

Défi « traverser »  
Groupe départemental science et technologie  
de Charente Maritime

**Rôle de  
l'ingénieur**  
**conception des ponts**  
*d'après G. WOLLENSACK-CNAM Région Centre*

Année scolaire 2018- 2019

## Définition d'un pont

C'est un ouvrage d'art qui permet de franchir un obstacle

- naturel (fleuve, vallée, ..)
- artificiel (route, voie ferrée, ..)

## D'une rive à l'autre



Différence avec les « passages à niveau »

Le pont transbordeur de Rochefort a été la première réalisation de l'Ingénieur Ferdinand Arnodin de la Société Baudin-Châteauneuf



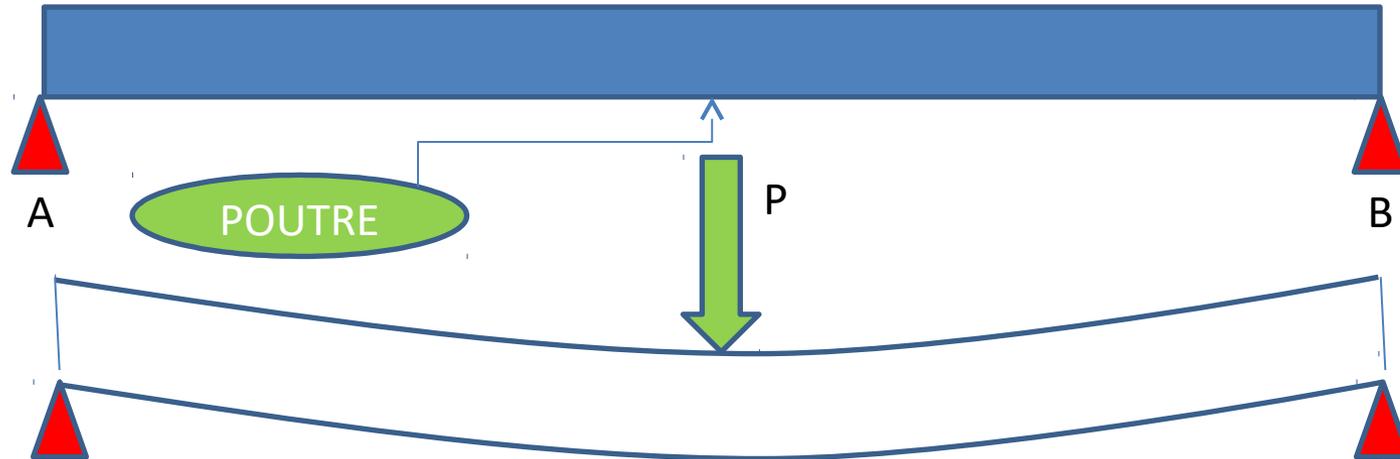
Le pont de Châteauneuf sur  
Loire



**Le pont transbordeur de Rochefort**

**Baudin Arnodin**

# Etude flexion d'une poutre



Calcul d'une **structure** → empêcher la « **casse** » mais surtout limiter la « **déformation** »

Une poutre peut travailler en :

- Traction ou compression
- Cisaillement
- Torsion
- **Flexion : le danger est principalement là**

# Solutions possibles pour limiter la déformation

Augmenter les points d'appuis :

- Par en dessous : ponts à piles
- Par au dessus : ponts suspendus ou ponts à haubans

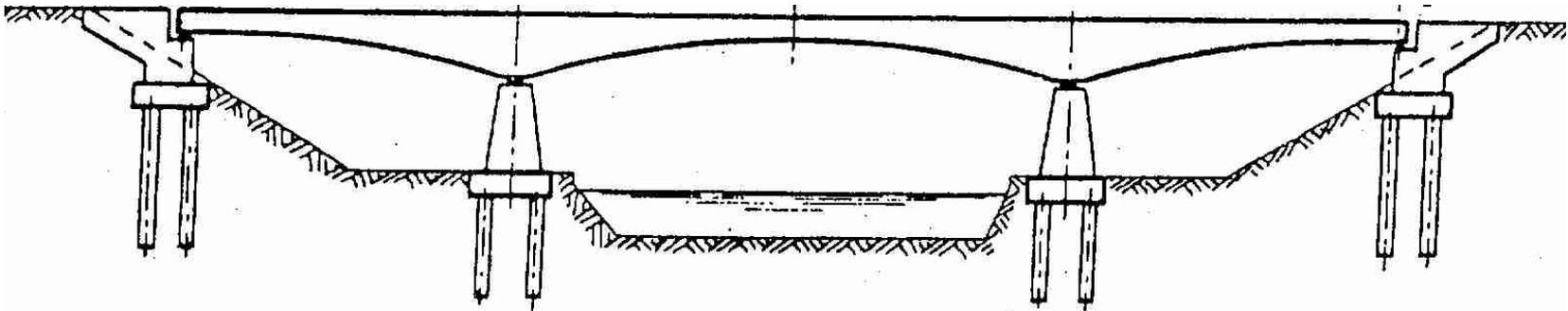
Choix du matériau

Rigidifier la poutre

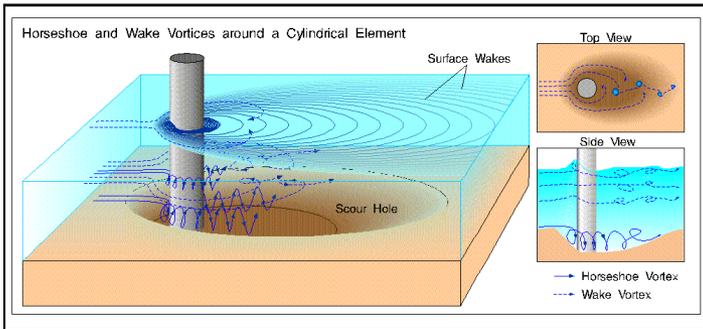
## Choix augmenter les piliers : ponts à piles

Augmenter le nombre de piliers :

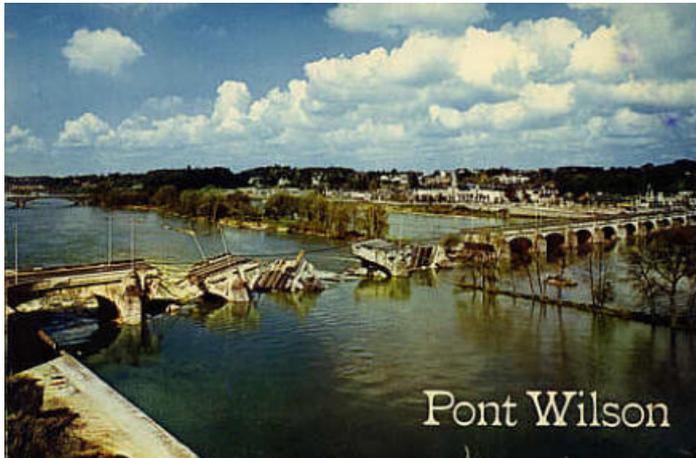
- Mais entrave le passage de l'eau
- Risque embâcle
- Risque affouillement
- Imposition



# Risque dû à l'affouillement



En 1978 à Tours



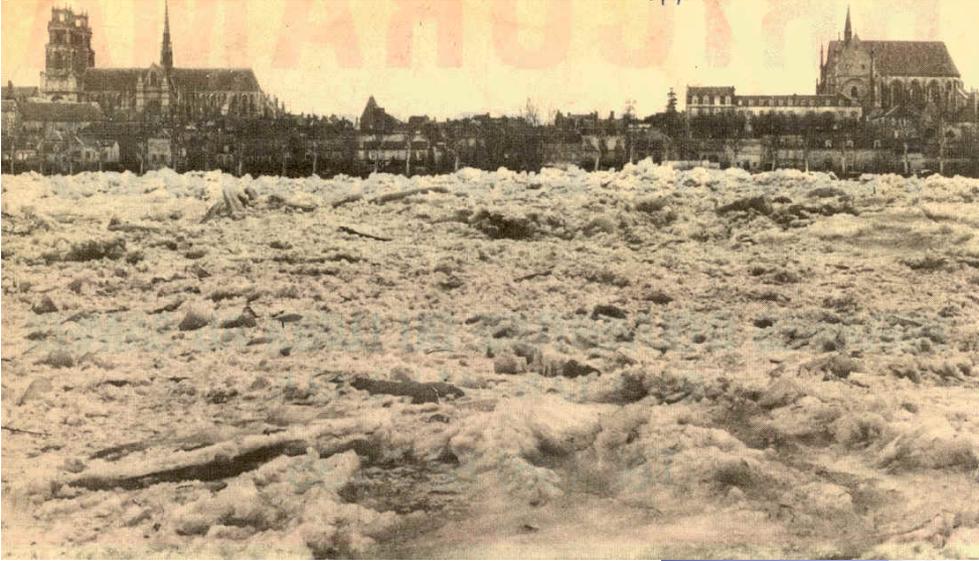
Pont  
René Thinat  
à Orléans



Diminuer le nombre de piliers



## Risque de l'embâcle



Orléans

Le [16 janvier 1985](#), du frazil à l'embâcle, vers 7 h 40, le pont de Sully s'effondre



## Eviter les piliers dans le lit du fleuve

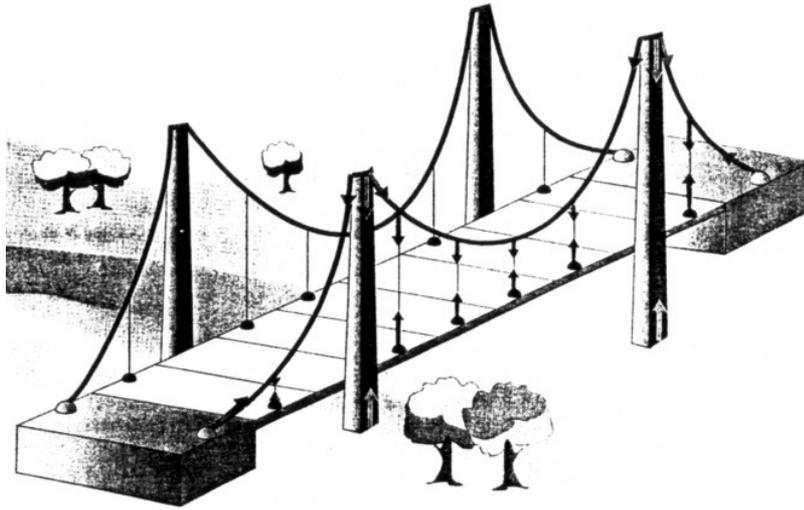


Pont en arc  
Viaduc de Garabit

Pont à béquilles



## Ponts suspendus



L'ingénieur ARNODIN  
de BAUDIN-Châteauneuf :  
le spécialiste des ponts à câbles

Les câbles travaillent en traction

La travée est remplacée par une succession de traverses  
Les pièces soumises à la flexion sont limitées en dimensions (largeur du pont)

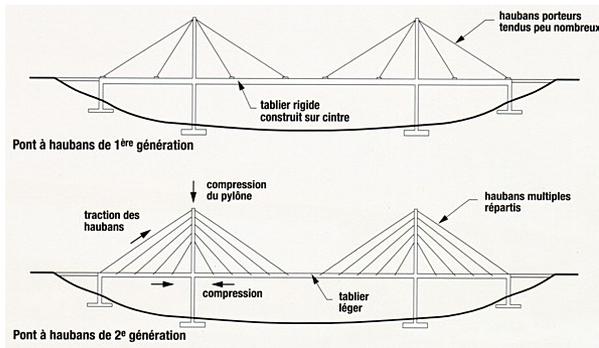
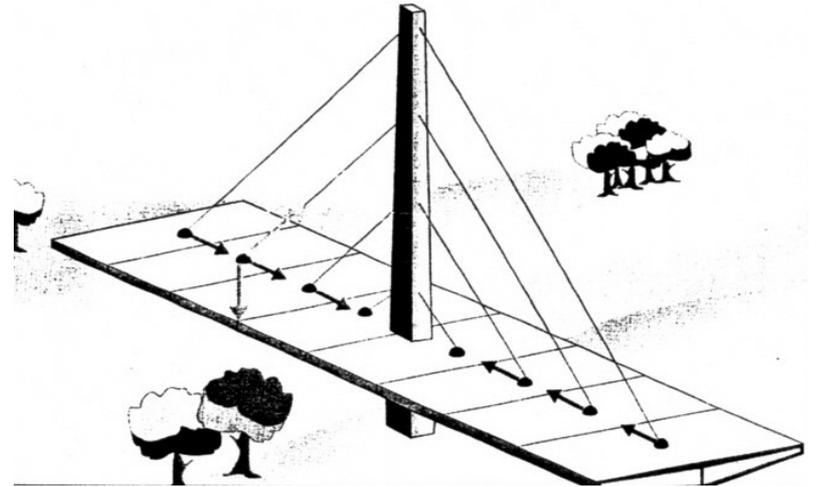
Par contre, ce sont des ponts très souples  
qui subissent l'influence du vent;  
Risque d'entrer en résonance

# Ponts à haubans



## Pont de Normandie

Disparition du câble « unique » qui supportait toutes charges



Meilleure répartition des charges  
Les solides travaillent en traction ou compression

## Choix du matériau

Les civilisations ont été définies par les matériaux qui leur ont permis de résoudre leurs besoins essentiels :

- âge de pierre
- âge du bronze
- âge du fer
- l'acier *18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècle*
- l'aluminium *début 20<sup>ème</sup> siècle*
- Le béton *1850 à 1908*
- Le béton armé
- Le béton précontraint *Freyssinet 1928*
- les matières « plastiques » *les années 50*
- l'ère des matériaux composites *21<sup>ème</sup> siècle*

## • Choix du matériau :

- Bois
- Pierre
- Fer
- Acier
- Béton
- Béton armé
- Béton précontraint
- Composite

XXI<sup>ème</sup> siècle : concevoir -- construire -- utiliser  
en optimisant les matériaux et l'énergie mise en œuvre

# Rigidifier une poutre en papier

La matière première « papier » est fournie sous forme de feuilles.

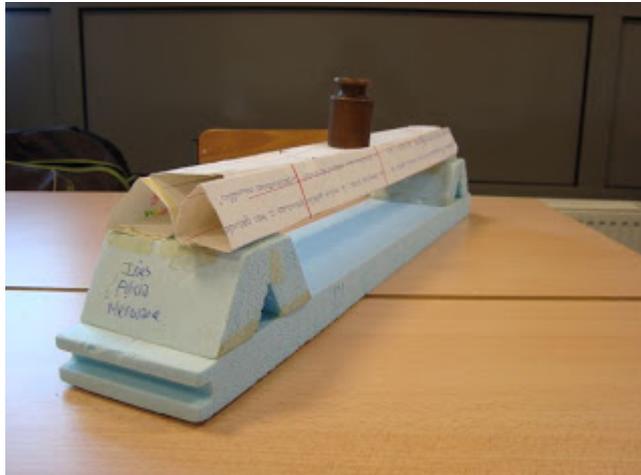
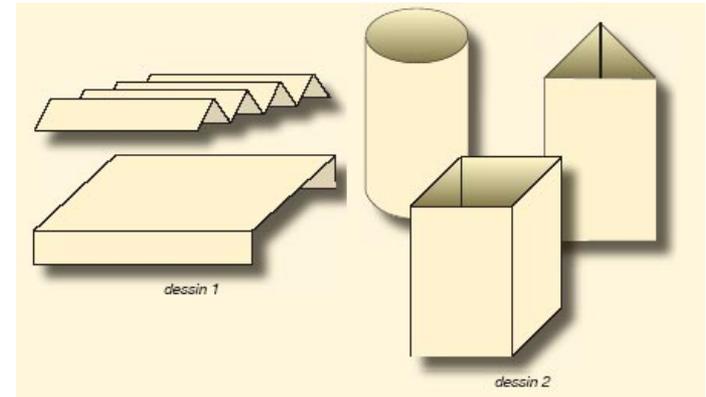
On peut :

la découper

la froisser

**la plier**

**la rouler**



## Les premiers ponts

A l'origine :

- Arbre renversé
- Gué

Ensuite l'Homme a sûrement rajouté des appuis intermédiaires : le début des ponts !!



Tarr Steps dans le Somerset

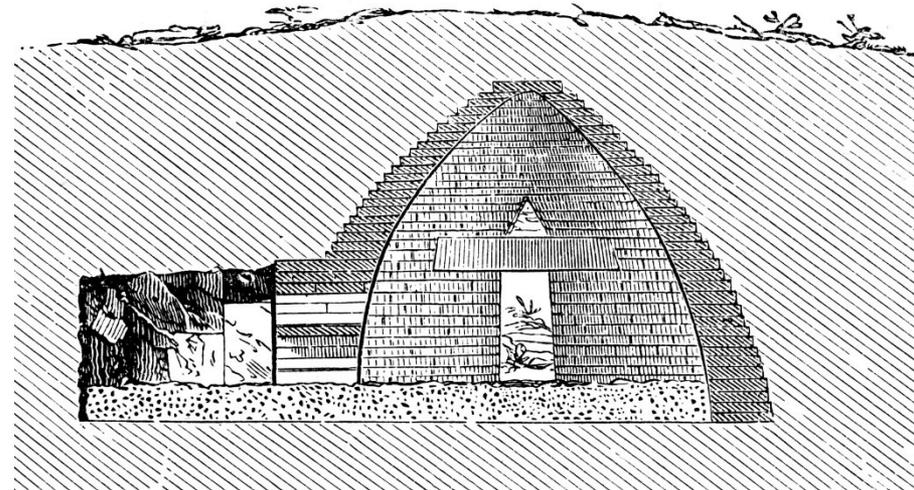


# Les ponts voûtés : le matériau travaille en compression

## Voutes à pierres horizontales (encorbellement)



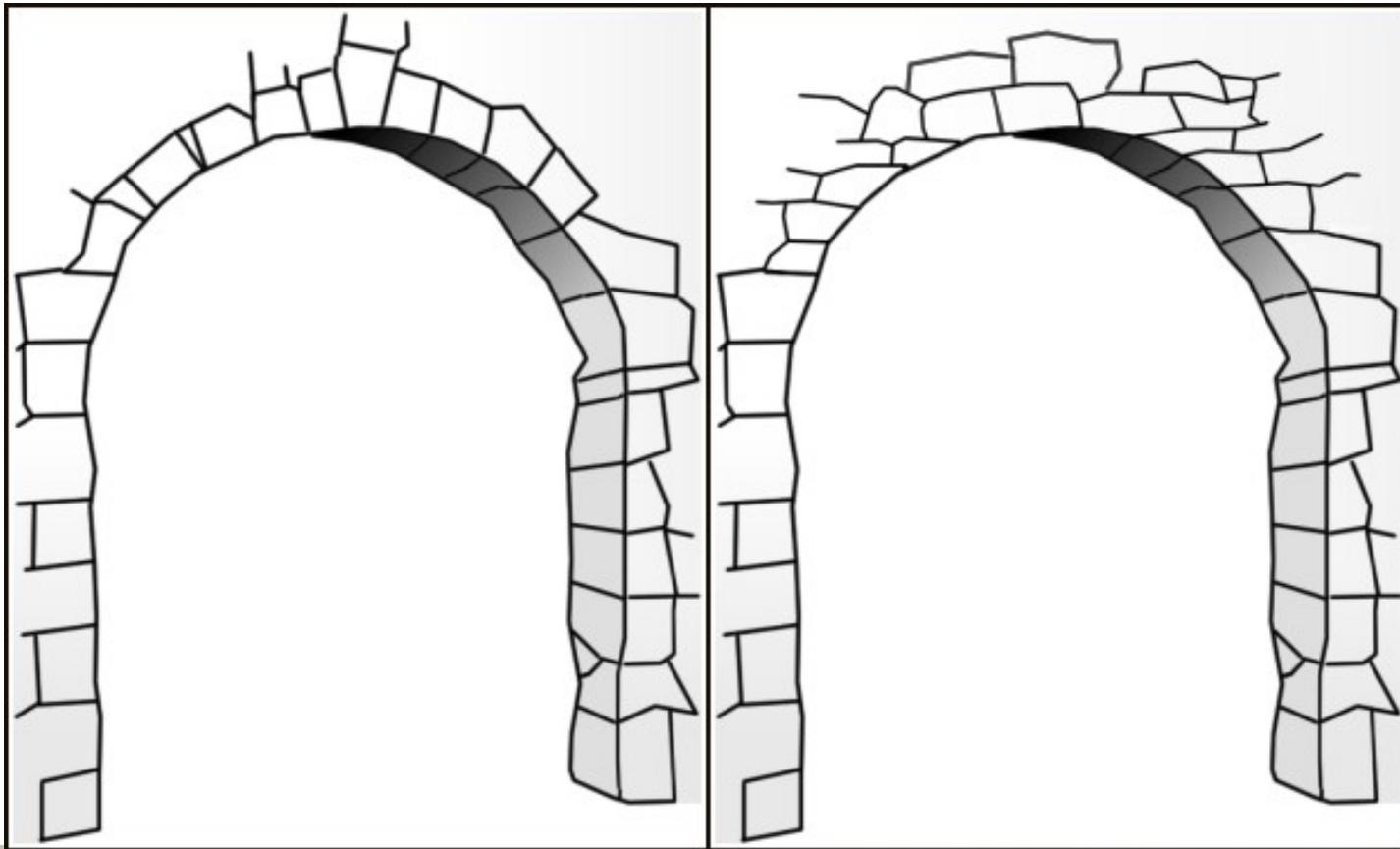
Pont mycénien de Kazarma 1300 av JC



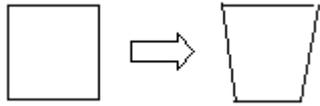
## Amélioration de la répartition des charges : arc en plein cintre

**Le matériau « pierre » supporte très bien la compression**

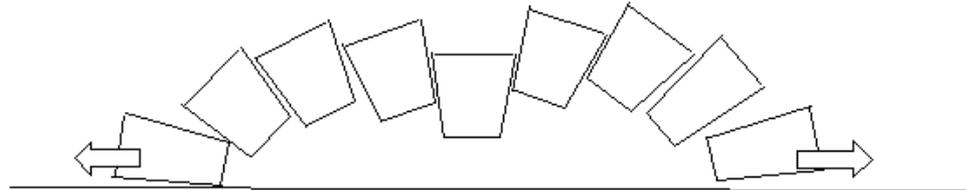
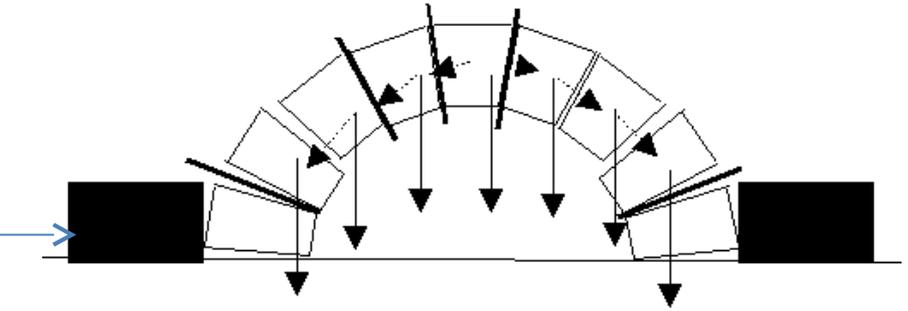
Comparaison arc plein-cintre (à gauche) et encorbellement (à droite)



# Les techniques se perfectionnent



Blocs de calage

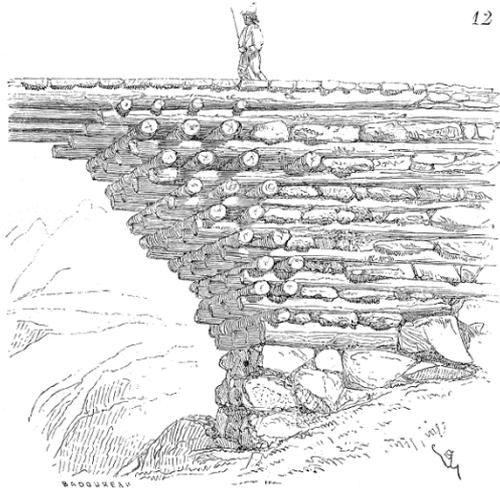


Pont d'Avignon

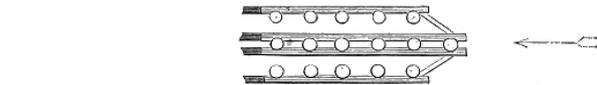
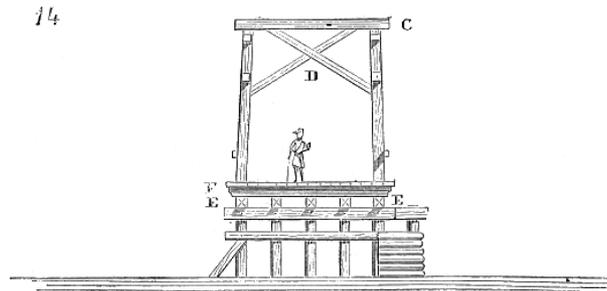


Pont neuf à paris

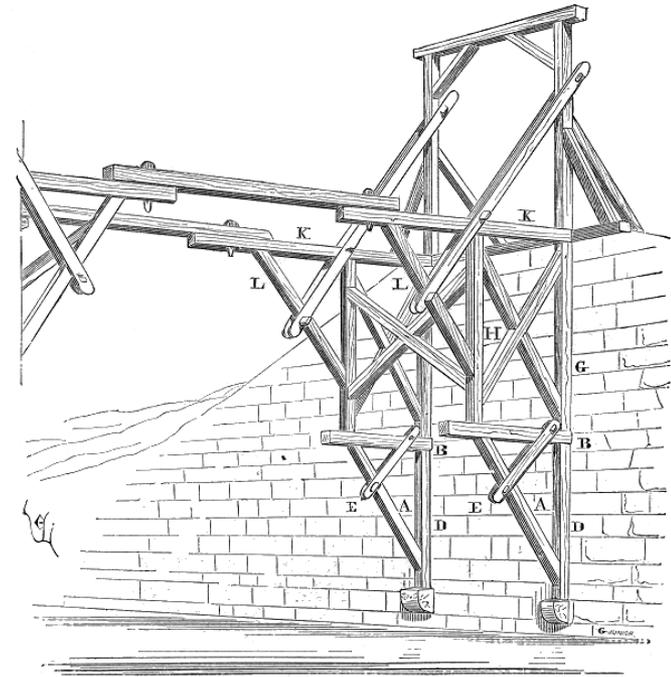
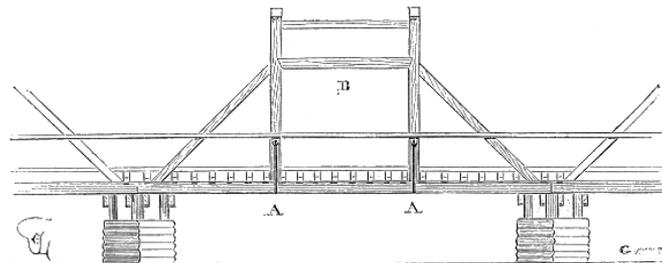
# Les ponts en bois



Pont gaulois



Début de la « Résistance des Matériaux »



Pont en bois de Vilard de Honnecourt

# Naissance de l'Ingénieur

Au début du XIX<sup>ème</sup> siècle :

Acquisition d'une longue pratique des ponts en pierre et en bois

Paul Séjourné : « on fait une voûte d'après les voûtes faites : c'est affaire d'expérience »

Au-delà de références historiques d'essence militaire, l'ingénieur apparaît, dans sa version moderne, pour l'essentiel à partir du XIX<sup>e</sup> siècle (1<sup>ère</sup> révolution industrielle)

Création d'écoles :

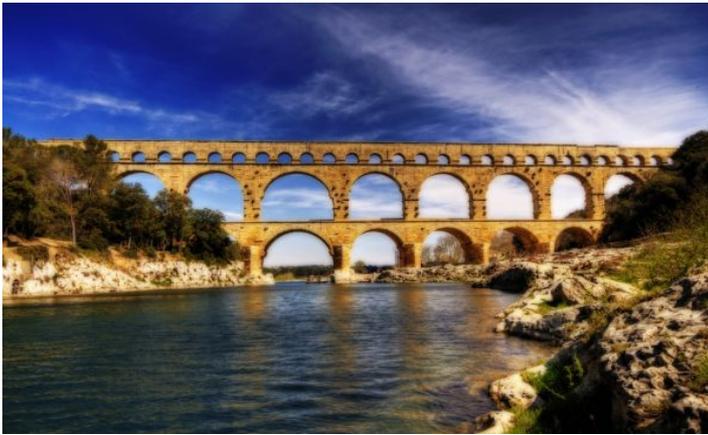
- Ecole des Ponts et Chaussées (1747)
- Conservatoire National des Arts et Métiers (1794)
- Ecole d'Arts et Métiers de Châlons (1806)
- Ecole Centrale des Arts et Manufactures (1829)

# Rôle de l'Ingénieur

Maître mot : optimisation

L'homme doit construire plus grand avec moins de matériaux

Il doit aussi optimiser l'énergie pour la réalisation et l'utilisation



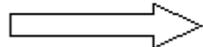
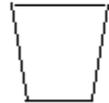
Pont du Gard



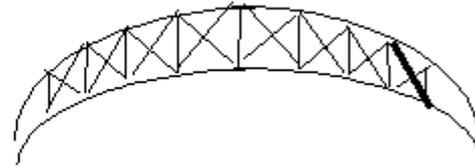
Viaduc de Millau

## Du bloc de pierre à la poutre en acier

Pierre



Acier



Légereté

Pont : du fer à l'acier

## Poutres triangulées

Iron Bridge 1779 en Angleterre

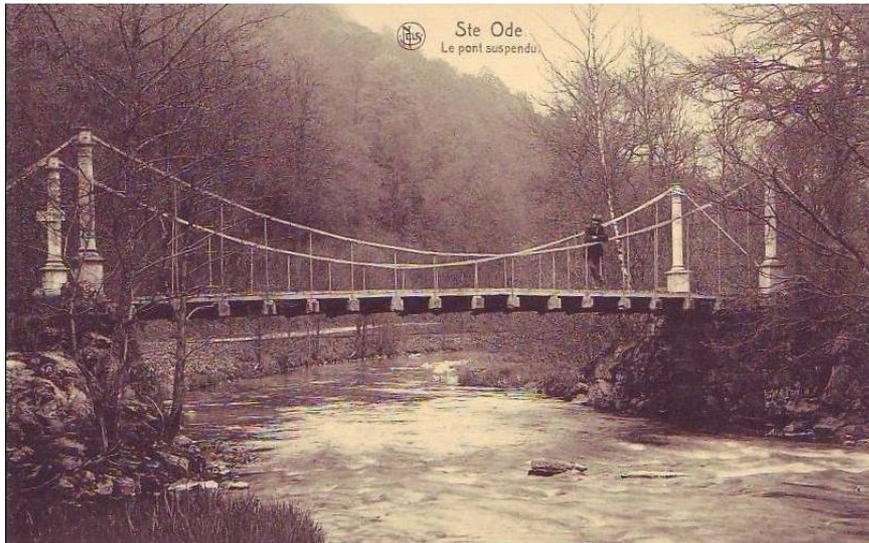


Viaduc de Garabit 1884 164m



# Ponts suspendus

Pont au Luxembourg 1841 par Orban



Golden Gate de San Francisco 1937 1280m



# Ponts en béton armé

Béton armé :

Le béton résiste à la compression mais pas à la traction

Donc dans les zones travaillant en traction on adjoint des barres en acier

1<sup>ère</sup> circulaire de calcul : 1906

Le début des matériaux composites

Pont de Gladesville en Australie 304 m



## Ponts en béton précontraint

En 1756 découverte du béton par John Smeaton

En 1928, le français Eugène Fressinet améliore le produit : le béton précontraint

En créant une compression initiale on améliore la résistance à la traction du béton

Pont de l'île de Ré



Pont de Nibelung



## Pont à haubans



Viaduc de Millau

Pont de Saint Nazaire  
1975

