

THE MATHEMATICAL BRIDGE

PERIODE HISTORIQUE : XVIII^{ème} siècle.

DOMAINE ARTISTIQUE : Art de l'espace.

THEMATIQUE : Arts, ruptures, continuités.
(ou Arts, techniques, expressions.)

Œuvre étudiée : **The Mathematical Bridge**

Concepteurs : dessiné par **W. ETHERIDGE**
construit par **J. ESSEX**.

Date de réalisation : 1749 (reconstruit en 1866 et 1905).

Nature de l'œuvre : Ouvrage d'art : pont en bois.

Fonction : passerelle pour piétons.

Dimension : environ 12 m.

Lieu : Le **MATHEMATICAL BRIDGE** (Pont des Mathématiques) enjambe la rivière Cam qui traverse la ville de **Cambridge** (Angleterre, Royaume-Uni).



I- L'œuvre et ses concepteurs.

Contexte géographique de l'œuvre : La ville de **Cambridge** est située en Angleterre, Royaume-Uni, à 80 km au nord de Londres.

Cambridge signifie "pont sur la Cam", son nom vient donc des ponts qui enjambent la rivière qui traverse la ville.

Cambridge est célèbre pour son **université**. Le domaine prédominant dans les enseignements est les mathématiques (et les sciences). Le *Mathematical Bridge* est situé dans l'université, il relie les deux parties du Queens' College qui sont séparées par la Cam.

Description de l'œuvre : Le *Mathematical Bridge* (Pont des Mathématiques) est un pont qui a été dessiné par **William ETHERIDGE** mais construit par **James ESSEX** en 1749.

Le pont actuel n'est pas le pont original, il a été **reconstruit par deux fois, en 1866 et en 1905**.

Ce pont est **réalisé en bois** : à l'origine, il était en chêne mais lors de sa reconstruction en 1905, les architectes ont préféré utiliser du teck.

C'est un **pont en arc**. Il possède **une seule travée**.

Légende autour de l'œuvre : Ce pont tient sa célébrité d'une légende qui court à Cambridge. On dit qu'il aurait été construit par **Isaac NEWTON** en personne sans utiliser aucun moyen de fixation tels que des vis ou des boulons. Des étudiants curieux auraient décidé de le démonter mais n'auraient pas été capables de le reconstruire. Ils auraient alors été obligés d'utiliser les vis et les boulons que l'on trouve actuellement sur le pont.

Ceci est bien évidemment une légende puisque 22 ans séparent la construction du pont en 1749 de la mort de Newton en 1727. Mais la légende court encore et le *Mathematical Bridge* est toujours aussi fameux et fait sûrement partie des monuments les plus photographiés de Cambridge.

Dans la version du pont édiflée en 1905, les joints ont été fixés par des écrous et des boulons qui traversent le joint, le boulon étant alors visible pour les gens qui passent sur le pont. Les versions précédentes du pont avait les articulations fixées par des chevilles de fer ou des vis enfoncés qui ne n'étaient donc pas visibles par un personne passant sur le pont. On peut supposer que peut-être la vue de têtes des boulons là où il n'en avait été vu auparavant aurait pu donner naissance au mythe de l'échec de réassemblage.

Maîtres d'œuvre : **William Etheridge** (1709-1776) était un architecte anglais qui dessina plusieurs ponts dont le *Old Walton Bridge* (sur la Tamise, construit en 1750, démantelé en 1783) et le *Mathematical Bridge*, tout deux en bois. **James Essex** (1722-1784) était un constructeur anglais et un des architectes principal de Cambridge, il a bâti le *Mathematical Bridge*.



II- Historique des ponts.

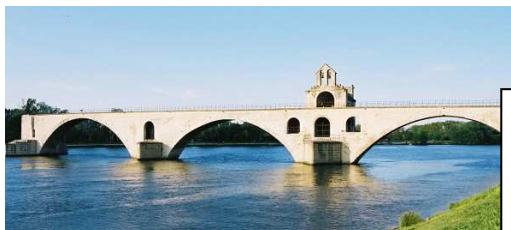
Les premiers ponts consistaient en de **simples troncs d'arbres abattus et jetés entre les deux rives** de la rivière, puis arrivèrent les pontons et les **ponts en corde** essentiellement en Amérique et Asie (ce qui éveilla d'ailleurs la curiosité des Européens). Ces ponts de corde se rencontraient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

Mais les maîtres incontestables en la matière furent les **Romains** (env. 600 ans 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. Au Moyen-âge, un nombre considérable d'ouvrages aux formes variées apparaît, le plus célèbre étant le Pont d'Avignon.



Pont romain
Vaison-la-Romaine (Vaucluse) 1^{er} siècle
PONT EN ARC
pont-route ; pierre.



Pont Saint Bénézet
Avignon 1185
PONT EN ARC
hors service ; pierre.



L'histoire des ponts modernes commença avec le remplacement des arcs en demi-cercles par **des arcs de 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^{ème} 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'œuvre de leur époque (exemple des ouvrages de l'ingénieur Gustave Eiffel). Au XIX^{ème} siècle, apparurent les premiers **ponts suspendus modernes** de grande dimension. Puis au XX^{ème} siècle, l'invention des différents de **béton** permit la création de **ponts de portée de plus en plus grande**.



Pont de la Concorde
Paris 1791
PONT EN ARC
pont-route ; pierre.



Iron Bridge
Angleterre 1779
PONT EN ARC
pont-route ; fonte.



Golden Gate Bridge
San Francisco 1937
PONT SUSPENDU
pont-route ; 2737 m.

III- Les ponts : données techniques (rappels de 5^{ème} technologie).

Vocabulaire sur les ponts :

Ouvrage d'art : Construction de grande ampleur qui nécessite des moyens importants. Il peut permettre à une voie de communication de franchir un obstacle mais peut également permettre de transformer un environnement, soutenir une paroi rocheuse. C'est le cas d'un barrage, d'une digue, d'une écluse, d'un mur de soutènement...

Pont : Ouvrage d'art destiné à permettre le franchissement d'un obstacle (cours d'eau, voie de communication, ravin...) en passant par dessus. Un pont peut supporter une route, une voie ferrée, un canal ou une canalisation (oléoduc, aqueduc...).

Tablier : Plate-forme horizontale (ou à pente faible) permettant le franchissement de l'obstacle.

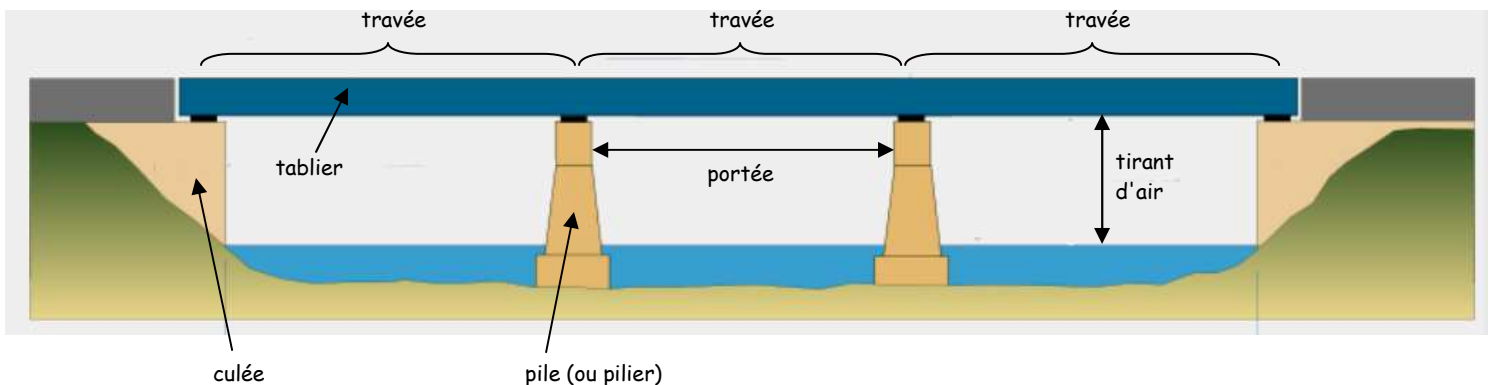
Culée : Élément statique et massif servant de point d'appui aux extrémités du tablier.

Pile : Élément intermédiaire de support du tablier.

Travée : Partie de tablier située entre deux appuis.

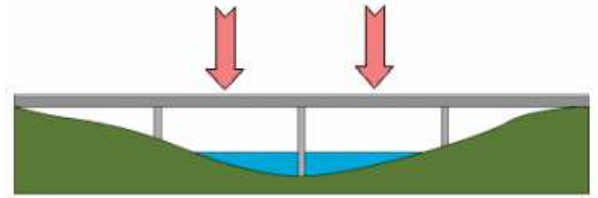
Portée : Longueur d'une travée.

Tirant d'air : Hauteur libre sous l'ouvrage.



Types de ponts :

Ponts à poutres : Le tablier du pont est porté par une ou plusieurs poutres en bois, en acier, en béton armé qui supportent le tablier. Les poutres provoquent sur leurs supports des forces de réactions verticales.



Pont des Indes
Lorient 2007
PONT A POUTRES
pont-route ; béton.

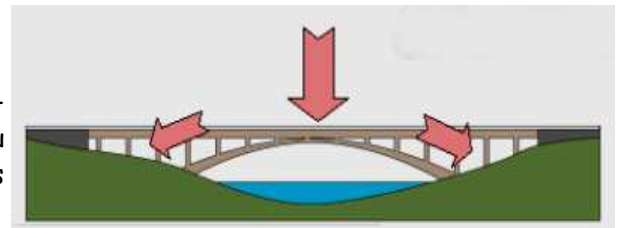


Avantages : Cette structure paraît très légère, aérienne. Pourtant très solide.

Inconvénients : - 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 (mais pouvant aller jusqu'à 40 cm), le pont pourrait donc s'arracher de ses ancrages.

- 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.

Ponts 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. 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.



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

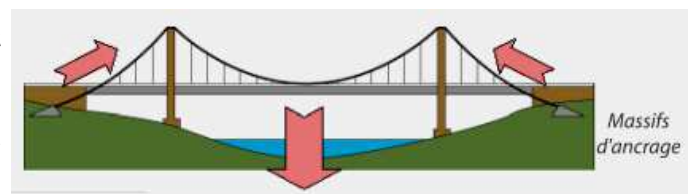
Inconvénients : - L'obligation de réalisation de coffrage importante pour la construction en pierre.

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



Pont Neuf
Paris 1578-1606
PONT EN ARC
pont-route ; pierre.

Ponts suspendus : La maîtrise de l'acier a permis la construction des premiers ponts suspendus dès le XIX^{ème} 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. 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 Rochemaure
Ardèche 1859
PONT SUSPENDU
pont-route puis pont-piétons.



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.

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

Inconvénients : - 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

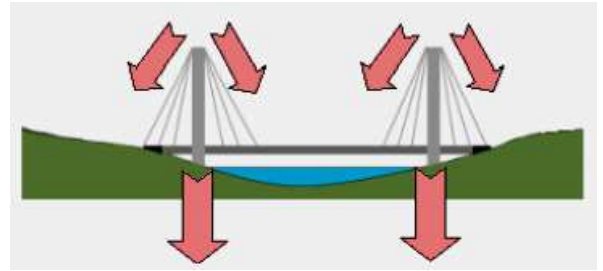
Effondrement du pont de Tacoma en 1940.



plusieurs mois ainsi que la fermeture du pont durant ce délai.

- Les ponts suspendus sont très souples et peuvent être fragiles dans certaines conditions météorologiques (vent).

Ponts 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.



Pont de Normandie
Le Havre 1995
PONT A HAUBANS
pont-autoroute.



- Avantages** :
- 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.

Inconvénients : 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).

Ponts mobiles : Il existent les ponts basculants (ou ponts-levis), les ponts levants et les ponts tournants. Un pont-levis est un pont dont le tablier peut être relevé par rotation autour d'un axe situé à une extrémité.



Tower Bridge
Londres 1894
PONT BASCULANT
pont-route.



Pont Gustave Flaubert
Rouen 2008
PONT LEVANT
pont-route.



Pont de Caronte
Martigues 1915
PONT TOURNANT
pont-rail.

