

Comment franchir un obstacle important ?

Situation problème

Lors de leurs déplacements, les hommes sont amenés à franchir des obstacles : fleuve, ravin, autoroute... Pour permettre ce franchissement, ils construisent des ouvrages d'art : tunnel, pont, viaduc...

Comment ces ouvrages tiennent-ils ?

Le pont a été construit afin de relier l'île de Ré au continent. D'une longueur de 2 926,50 m, il culmine à 42 m au-dessus du niveau de la mer. Ce pont, le plus long de France, a été inauguré le 19 mai 1988.



Photo satellite du pont de l'île de Ré



Le pont de l'île de Ré



- 1 Comment les deux rivages ont-ils été reliés ?
- 2 Pourquoi le pont de l'île de Ré ne s'effondre-t-il pas sous le poids des véhicules ?
- 3 Les ponts sont-ils tous identiques ?

- Les **fonctions** remplies par un pont
- Les différentes **solutions techniques** retenues
- Les **propriétés mécaniques** d'une structure

Support d'étude **1** Le viaduc de Millau

DOC 1 Les chiffres de tous les records

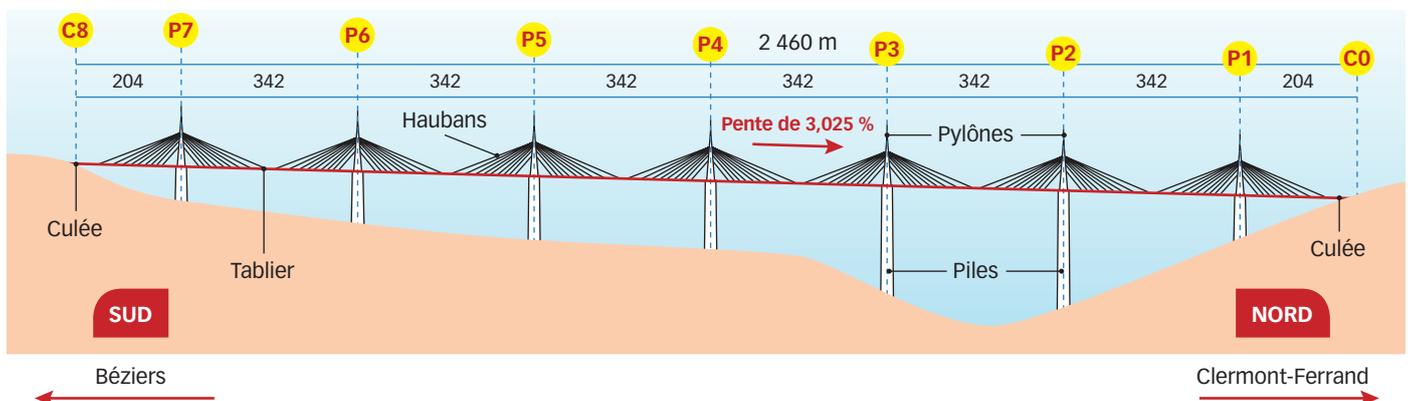


- Hauteur maximale : 343 m, soit 20 m de plus que la tour Eiffel
- Hauteur de la plus haute pile (P2) : 245 m (voir Doc 3)
- Poids du tablier d'acier : 36 000 t, soit 4 fois celui de la tour Eiffel
- Hauteur des pylônes : 87 m
- Nombre de haubans : 154 (11 paires par pylône)
- Nombre de piles : 7
- Enrobé : 9 500 tonnes de béton bitumineux
- Volume total de béton : 85 000 m³, soit 206 000 t

DOC 2 Présentation de la construction du viaduc de Millau

- 1994** : Un pont suspendu à haubans sera construit pour franchir la vallée du Tarn.
- 2001** : L'alliance du béton précontraint pour les piles et de l'acier pour le tablier est retenue (le béton pour ses qualités d'endurance et l'acier pour son faible poids).
- 2002** : Deux chantiers à ciel ouvert sont installés en retrait des culées de part et d'autre de la vallée. Printemps 2002 : construction des premières piles.
- 2003** : Un premier tronçon du tablier part à l'assaut du vide.
- 2004** : La jonction – ou clavage – des parties nord et sud du tablier est réalisée à 270 m au-dessus du Tarn. Après le clavage, l'installation des pylônes débute, suivie de la pose des haubans (câbles) destinés à soutenir le tablier.
- Fin 2004** : L'enrobé est appliqué sur le tablier sur une épaisseur de 6,7 cm (il devra être assez souple pour s'adapter aux déformations de l'acier sans se fissurer et résister au trafic routier).

DOC 3 Dessin en vue de face du viaduc de Millau



Questions

4. Quelle est la solution technique retenue pour la construction du viaduc de Millau ?
5. Quelle est la fonction de chaque élément de ce viaduc ?
6. Quels sont les matériaux utilisés ?



DOC 4 Pont en arc et poutre



DOC 5 Évolution du pont des Arts

Cette construction date de 1801. C'est une passerelle réservée aux piétons.

L'ouvrage initial, démolé en 1981, était constitué de neuf arches en fonte.

La structure d'origine de la passerelle était fragile et ses neuf arches gênaient la navigation. La nouvelle construction, achevée en 1985, n'est plus en fonte

mais en acier, matériau plus malléable, et ne comporte plus que sept arcs. La technique utilisée pour ces arcs est celle des treillis qui supportent une poutre sur laquelle un tablier en bois d'une largeur de 11 m est installé.

Les piles et les culées sont en béton armé et leurs parements en pierre de taille.

DOC 6 La fonte ou l'acier ?

La fonte et l'acier sont deux alliages de fer et de carbone (moins de 2 % de carbone pour l'acier, entre 2 % et 4 % de carbone pour la fonte).

Leurs propriétés mécaniques diffèrent. En raison du pourcentage élevé de carbone, la fonte est plus fragile (peu résistante aux chocs), peu ductile (inadaptée aux déformations à froid : forgeage, laminage...) et difficilement soudable. Néanmoins, elle se prête très bien aux pièces moulées. L'acier est beaucoup plus ductile, il résiste mieux aux chocs et il est soudable. Il est le mieux placé pour relever les défis du futur.

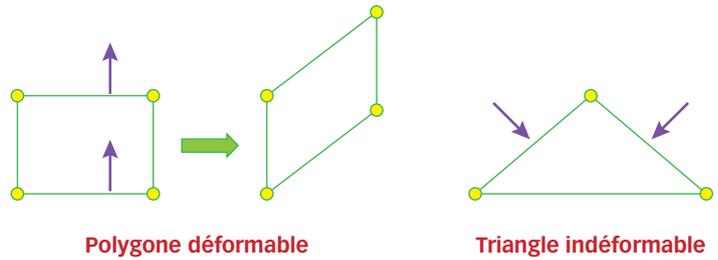
Questions

7. Quelle est la fonction du pont des Arts ?
8. Par rapport à la passerelle de 1801, quelles sont les solutions techniques retenues en 1985 ?
9. Pourquoi remplacer la fonte par l'acier dans la nouvelle construction ?
10. Quelles sont les différences entre les solutions techniques choisies pour le pont des Arts et celles retenues pour le viaduc de Millau ?

Pour comprendre

Principe physique

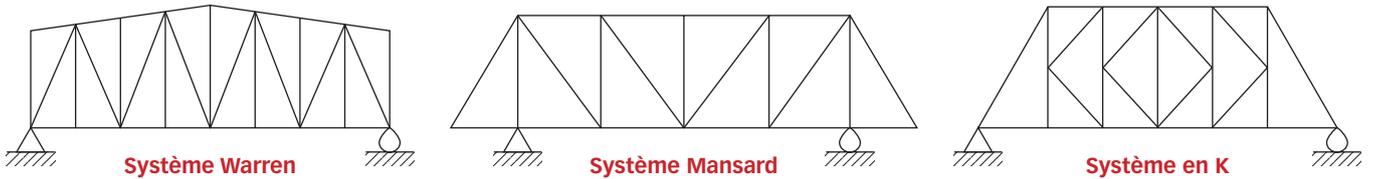
Le triangle est la seule figure géométrique indéformable.



Principes techniques du pont à poutre

Le pont à poutre franchit une distance plus grande si la poutre est plus épaisse. Mais il y a une limite, car une poutre trop épaisse risque de fléchir sous son propre poids. Une solution consiste à construire une poutre constituée de triangles (selon le principe physique énoncé ci-dessus).

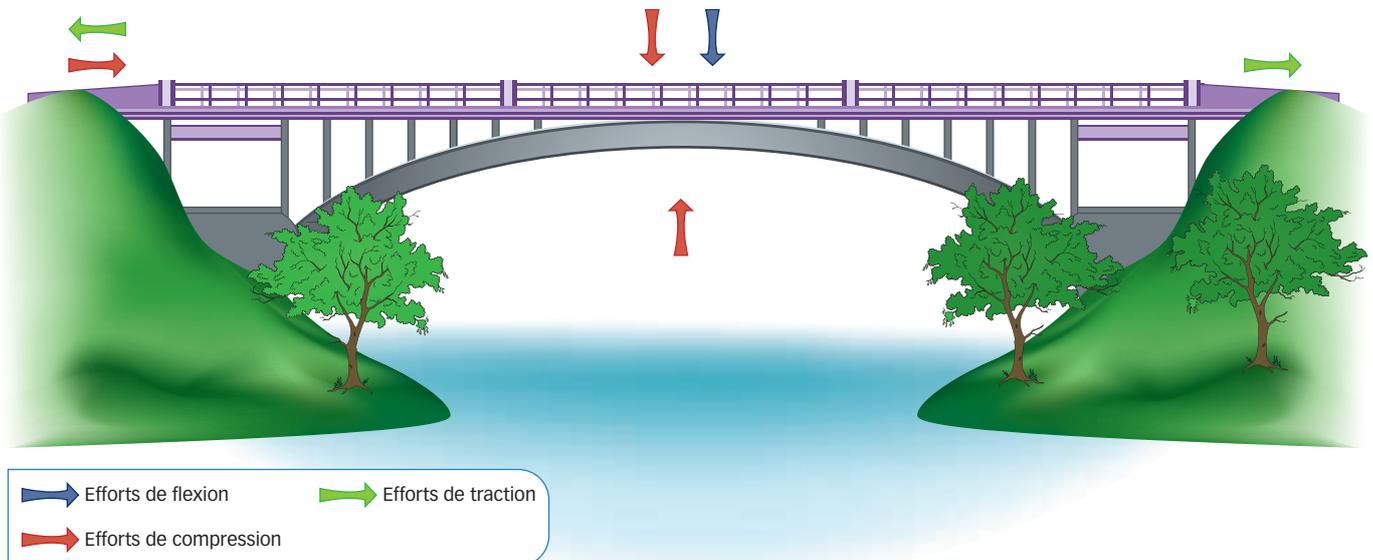
Les structures dont les pièces sont assemblées de façon à former des triangles sont appelées **treillis**. Elles sont très largement utilisées en construction (acier, bois ou autres) dans le but essentiel d'alléger l'ensemble d'une construction tout en assurant une grande **stabilité**.



Les treillis sont sollicités par des forces comme les charges à supporter (véhicules) ou le poids propre de la structure, et par des forces issues des pièces voisines. Les matériaux de ces ouvrages sont choisis en fonction de ces forces.

Contraintes des matériaux

Dans un pont, les matériaux subissent des **efforts de flexion** (pont à poutre), des **efforts de compression** (pont en pierre) et des **efforts de traction**. Les matériaux du pont à haubans résistent à la combinaison de ces trois efforts.



De nos jours, les ponts sont construits principalement en acier et en béton armé.

à voir

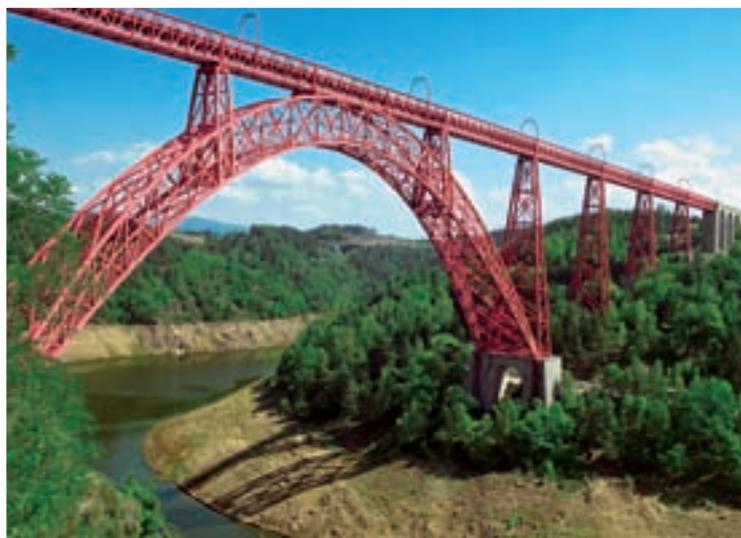
Les plus grands ponts du monde : http://www.asco-tp.fr/download/vu_sur_le_net/

Découvrir une solution

Comment stabiliser une structure ?



Pont Dom-Luís, Portugal, 1886



Viaduc de Garabit, ouvrage ferroviaire, 1882

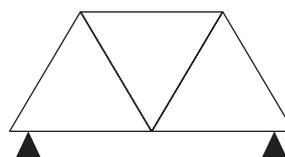
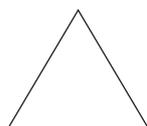
Formuler le problème

Afin de construire des ponts stables et légers à la fois, le principe technique du treillis est utilisé.

Chaque groupe dispose de tiges type meccano, de longueur identique, de vis, d'écrous et de l'outillage nécessaire pour le montage.

Proposer des solutions

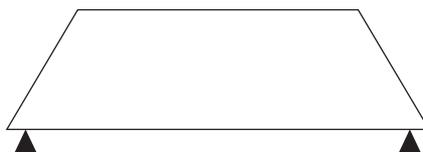
1) Réalisez les constructions suivantes.



2) Testez leur résistance à la déformation en exerçant différents efforts.

3) Qu'observez-vous ?

4) Construisez la structure ci-dessous. Ajoutez les éléments qui permettent d'en assurer la stabilité et testez-la.



Communiquer les résultats

5) Rédigez un compte rendu de la solution choisie avec un schéma. Donnez vos arguments.

À retenir

→ Les fonctions remplies par un pont

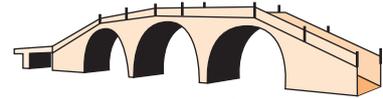
Un pont est un ouvrage qui permet de franchir un obstacle en passant par-dessus.

Sa **fonction** dépend de la voie de communication portée : trafic routier = pont-route ; trafic ferroviaire = pont-rail ; passage de canalisations = pont-aqueduc ; trafic maritime = pont-canal ; passage piétonnier = passerelle.

→ Les différentes solutions techniques retenues

Pour réaliser cette fonction, plusieurs **solutions techniques** existent :

- le pont à voûte ;
- le pont à poutre (*pont des Arts ; viaduc de Garabit*) ;
- le pont en arc (*pont des Arts, viaduc de Garabit*) ;
- le pont à haubans (*viaduc de Millau*) ;
- le pont suspendu.



Pont à voûte



Pont suspendu

→ Les propriétés mécaniques d'une structure

Des **matériaux** sont associés à chaque solution technique selon les efforts subis par l'ouvrage : compression, flexion et traction.

Schéma bilan

