

Maison pour la Science  
Conservatoire National des Arts et Métiers  
Région Centre-Val de Loire

# Rôle de l'ingénieur

## conception des ponts

4 février 2015



## Définition d'un pont

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

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



## Clin d'œil ! La Venise du Gâtinais

La Venise du Gâtinais compte 131 ponts et passerelles

Parmi eux : le pont Eiffel (ou passerelle Victor Hugo)  
fut construit par Gustave Eiffel en 1891



Structure :



Géométrie : ensemble de dimensions

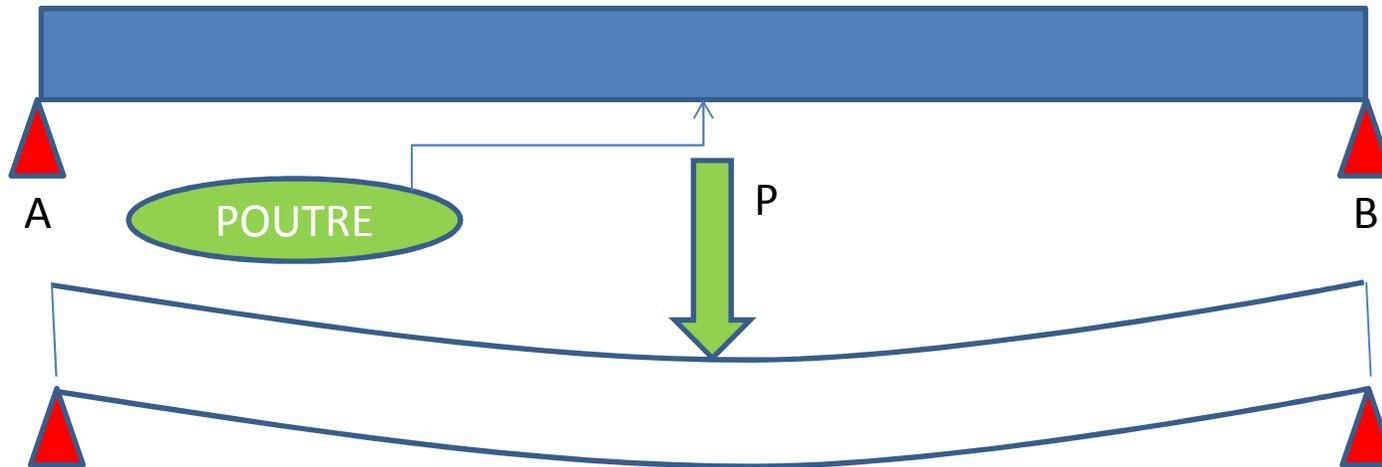
Matériau

Le calcul d'une structure consiste en :

un CHOIX du matériau  
et des dimensions de la structure

AFIN de RESPECTER les critères :

de déplacement maximum admissible (prioritaire)  
et de résistance de la matière (coefficient de « sécurité »).



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

## Choix du matériau

Augmenter les points d'appuis :

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

Rigidifier la poutre

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

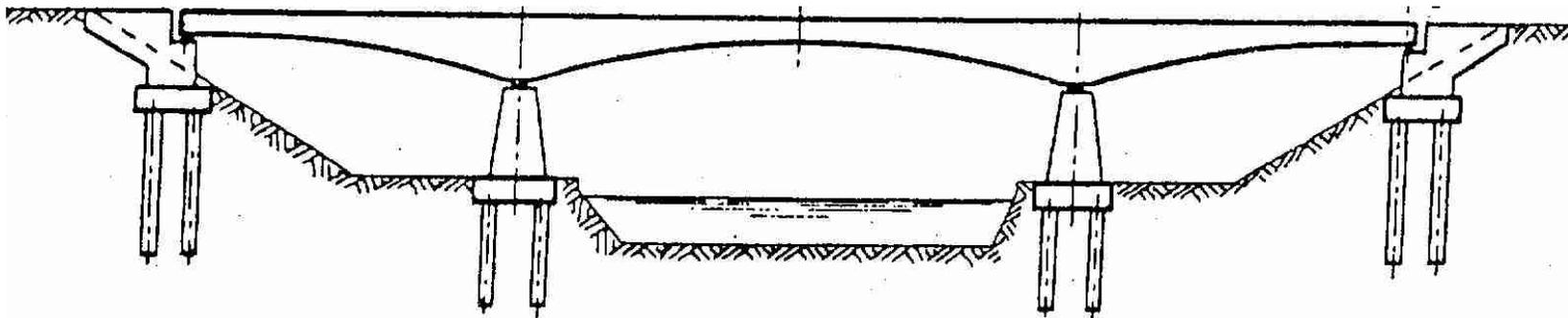
âge de pierre	.....
âge du bronze	.....
âge du fer	.....
l'acier	18 <sup>ème</sup> et 19 <sup>ème</sup> siècle
l'aluminium	début 20 <sup>ème</sup> siècle
Le béton	
Le béton armé	1906 règles ... Le Corbusier
Le béton précontraint	Freyssinet 1928
les matières « plastiques »	les années 50
l'ère des matériaux composites	21 <sup>ème</sup> siècle

## Choix du matériau :

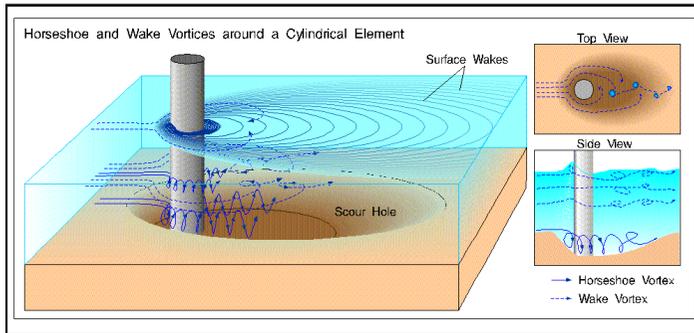
- Bois
- Pierre
- Fer
- Acier
- Béton
- Béton armé
- Béton précontraint
- Composite
- ...

Augmenter le nombre de piliers :

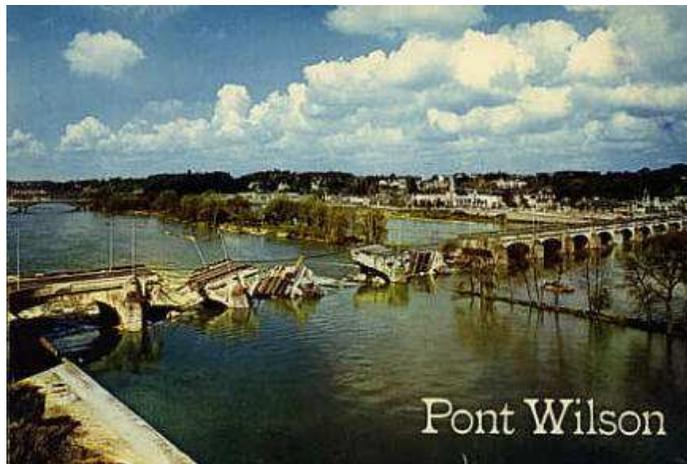
- Mais entrave le passage de l'eau
- Risque embâcle
- Risque affouillement
- Imposition



## Risque du à l'affouillement



En 1978 à Tours



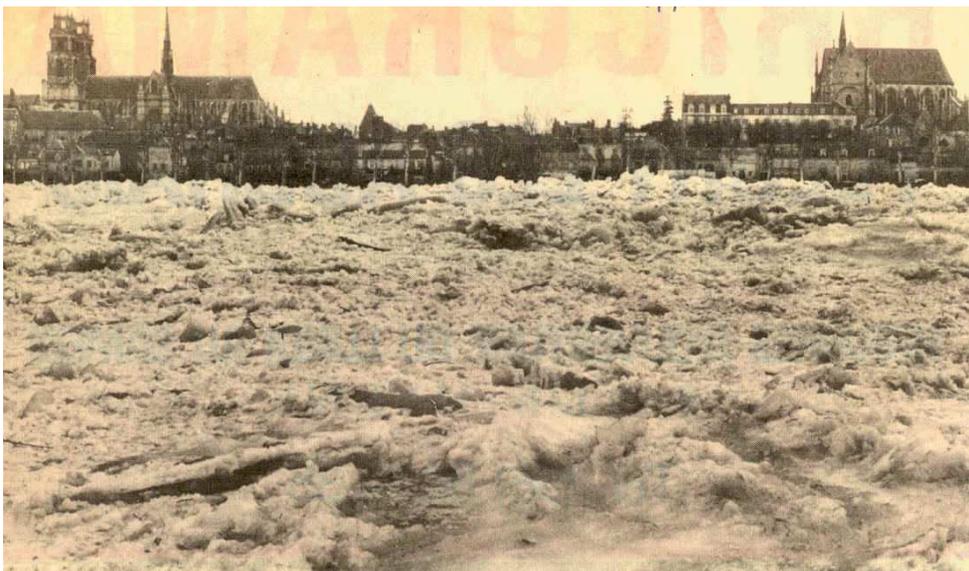
Pont  
René Thinat  
à Orléans



Diminuer le nombre de piliers



Titre



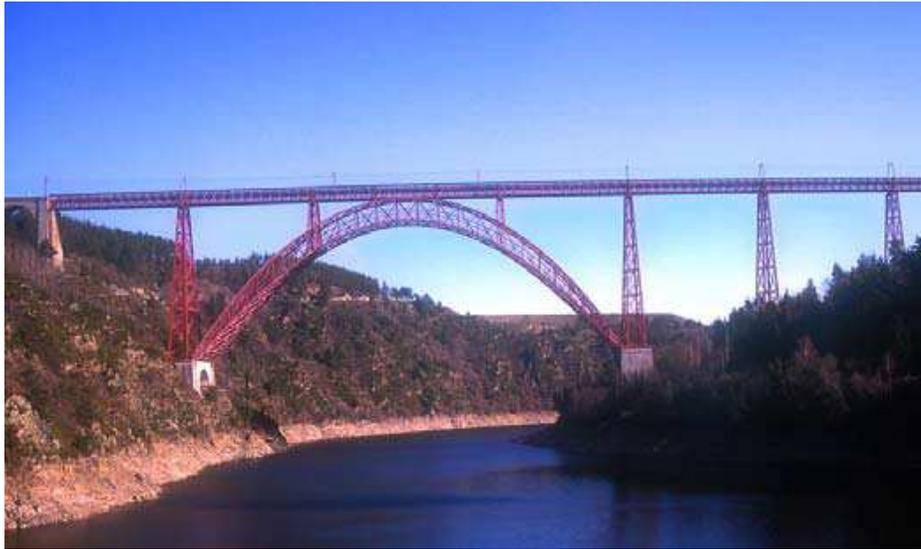
Orléans



La Loire en 1985  
Du frazil à l'embâcle



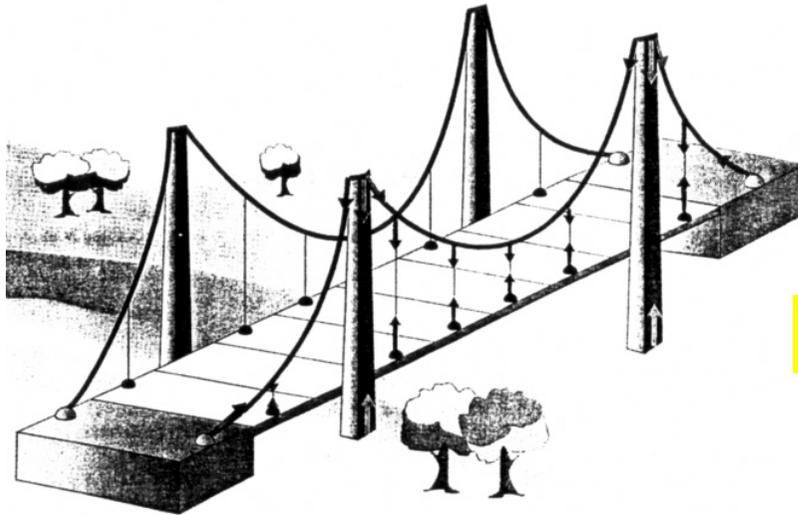
## Eviter les piliers dans le lit du fleuve



Pont en arc  
Viaduc de Garabit



Pont à béquilles



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 ponts très souples  
qui subissent l'influence du vent  
Risque d'entrer en résonance

<http://www.koreus.com/video/pont-russie-resonance.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=W72LkQeSlpo>

<http://www.youtube.com/watch?v=ztBGCesBudE>



tacoma.mpeg

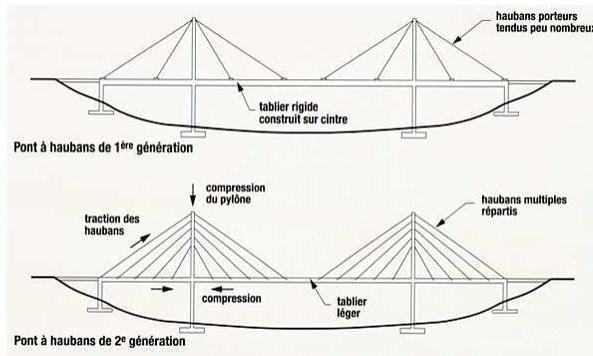


Flutter\_747.avi

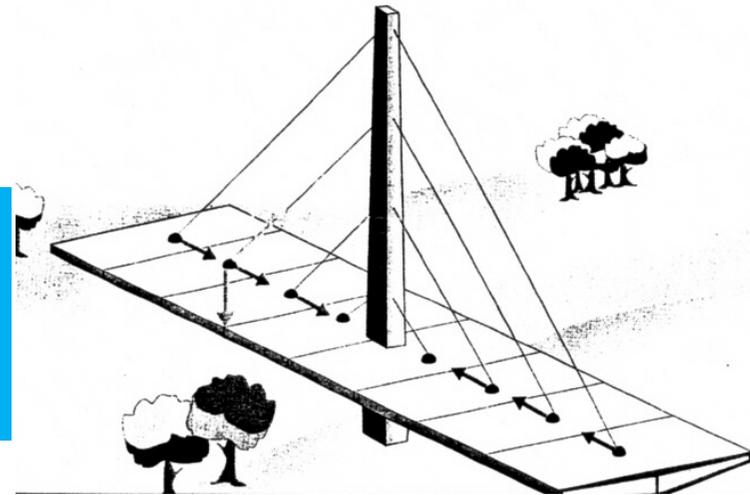
# Ponts à haubans



Pont de Normandie



Disparition du câble « unique » qui supportait toutes charges



Meilleure répartition des charges  
Solides travaillent en traction ou compression

## Pont à Haubans

le **cnam**  
Région Centre

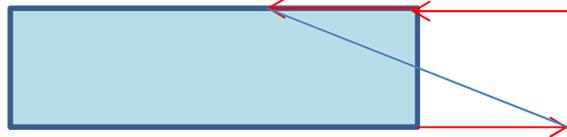
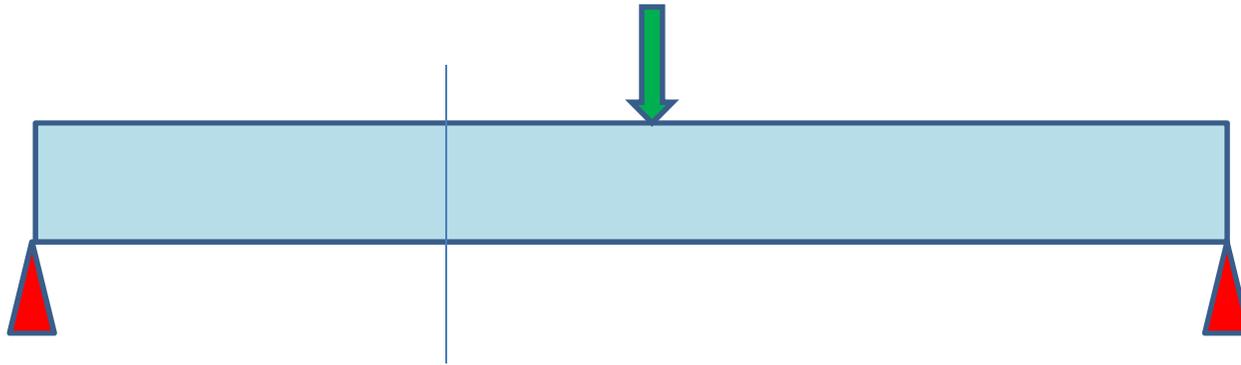


Maisons pour la  
**science**  
AU SERVICE DES PROFESSEURS

Facilité de construction

[www.cnam-centre.fr](http://www.cnam-centre.fr)  
[www.maisons-pour-la-science.org/cvl](http://www.maisons-pour-la-science.org/cvl)

# Rigidifier une poutre



Matière « comprimée »

Matière « tendue »



[essai-poutre v2wollen.ggb](#)

Voir animation GeoGeBra

## Les premiers ponts

A l'origine :

- Arbre renversé
- Gué

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



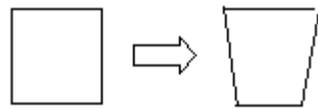
Tarr Steps dans le Somerset



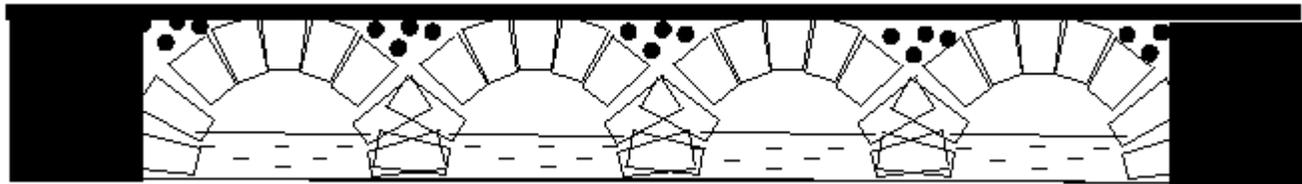
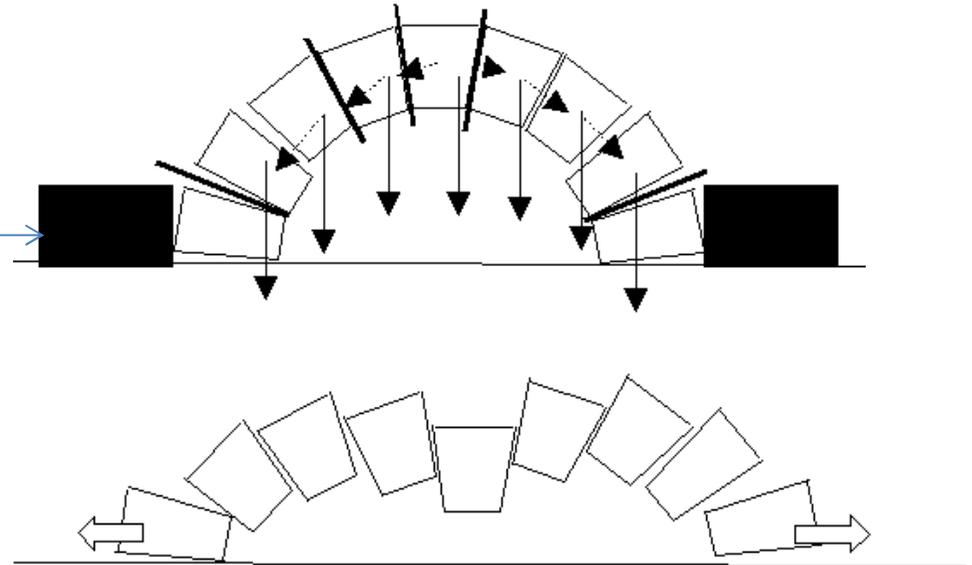
## Les premiers ponts

le **cnam**  
Région Centre





Blocs de calage



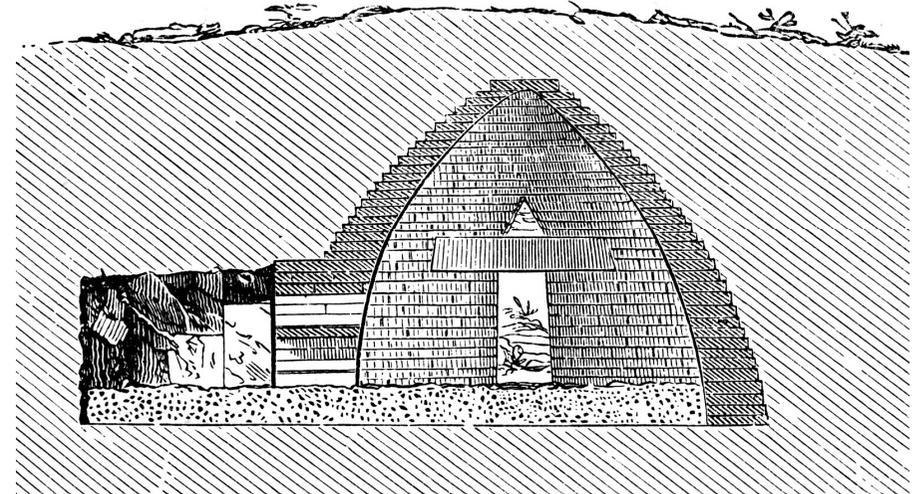
Pont neuf à paris



Voutes à pierres horizontales (encorbellement)

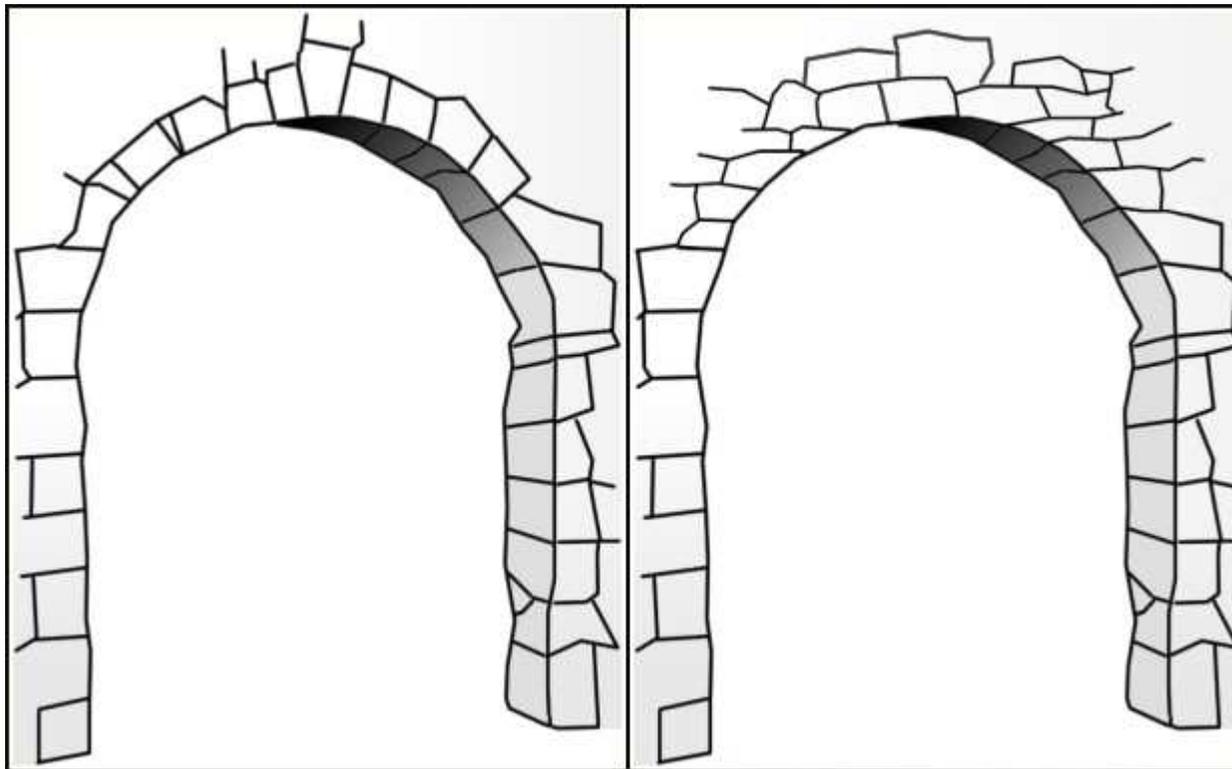


Pont mycénien de Kazarma 1300 av JC



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

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



## Pont voûté : arc en plein cintre

Pont d'Avignon



Pont Neuf (Paris)



## Pont Voûté

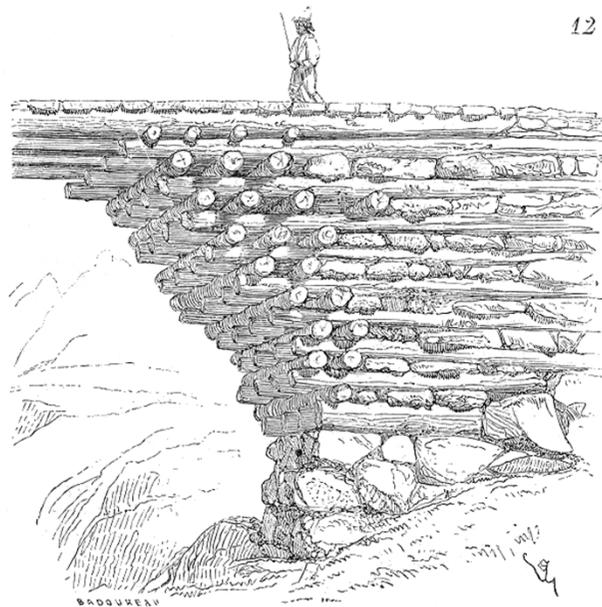
le **cnam**  
Région Centre

Pont royale à Orléans

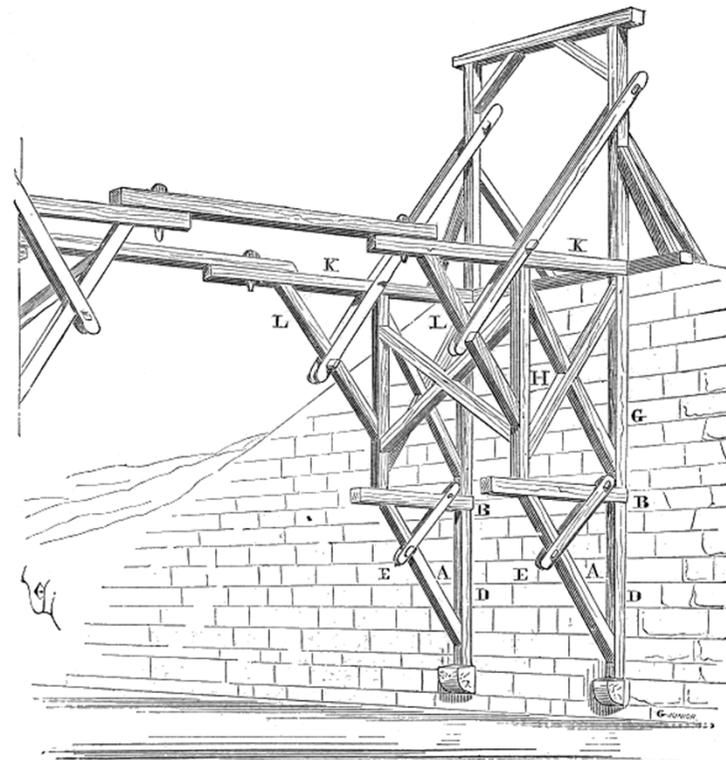


Pont en bois de Vilard de Honnecourt

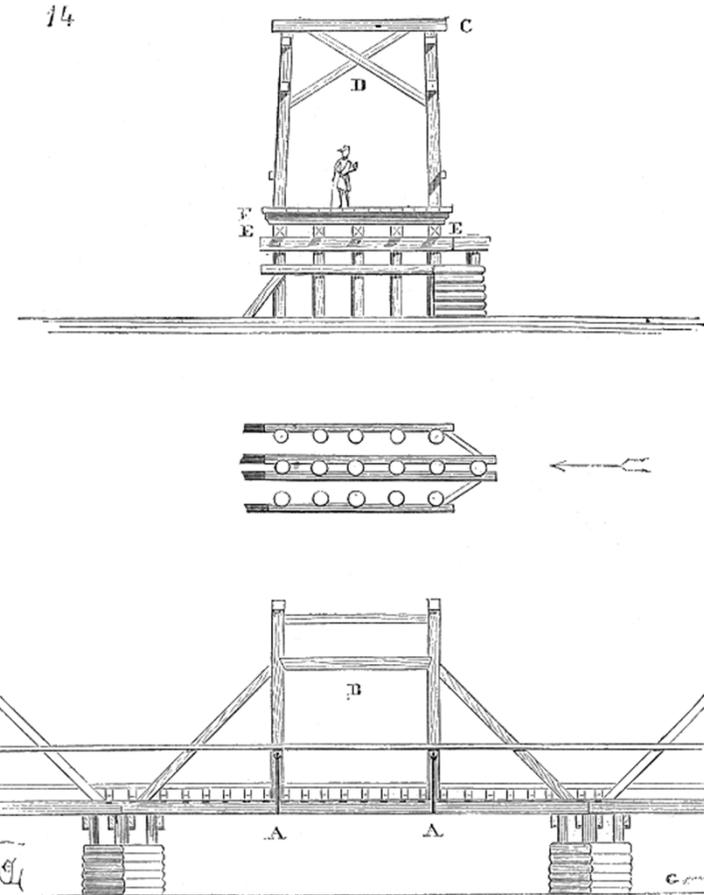
Pont gaulois



13



Début de la « Résistance des Matériaux »



Au début du XIXème 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>e</sup> révolution industrielle)

Création d'écoles :

- Conservatoire Nationale des Arts et Métiers (1794)
- Ecole d'Arts et Métiers de Châlons (1806)
- Ecole Centrale des Arts et Manufactures (1829)
- Ecole des Ponts et Chaussées (1775)

## 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



Légereté

## Poutres triangulés

Iron Bridge 1779 en Angleterre



Viaduc de Garabit 1884 164m



## Pont treillis

le cnam  
Région Centre



Viaduc de Garabit  
1880-1884

## Ponts suspendus

Pont au Luxembourg 1841 par Urban

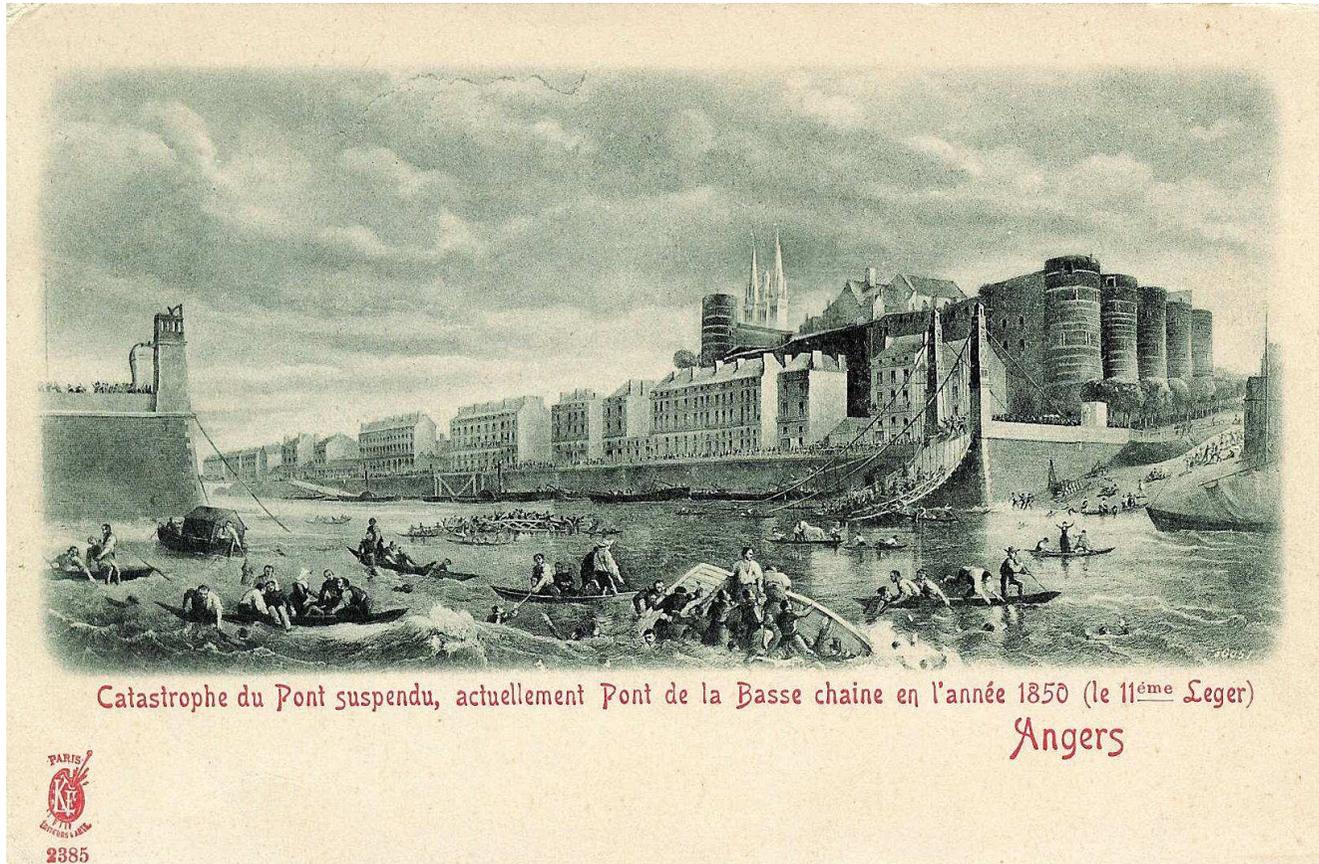


Golden Gate de San Francisco 1937 1280m



Titre

le cnam  
Région Centre



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

le **cnam**  
Région Centre



Viaduc de Millau

## Pont à haubans

le **cnam**  
Région Centre



Pont de Saint Nazaire  
1975

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/16825/4-pourquoi-les-ponts-en-pierre-portent-il-des-arches>

**lamap66** vous souhaite une bonne lecture et un « PONT » projet ! Petitpatapont

<http://ligerien.christian.pagesperso-orange.fr/SOUS%20MENU%20LA%20LOIRE%20ROYALE%20LE%20VAL%20DE%20LOIRE.htm>  
<http://www.clg-fraissinet.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article802>  
<http://www.prog-ecologis.com/Pont-en-papier-Quel-pont-resiste.html>  
<https://www.youtube.com/watch?v=ckMd89JsPvg>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Cqo8VDyDRAE>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Cqo8VDyDRAE>  
<http://www.u-cergy.fr/fr/ufr-sciences-et-techniques/departement-de-genie-civil-et-infrastructures/actualites/competitions/pont-en-papier-2012.html>  
<http://caroline1234.canalblog.com/archives/2010/02/15/16945784.html>  
<https://plus.google.com/photos/118444820970206657548/albums/5439219789038255809?banner=pwa&authkey=CKKVjVnW4nuag>  
<http://www.clg-fraissinet.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article802>  
<http://stsp.creteil.iufm.fr/article232.html>  
<http://www.clg-fraissinet.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article610>