efforts, et des tours de force de ceux qui les ont conçus et édifiés.

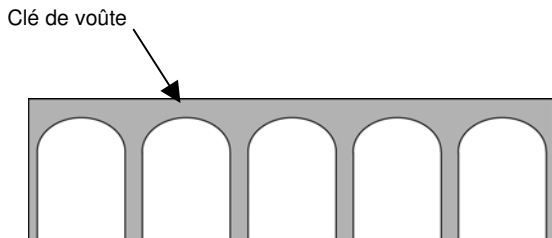
Les 3 grands types de ponts

1. Les ponts en arc



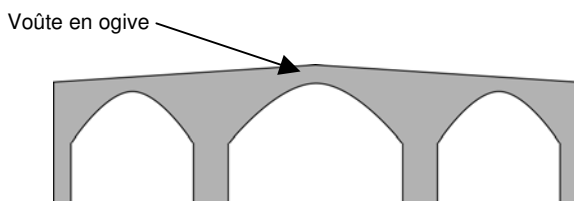
Le tablier du pont est porté par une ou plusieurs arches en bois, en pierre, en acier, en béton armé ou précontraint. Ce tablier peut être au-dessus ou au-dessous de l'arc. La structure exerce sur ses appuis des forces qui ont tendance à les écarter.

Les 1^{ers} arcs construits pour des ponts remontent à l'Antiquité. Les Romains ont développé les arches de pierre en demi-cercle. L'édification de plusieurs arches accolées, construites sur le même cintre, permet le franchissement de larges obstacles.



Arches romaines

Les ponts du Moyen-Age sont caractérisés par des voûtes en arc brisé ou ogive. Cette technique offre l'avantage de réduire la taille des piles mais présente l'inconvénient d'accentuer le dos d'âne du pont.



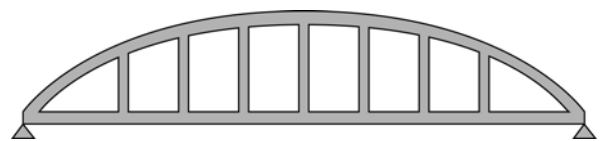
Pont du Moyen-Age

A partir de la Renaissance, les ponts considérés comme des œuvres d'art commencent à être décorés. Au 18^{ème} siècle, Jean Rodolphe Perronet, fondateur de l'école des Ponts et Chaussées réalise des ouvrages à arches surbaissées de grande portée qui présentent un amincissement spectaculaire des piles.



Pont du 18^{ème} siècle

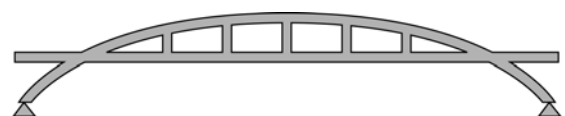
Au 19^{ème} siècle, le développement des chemins de fer et la nécessité d'ouvrir de nouvelles voies de communication sont à l'origine de la construction d'un grand nombre de ponts en arc. De nouveaux matériaux tels que l'acier et le béton ont des qualités mécaniques qui permettent l'augmentation des portées. La grande diversité des ponts en arc témoigne depuis cette époque des progrès techniques et architecturaux.



Pont en arc à tablier inférieur

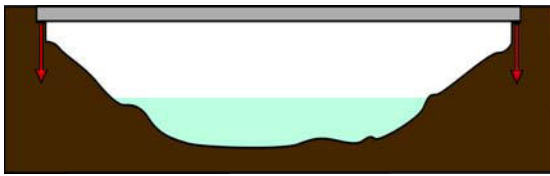


Pont en arc à tablier supérieur



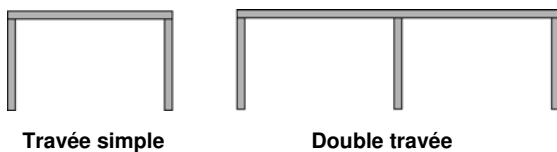
Pont en arc à tablier intermédiaire

2. Les ponts en poutre



Le tablier 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.

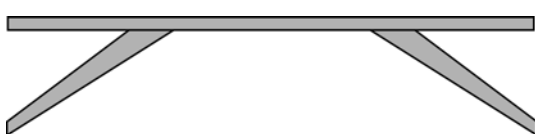
Quand on choisit en raison du coût, de l'utilisation ou de la configuration du site d'édifier un pont en poutre, on atteint vite la limite de portée. En effet, si l'on veut allonger la portée, on doit augmenter l'épaisseur des poutres pour empêcher leur fléchissement. Mais on accroît considérablement le poids de l'édifice qui arrive alors à son point de rupture. Pour remédier à ce problème de limite, on construit, lorsque cela est possible, plusieurs piles délimitant les travées. Selon la taille de l'obstacle à franchir, le pont poutre peut avoir une ou plusieurs travées.



Travée simple

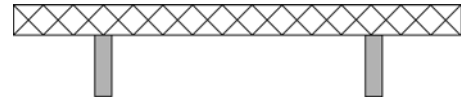
Double travée

Une autre solution consiste dans certains sites à incliner les piles. On obtient un pont à béquilles dont les appuis se rapprochent de ceux d'un pont en arc.



Pont à béquille

Pour augmenter la portée des ponts en poutre, tout en limitant le poids de l'édifice, on utilise des poutres en treillis. Ces poutres allégées ne fléchissent pas sous leur propre poids.

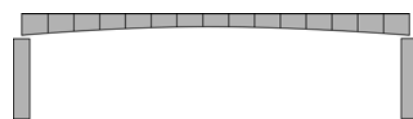


Pont en treillis

De nos jours, l'évolution des techniques de construction et l'utilisation de nouveaux matériaux permettent la construction de pont en poutre de conceptions variées et de taille gigantesque. Les poutres de grande section sont creuses et constituées d'éléments juxtaposés appelés des voussoirs en caisson. Le caisson peut avoir une section différente selon qu'il se situe au niveau d'une pile ou au milieu d'une travée. Chaque travée du pont présente alors la forme d'une arche très aplatie.

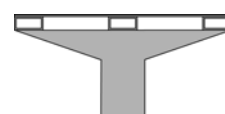


Coupe transversale d'un caisson

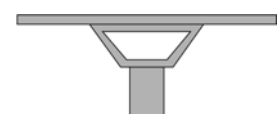


Poutre en caisson

Pour les ponts de grande largeur, le tablier repose sur plusieurs poutres parallèles en caisson ou sur une seule poutre présentant un large encorbellement.



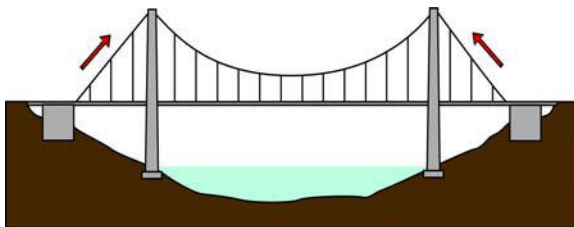
Pont à 3 poutres en caisson



Pont monopoutre à large encorbellement

3. Les ponts à câbles

Le tablier du pont est porté par des câbles en acier par l'intermédiaire de suspentes. Les câbles porteurs exercent des efforts de traction sur les massifs d'ancrage.

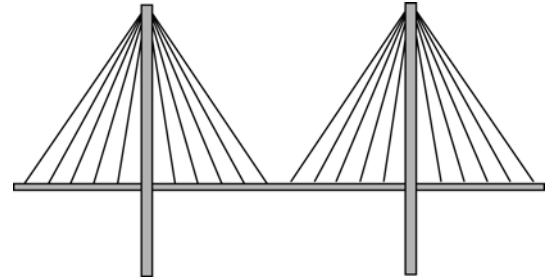


Pont suspendu

Les ponts suspendus par des cordes ou des lianes existent depuis longtemps en Asie. Au Tibet par exemple, ils permettent le franchissement des gorges par les piétons. Mais les grands ponts suspendus datent du 20^{ème} siècle. Le tablier repose sur des poutres transversales soutenues par des câbles reliés à des pylônes. En multipliant le nombre de pylônes et de câbles, on peut construire des ponts suspendus très longs de grande portée. Le record mondial actuel détenu par le pont de Kôbe-Naturo au Japon : sa portée centrale est de 1990 mètres des câbles porteurs, dont la traction s'exerce sur les massifs d'ancrage partent des suspentes verticales reliées aux poutres transversales du tablier.

Les ponts à haubans sont aussi très anciens dans leur principe. Mais les grands ponts de ce type ont principalement été construits au 20^{ème} siècle. Le nombre de ces ouvrages ne cesse de croître sur tous les continents car ils évitent la fabrication des énormes massifs d'ancrage des ponts suspendus. Dans un pont à haubans, chaque câble vient directement s'accrocher sur le tablier. La disposition et le nombre de haubans varient selon les ouvrages.

Les câbles en éventail partent du sommet des pylônes, les câbles en harpe sont parallèles et s'échelonnent tout le long du pylône.



Pont à haubans

Lexique sur les ponts

Appui : Support du tablier, pile ou culée.

Arrière et avant-bec : Saillies sur une pile, en amont et en aval.

Béquille : Pile inclinée, généralement appuyée sur une culée.

Bow string : Arc supportant un tablier inférieur au moyen de tirants.

Caisson : Élément tubulaire constituant la poutre d'un tablier ou celle d'une pile ou d'une fondation.

Cantilever : Partie centrale d'un tablier ou d'une travée, prenant appui sur les parties adjacentes placées en porte-à-faux sur les piles.

Culée : Appui du pont à chacune des extrémités du tablier.

Hauban : Câble incliné supportant le tablier ou stabilisant une pile.

Pile : Support vertical recevant le tablier de part et d'autre.

Portée : Distance entre deux piles successives.

Pylône : Élément vertical surmontant une pile au dessus du tablier et supportant les câbles des ponts suspendus et haubanés.

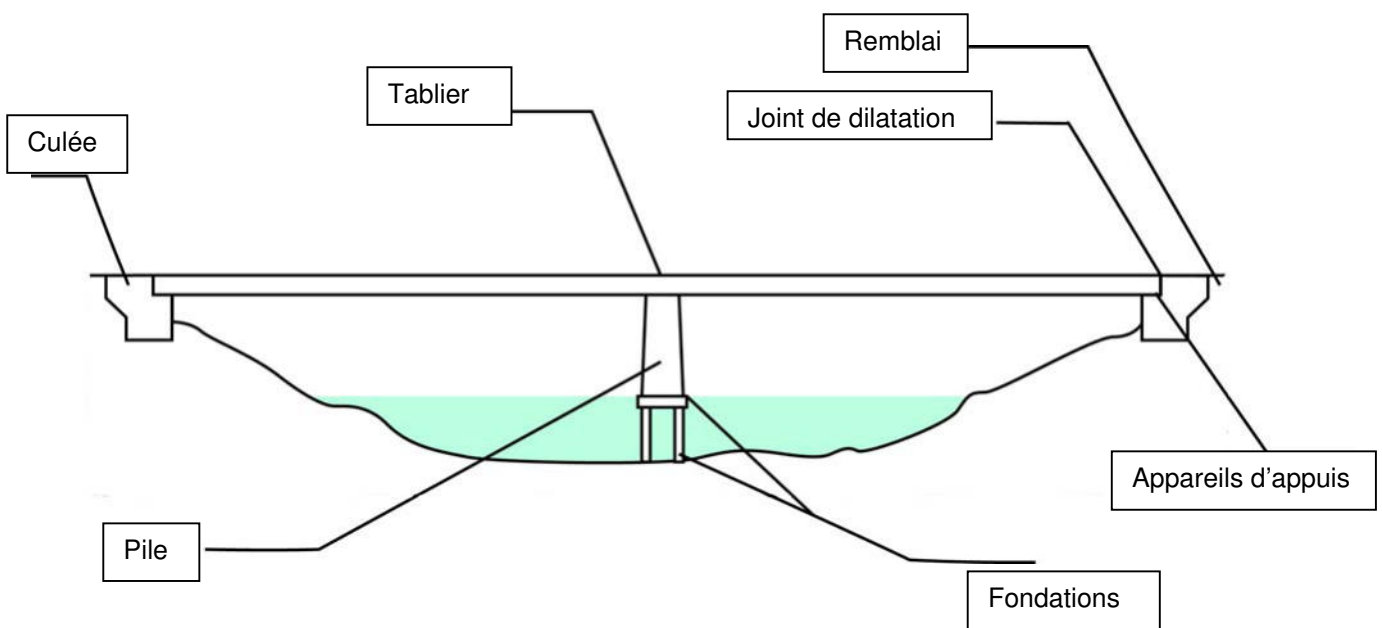
Suspente : Câble ou élément tendu supportant le tablier-pont suspendu ou bow-string.

Tablier : Partie horizontale du pont supportant la voie-route ou chemin de fer.

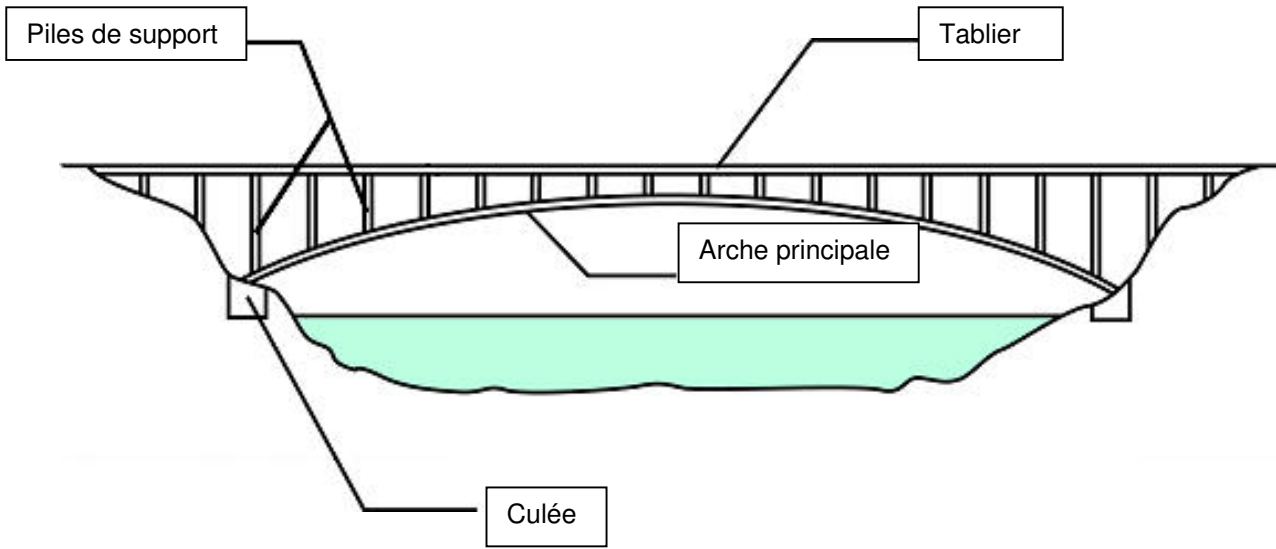
Travée : Portion du tablier comprise entre deux piles ou entre une pile et une culée.

Treillis : Poutre ajourée, composée de barres reliées entre elles, croisées ou perpendiculaires.

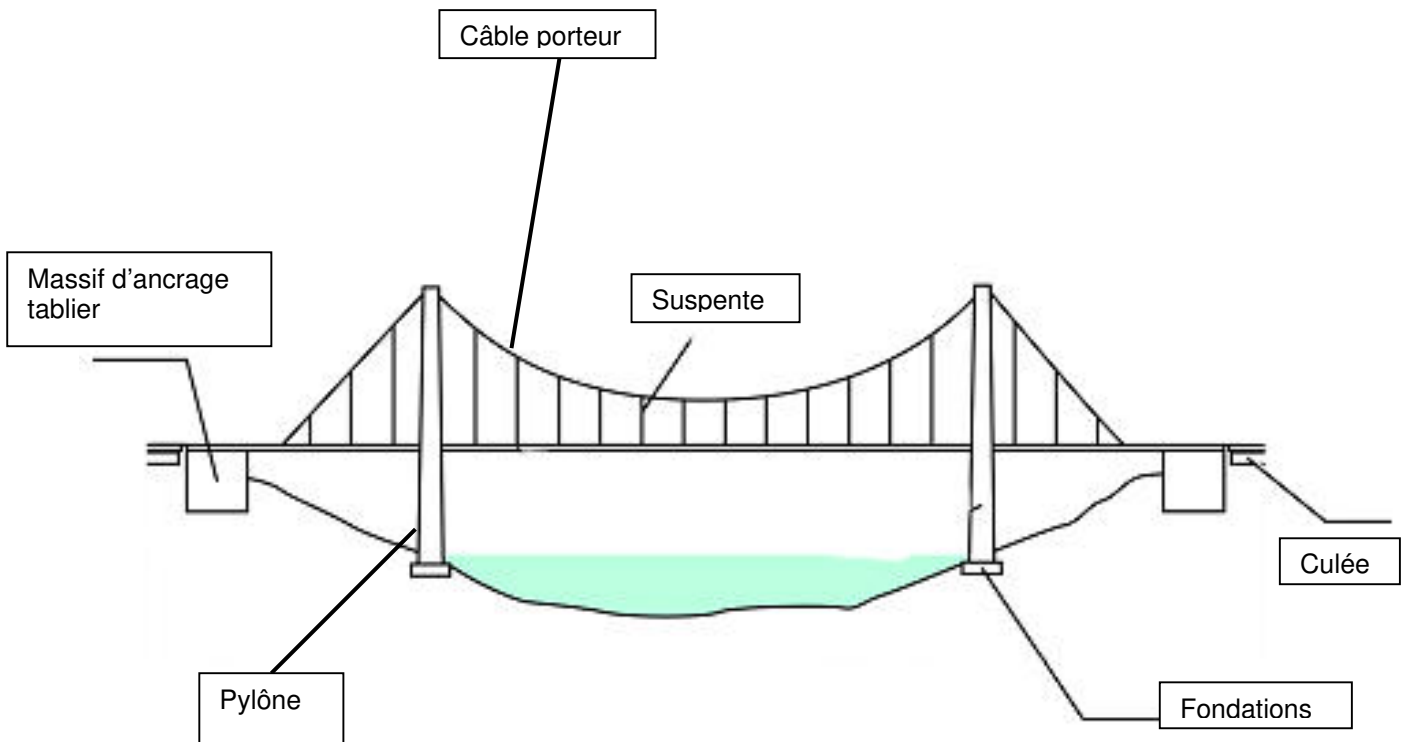
Schémas des différents types de ponts



Pont en poutre



Pont en arc à tablier supérieur



Pont suspendu

Les ponts mobiles

Les ponts, utilisés pour franchir un obstacle, sont parfois une contrainte pour la circulation maritime et fluviale. L'alternative est donc d'avoir des ponts avec une partie mobile permettant ainsi de libérer la voie navigable.

Ces ponts possèdent une ou plusieurs travées tournantes, levantes, basculantes ou rétractables, pour laisser passer les bateaux. Ces travées autrefois en bois sont aujourd'hui métalliques.

Il existe différents ponts mobiles :

- le pont-levis, composé d'un tablier articulé à une extrémité et tiré par un câble vers le haut à l'autre extrémité, se lève jusqu'à la verticale. Il est traditionnellement associé aux châteaux forts, mais il fait aussi partie des ponts mobiles contemporains. La structure avec un contrepoids est montée sur un pylône et reliée au tablier par des câbles. Le contrepoids équilibre le poids du tablier : il suffit d'une petite force pour rompre cet équilibre et lever le pont.
- Le pont basculant possède un tablier qui se lève comme une barrière routière pour permettre l'accès aux voitures. Il peut être à un seul ou deux volets. Moins encombrant et d'apparence plus simple, son mécanisme demande une grande chambre de manœuvre enterrée pour loger le contrepoids du tablier qui permettra de lever la partie apparente du tablier, pivotant sur un axe ou sur un chemin de roulement.

- Le pont tournant est constitué d'un tablier qui tourne horizontalement sur un quart de tour autour d'un axe vertical.



Crédit photo : Pierre Baudier

- Le pont levant a un tablier qui se lève tout en restant horizontal. Il est tiré sur ses quatre extrémités par des câbles reliés en permanence à des contrepoids. Son principe pourrait être assimilé à celui d'un ascenseur : une cabine suspendue à des câbles, une poulie en partie haute et un contrepoids à l'autre extrémité. Pour le lever, un moteur électrique fait tourner les poulies hautes, faisant descendre les contrepoids et monter le tablier. Le tablier de ce type de pont est par conséquent, en suspension permanente. Pour cela il est très léger et est plus sensible aux effets du vent qui tendront à le soulever. Toute une étude aéraulique s'impose.
- Le pont transbordeur ou pont à transbordeur est constitué d'une nacelle (ou transbordeur) suspendue à un chariot roulant sous le tablier pour faire passer les véhicules et les personnes d'une rive à l'autre. La traction, par câble commandé depuis la rive, fonctionnait grâce à une machine à vapeur puis, a été remplacée par un moteur électrique.

Les contraintes subies par les ponts

Les ponts sont des ouvrages d'art comme les autres grandes constructions de génie civil (barrages, canaux, digues de protection de ports...). Mais quelle que soit leur esthétique, tous ces édifices sont soumis à des contraintes.

Les ponts sont particulièrement exposés et doivent résister à de nombreux efforts :

1. la **flexion**, qui a tendance à plier le tablier du pont comme en pliant une règle.
2. la **compression**, qui écrase la matière, qui comprime les piles des ponts, comme quand quelqu'un nous marche sur le pied.
3. la **traction**, qui a tendance à écarter la matière, comme en tirant sur un élastique.
4. le **cisaillement**, qui coupe la matière, comme s'il s'agissait d'une baguette de pain tranchée avec un couteau.
5. la **torsion**, qui a tendance à vriller la structure, comme en essorant un torchon, ou une serviette.

Les dommages sur les ponts ont des causes diverses :

Le trafic routier (voitures, bus, tramways, trains) sollicite dynamiquement les ponts et crée des vibrations qui augmentent le poids statique du pont. Les fondations du pont doivent donc être capables de retransmettre toutes ces charges au sol évitant ainsi au pont de s'enfoncer.

Les intempéries

- L'eau peut être responsable de la corrosion des parties métalliques, et des armatures dans les ouvrages en béton. Autrefois, le courant dans les rivières pouvait entraîner l'affouillement autour des fondations des piles. Ce phénomène est de nos jours maîtrisé.

- Les effets de la température modifient la vitesse de corrosion, les propriétés des matériaux et le comportement structurel à cause de tensions parasites et à cause de la dilatation de certaines parties du pont. Ces phénomènes sont de nos jours bien connus et maîtrisés.

- Le vent peut provoquer des phénomènes aéro-élastiques (le tablier a tendance à se vriller légèrement) et si ces phénomènes ne sont pas amortis par la structure, ils peuvent s'amplifier et causer l'effondrement du pont. L'exemple le plus connu est celui du pont de Tacoma, aux Etats-Unis, en 1940. Le pont a été victime du phénomène de résonance, l'amplification des oscillations est devenue si forte que le pont s'est effondré.
<http://www.koreus.com/modules/news/article7147.html>.

Une autre vidéo illustre ce phénomène d'oscillations. Il s'agit d'un pont à Volgograd dans le sud de la Russie http://www.wat.tv/video/pont-oscille-dangereusement-2sc3v_2ey61_.html.

- Les ondes générées par le sol lors des tremblements de terre transmettent une accélération horizontale importante à la structure. Même si ces phénomènes sont souvent pris en compte dans les calculs, il n'est pas rare de voir des ponts basculer suite à un séisme, comme à Kobé au Japon, en 1995.

Les chocs des navires contre les piles de ponts ne sont pas rares mais sont sans conséquences.

Les guerres

Les ponts, moyens de communication privilégiés, ont toujours été des cibles de choix en cas de guerre. Par exemple, l'ancien pont de Castillon la Bataille (Gironde) fut détruit par les alliés pour empêcher l'avancement des troupes allemandes pendant la 2nde Guerre mondiale.

Les métiers

Client – Maître d’ouvrage

C'est le propriétaire ou l'utilisateur de l'ouvrage. Il peut être une personne privée ou représenter une institution publique, une association.

En amont du projet, il en organise le montage financier, et en choisit tous les acteurs : architectes, ingénieurs, entreprises, bureau de contrôle...

Suivant l'avancement du chantier, il paye les entreprises.

Formation:

Pas de formation précise requise, mais une connaissance des métiers du bâtiment et de la gestion financière est nécessaire.

Patron de chantier

C'est le responsable ultime sur un chantier. Délégué de l'entreprise, il est libre de prendre toutes sortes de décisions stratégiques sur le chantier. Il gère tous les éléments clés de l'opération : délais, qualité du bâti, résultat financier. Il doit avoir une vision d'ensemble et être capable de réagir à tout moment sur les sujets importants du chantier. Il est responsable de tout le personnel de son entreprise présent sur le chantier.

Formation:

La plupart du temps, il s'agit d'ingénieurs formés dans le BTP avec un long parcours dans l'entreprise et ayant déjà fait preuve de leurs compétences sur des opérations similaires. Il est un homme de terrain, ses compétences sont dues en partie à sa formation mais aussi et surtout à des acquis sur le terrain, à son expérience.

Conducteur de travaux

Il travaille en binôme avec le chef de chantier. C'est le pivot entre celui-ci, les services techniques et les services financiers du chantier. Il s'occupe des sous-traitants et des fournisseurs, il suit les comptes du chantier, et gère avec le chef de chantier les problèmes de main d'œuvre et les problèmes techniques. Réactif et communicant, il a une forte charge de travail.

Formation:

Il est possible d'intégrer le monde du bâtiment comme aide-conducteur de travaux, en ayant déjà un diplôme de niveau bac+2 à bac+5 : DUT génie civil (option Bâtiment ou Travaux publics), écoles d'ingénieur proposant une spécialité conducteur de travaux (ESTP, ISCO...), licences et masters pro en bâtiment ou génie civil.

Les jeunes ingénieurs démarrent souvent leur carrière dans les chantiers comme conducteurs de travaux. C'est un métier qui met rapidement en face des réalités et des responsabilités de la gestion d'un chantier, ils évolueront par la suite vers d'autres postes à responsabilité.

Architecte

La vocation de l'architecte est de participer à tout ce qui relève de l'aménagement de l'espace et plus particulièrement de l'acte de bâtir. Il intervient sur la construction, la réhabilitation, l'adaptation des paysages, des édifices publics ou privés, à usage d'habitation, professionnel, industriel, commercial, des ouvrages d'art comme les ponts. Il répond aux attentes du projet de chaque usager en veillant au respect de l'intérêt collectif.

L'architecte est compétent pour intervenir à tous les niveaux d'un projet, de la conception au suivi de la réalisation des travaux.

Formation:

Bacs conseillés : S, L, ES, STG, STI (mais les bacs S sont les plus nombreux). Pour exercer, il faut obtenir le diplôme d'architecte Diplômé d'Etat avec une « Habilitation à exercer la Maîtrise d'œuvre en Nom Propre »

Ingénieur

Par sa formation de haut niveau scientifique, il a une attitude rationnelle, une forte capacité d'analyse, une force de proposition, des méthodes pour résoudre les problèmes et une attitude rassurante dans la conduite des projets.

S'il travaille avec des architectes, sa vision rigoureuse du projet lui permet de soulever les problèmes techniques qui pourraient apparaître plus tard et proposer des solutions techniques pour les pallier.

Dans l'idéal, Il propose des solutions techniques aux architectes, permettant de pousser le projet architectural au plus loin.

Formation :

Bacs S-SI, il doit suivre pendant les deux premières années des cours préparatoires en math sup pour pouvoir accéder plus tard par concours aux grandes écoles d'ingénieurs. La formation en tout est de Bac+5.

Chef de chantier

Le chef de chantier intervient à chaque étape de la construction. C'est une des pièces clés du chantier. Il est responsable sur le site de la bonne exécution des travaux et de la gestion des ouvriers qui lui sont rattachés. Sous la responsabilité d'un conducteur de travaux, il dirige les équipes, leur transmet les derniers plans après les avoir contrôlés. Il coordonne et planifie les travaux. Il assure l'organisation, la gestion et le suivi du chantier.

Très respecté sur le site, il motive les équipes et veille à transmettre la culture du respect des règles de l'art, des hommes, et de la sécurité.

Formation:

Gravir un à un tous les échelons d'ouvrier professionnel à chef d'équipe, puis à chef de chantier, ou faire un diplôme de niveau IV (BP, BT...) qui conduit rapidement aux fonctions de chef d'équipe, et plus tard chef de chantier.

Ferrailleur

En suivant les plans de ferrailage, il assemble les barres de fer, les armatures, sur le chantier ou dans les ateliers. Ces barres de fer sont le squelette des structures en béton. Il met ensuite ces barres en place sur le chantier : un travail important qui ne se voit pas, car elles seront bientôt recouvertes de béton.

Formation:
Diplôme de niveau IV du type Bac Pro.

Formation:
Diplôme de niveau V (CAP/BEP), ou de niveau IV du type Bac pro ou Brevet de Technicien.

Bancheur-coffreur

Le béton est un mélange d'eau, de ciment, et des granulats. Celui-ci est liquide avant durcissement, ce qui facilite sa mise en place. Le coffreur-bancheur s'occupe de réaliser la structure qui va contenir le béton avant son durcissement. Cette structure pourra être en bois et contreplaqué, pour des zones compliquées, ou en métal pour des murs standards, on parle alors de banches. Le coffreur-bancheur aura un rôle très important sur chantier, car de ses coffrages dépendra l'aspect et la forme du béton fini.

Formation:
Diplôme de niveau IV du type Bac Pro.

Maçon

Le maçon réalise des travaux de gros œuvre : ouvrages en béton et maçonnerie sur tous types de bâtiments.

Il coule le béton dans les fondations, réalise les murs en béton ou en parpaings, construit les planchers, soit en béton soit en éléments préfabriqués.

Il construit la structure du bâtiment ou de l'ouvrage : la base sur laquelle tout le reste s'appuie.

Quelques ponts remarquables

Les ponts les plus longs

1. **Grand viaduc de Weinan Weihe**, longueur 79 732 m, fini en 2010, Chine.
2. **Bang Na Expressway**, longueur 54 000 m, plus long viaduc terrestre, fini en 2001, Thaïlande.
3. **Lake Pontchartrain Causeway**, plus long pont franchissant une voie d'eau, longueur 38 422 m, fini en 1956, Etats-Unis.

Les ponts les plus larges

1. **Zakim Bunker Hill Bridge**, largeur 55,7 m, fini en 2003, Boston, Etats-Unis.
2. **Pont de Sydney**, largeur 48,8 m, fini en 1932, Sydney, Australie.

Les ponts les plus hauts

1. **Viaduc de Millau**, hauteur 343 m, pont haubanné achevé en 2004, Millau, France.
2. **Pont de Sutong**, hauteur 306 m, pont haubanné achevé en 2008, Suzhou / Nantong, Chine.
3. **Pont du détroit d'Akashi**, hauteur 298,30 m, pont suspendu, fini en 1998, Kōbe / Île d'Awaji, Japon.

Les ponts historiques

- **Iron Bridge**, le premier grand pont métallique jamais construit, fini en 1779, Ironbridge, Angleterre.
- **New Railroad Bridge**, 1^{er} pont à haubans ferroviaire, achevé et ouvert au trafic en 1979, joint les deux rives de la Sava à Belgrade.
- **Ting Kau Bridge**, 1^{er} pont à haubans à 4 travées (3 pylônes), terminé en 1998, Hong Kong, Chine.

Autres ponts remarquables

Pont de Brooklyn
Pont suspendu, construction de 1869 à 1883, New-York, Etats-Unis.



Tower Bridge
Pont basculant, construit entre 1886-1894, à Londres, Royaume-Uni.

Golden Gate
Pont suspendu construit en 1933, Californie, Etats-Unis.



Ponte Vecchio
Pont en arcs datant de l'époque romaine et reconstruit en pierre en 1345, Florence, Italie.

Erasmus Bridge de Calatrava
Pont à haubans, achevé en 1996 à Rotterdam, Pays-Bas.



Forth Bridge
Pont à poutres cantilever construit de 1882-1890, Queensferry, Ecosse.

Pont du millénaire
Pont mobile construit en 2001, Gateshead, Angleterre



Pont du Gard
Pont à voûtes, aqueduc romain, construit en pierre au 1^{er} siècle, Vers-Pont-du-Gard, France.

Sites internet

Les ponts

- <http://fr.structurae.de/structures/stype/index.cfm?id=1>
- http://www.planete-tp.com/rubrique.php3?id_rubrique=11
- [http://www.timbresponts.fr/types de ponts schemas.htm](http://www.timbresponts.fr/types_de_ponts_schemas.htm)

Les ponts de Bordeaux

- <http://ecoles33.ac-bordeaux.fr/merignac-afrance/sites/wdeseleves/pontsdebordeaux/>
- <http://www.33-bordeaux.com/ponts-de-bordeaux.htm>
- <http://www.bordeaux.fr/ebx/portals/ebx.portal?nfpb=true&pageLabel=pgPresStand8&classofcontent=presentationStandard&id=8912>
- <http://www.art-et-histoire.com/index4o.php?segreap.php?cb=Bordeaux>
- http://www.lexpress.fr/region/8-les-ponts_480573.html
- <http://www.cestenfrance.net/art/Cat%C3%A9gorie:Bordeaux>
- <http://www.lacub.com/grands-projets/pont-bacalan-bastide>
- <http://www.lacub.com/grands-projets/franchissement-jj-bosc>

Les ponts mobiles

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_mobile
- <http://www.eurodim-sa.fr/fr/ponts-mobiles.html>

Les ponts remarquables

- http://xxi.ac-reims.fr/pf-sciences/article.php3?id_article=138
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_ponts_remarquables
- http://www.alyon.asso.fr/generale/geographie/plus_grands/

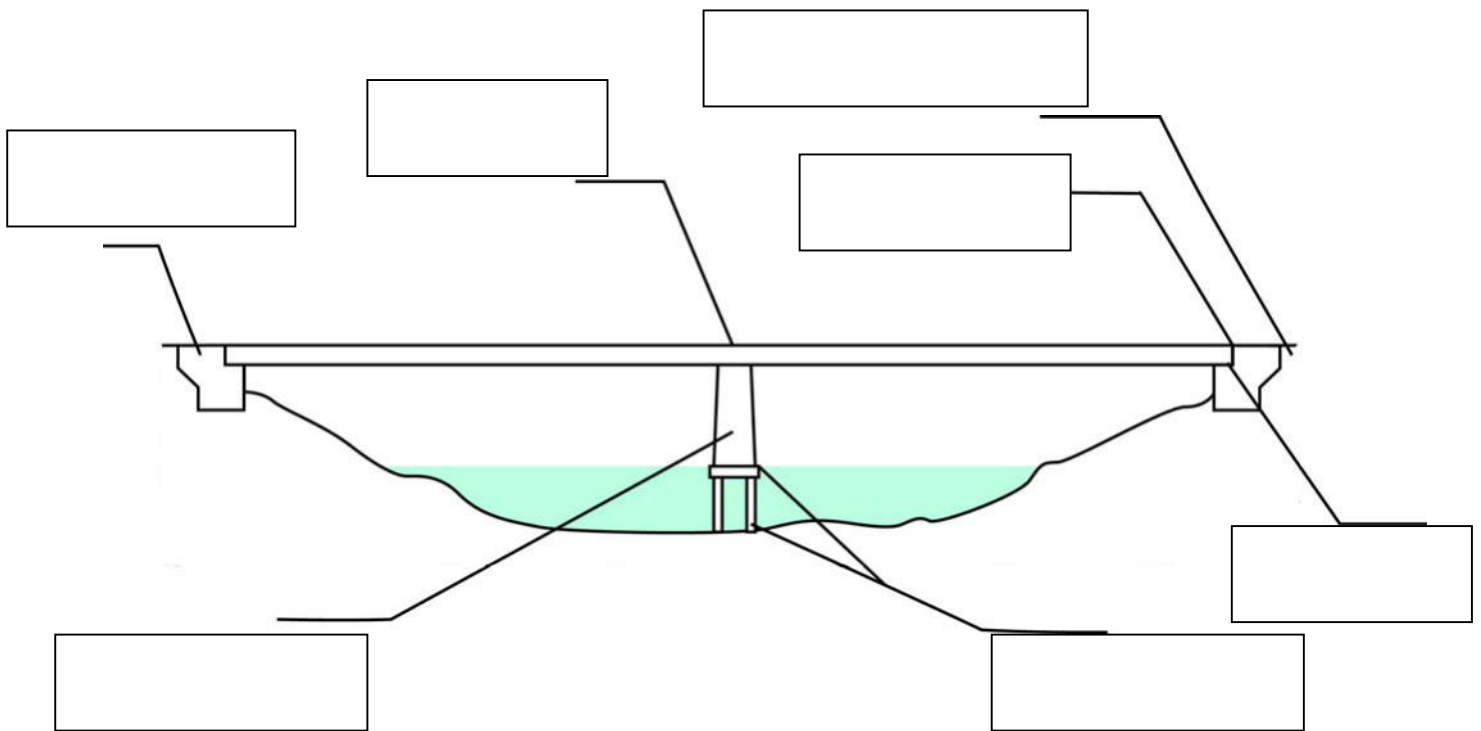
Autres sites

- http://www.banque-france.fr/fr/instit/billets/histeuro/euro_pt/billetsPont.htm#

Consigne :

Légender le schéma du pont avec les mots suivant : fondations, pile, culée, tablier remblai, joint de dilatation, appareils d'appuis.

Représenter par des flèches les forces d'appui du pont sur ses supports.

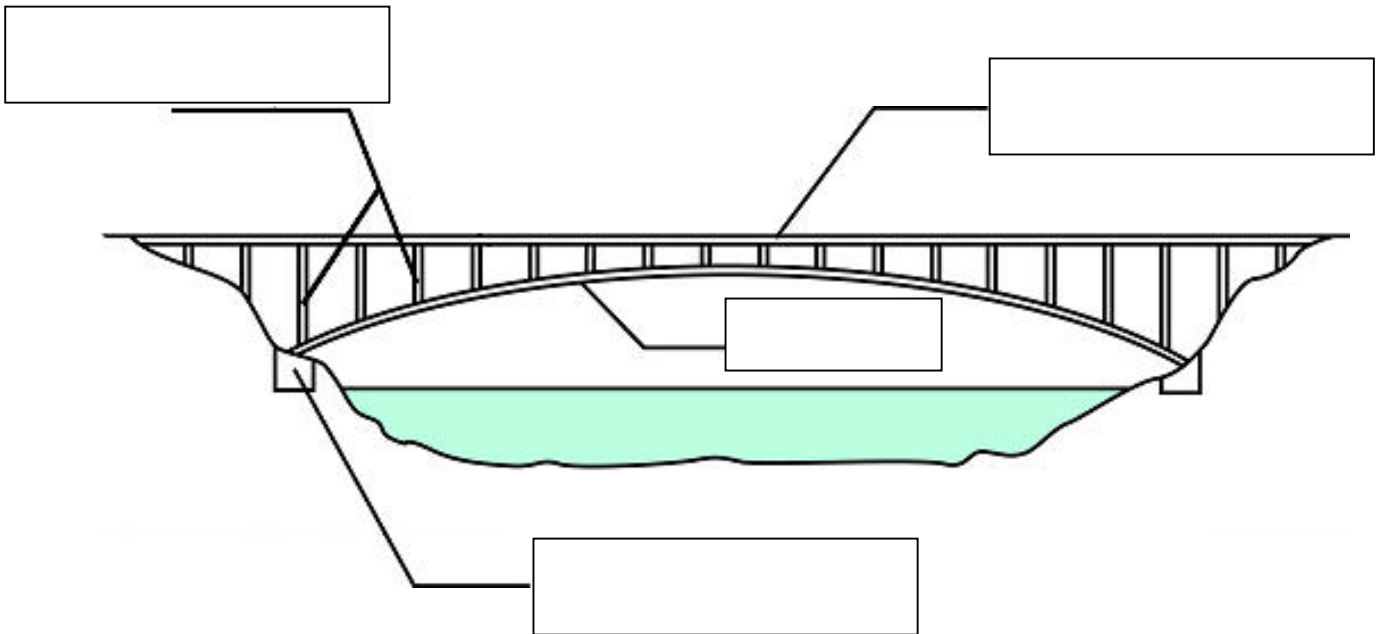


Pont en poutre

Consigne :

Légender le schéma du pont avec les mots suivant : arche principale, tablier, culée, piles de support.

Représenter par des flèches les forces d'appui du pont sur ses supports.

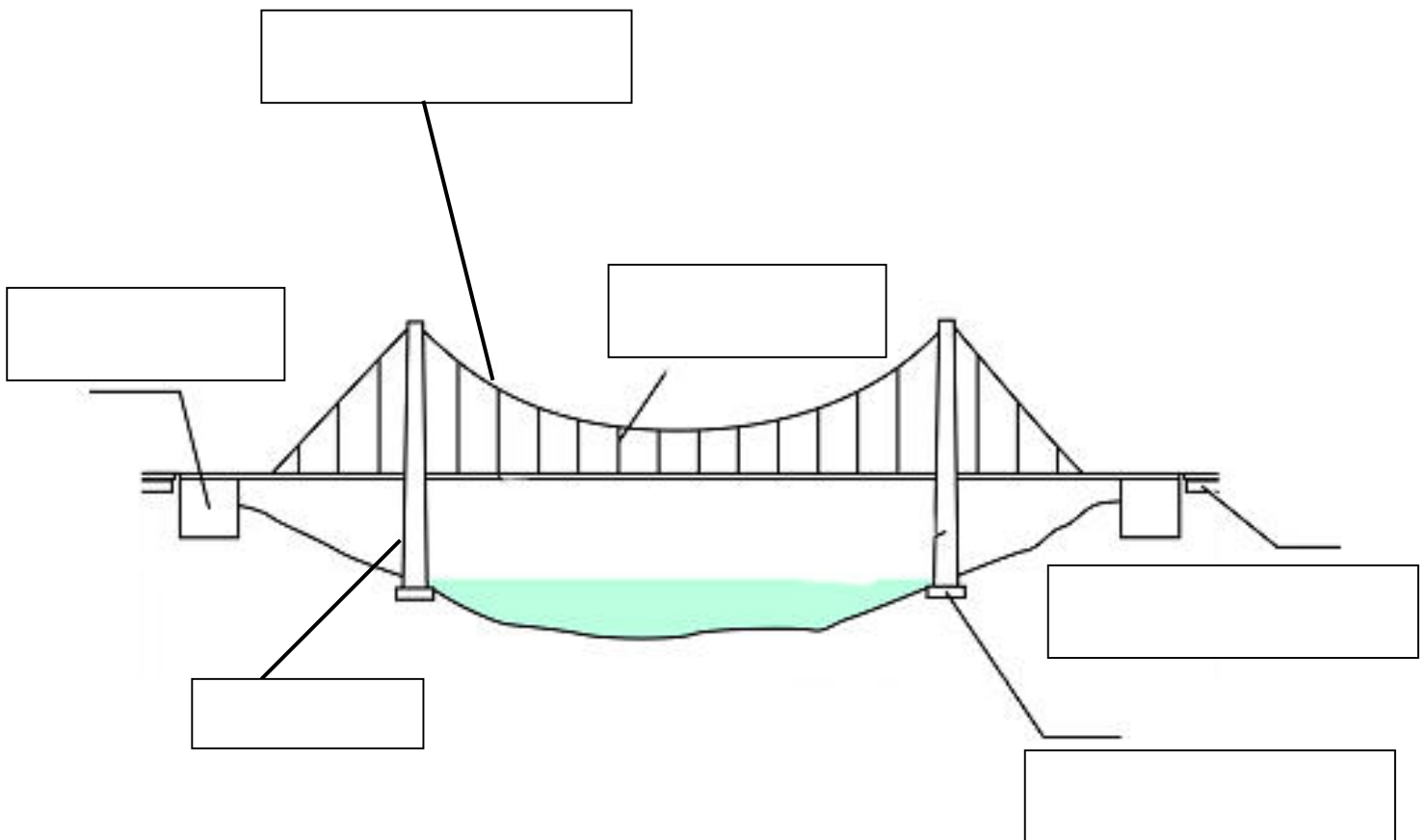


Pont en arc à tablier supérieur

Consigne :

Légénder le schéma du pont avec les mots suivant : massif d'ancrage tablier, câble porteur, culée, suspente, pylône, fondations.

Représenter par des flèches les forces exercées sur le câble porteur.



Pont suspendu