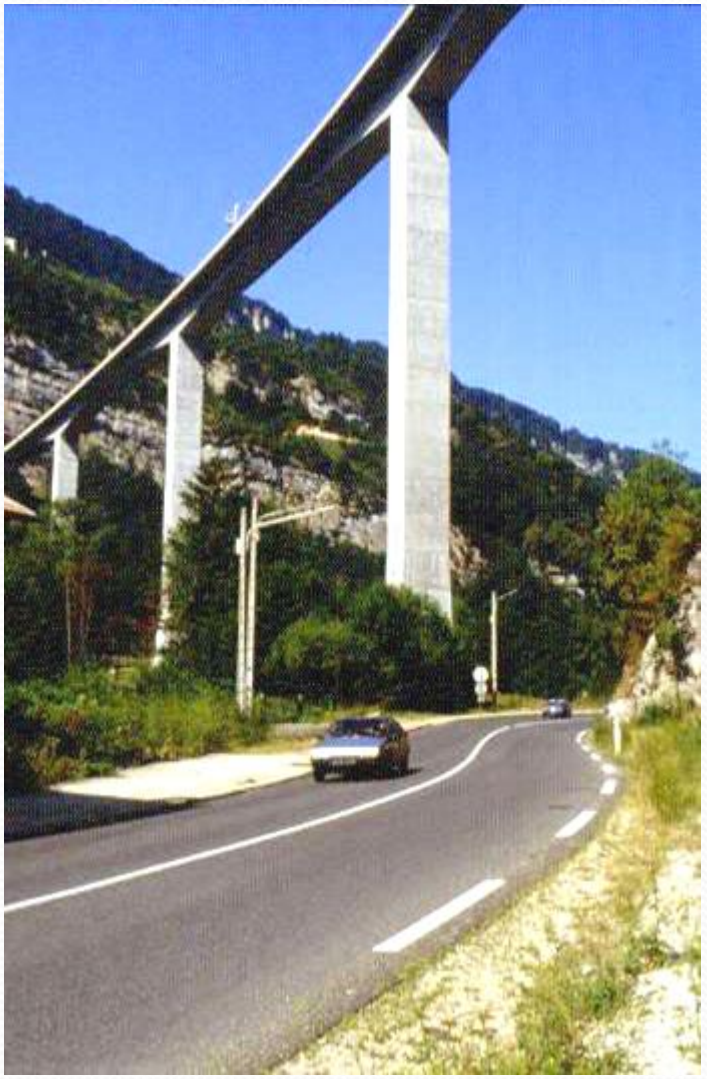
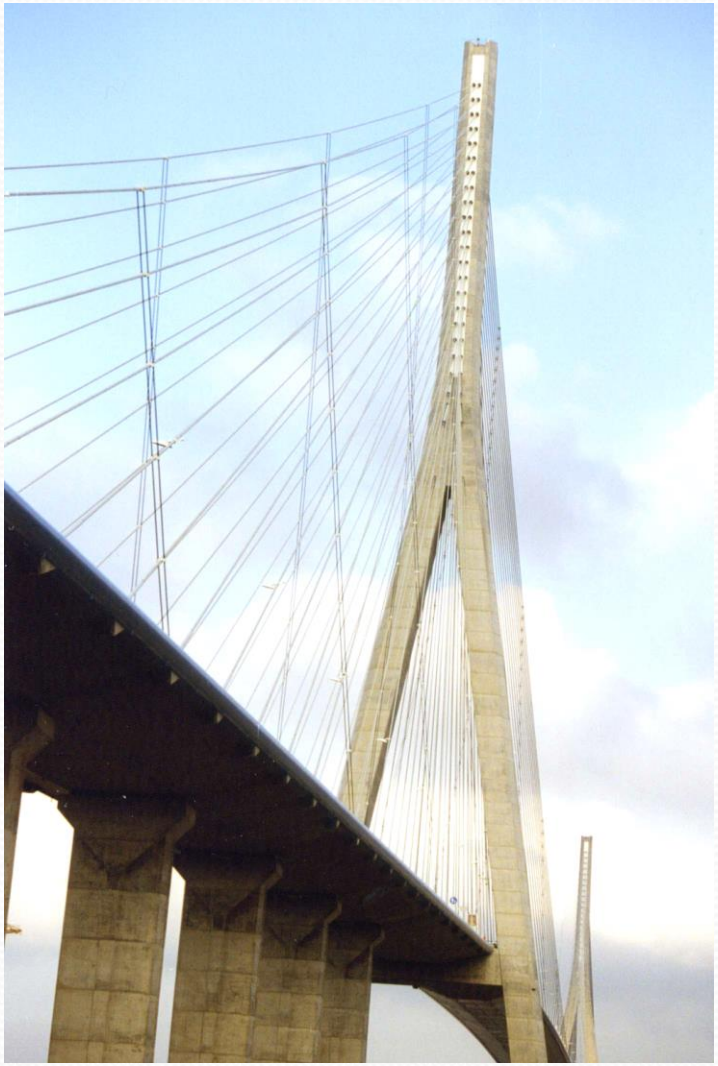
LES PONTS



SOMMAIRE

- A quoi sert un pont ?
- Résistance des matériaux
- Les appareils d 'appui
- Les joints de chaussée
- Les fondations
- Dalle de transition
- Vocabulaire
- Formes de tablier
- Les ponts mobiles
- Crédit documentaire



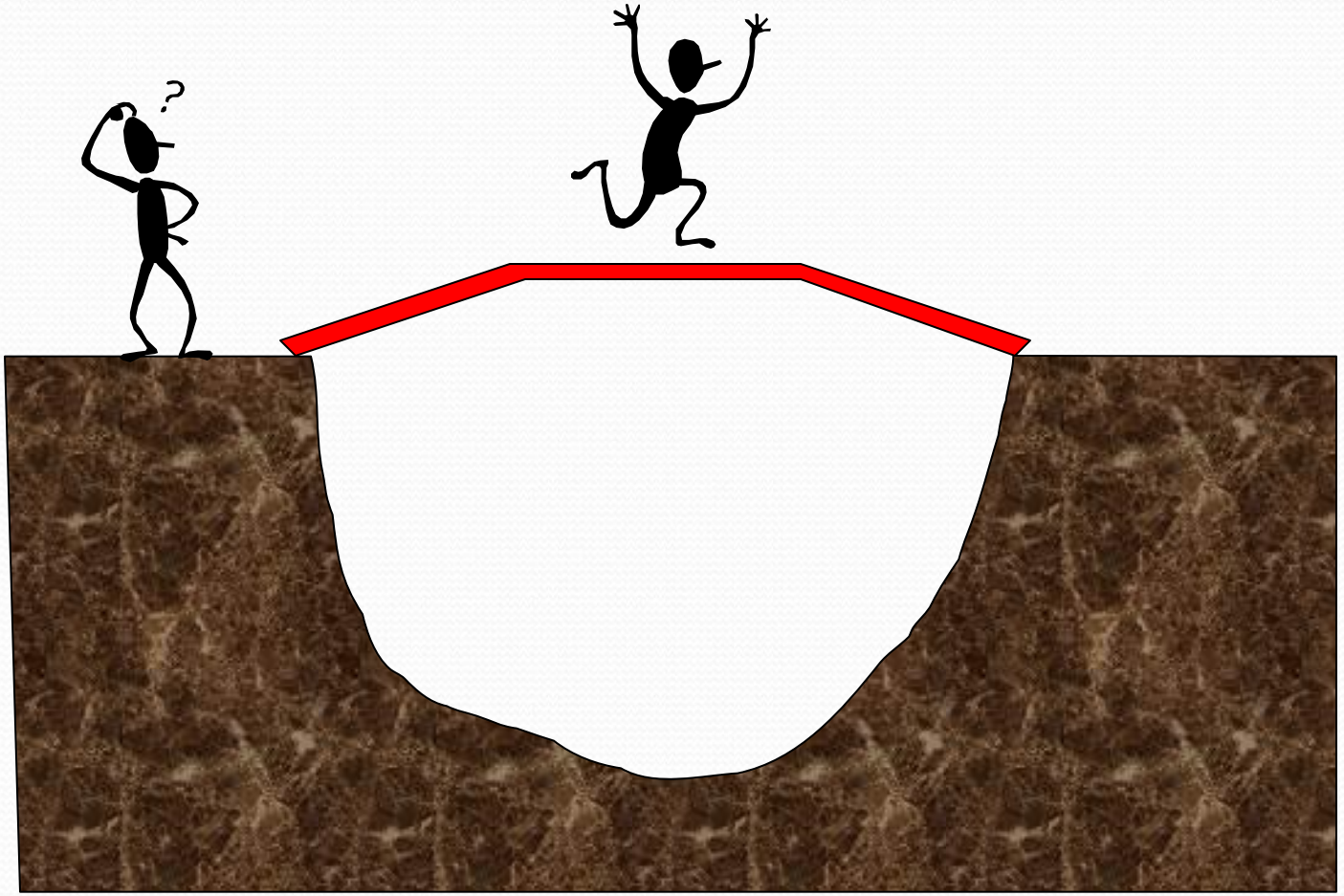
Cliquer sur le texte

Définition :

Un pont est un OUVRAGE D 'ART. Mis à part les ponts types autoroutier, la plupart sont des œuvres uniques. Uniques par leur architecture, uniques par leur mode de construction, uniques par leur typologie.

Nous allons tenter ici d 'en décrire quelques uns après avoir mis en évidence les problèmes communs à tous.

A QUOI SERT UN PONT ?



Un pont est un ouvrage qui permet d 'enjamber un obstacle : brèche, rivière, route, ville, ...

VOCABULAIRE

tablier : partie sur laquelle on circule

Pile : appui intermédiaire

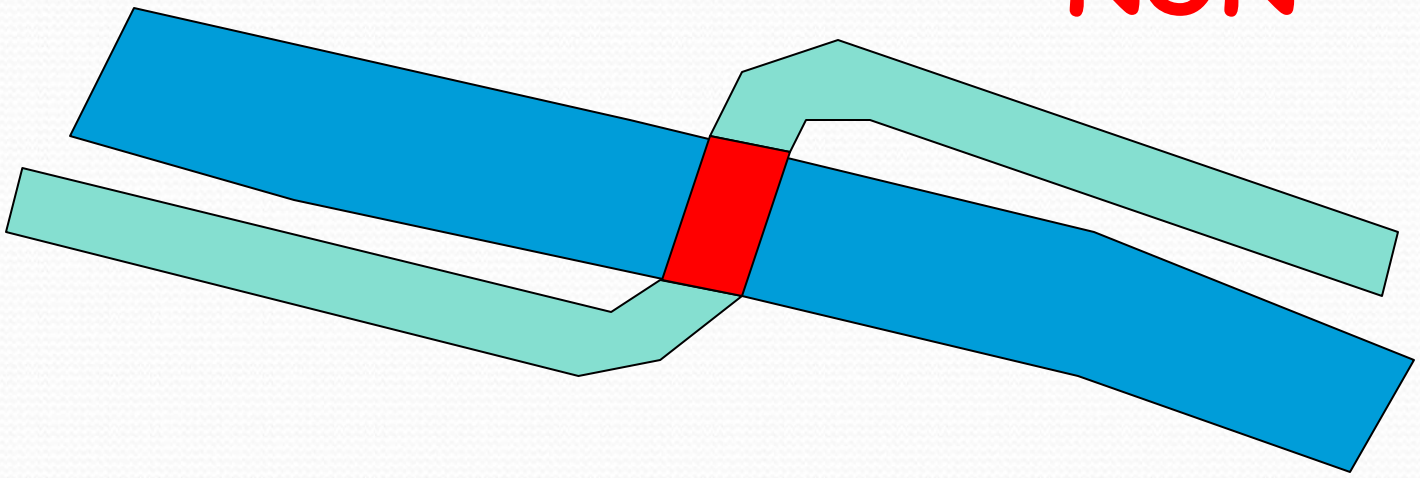
Culée : appui d 'extrémité

A QUOI SERT UN PONT ?

Un pont doit assurer la continuité de la route au-dessus de l 'obstacle.

- En plan

NON

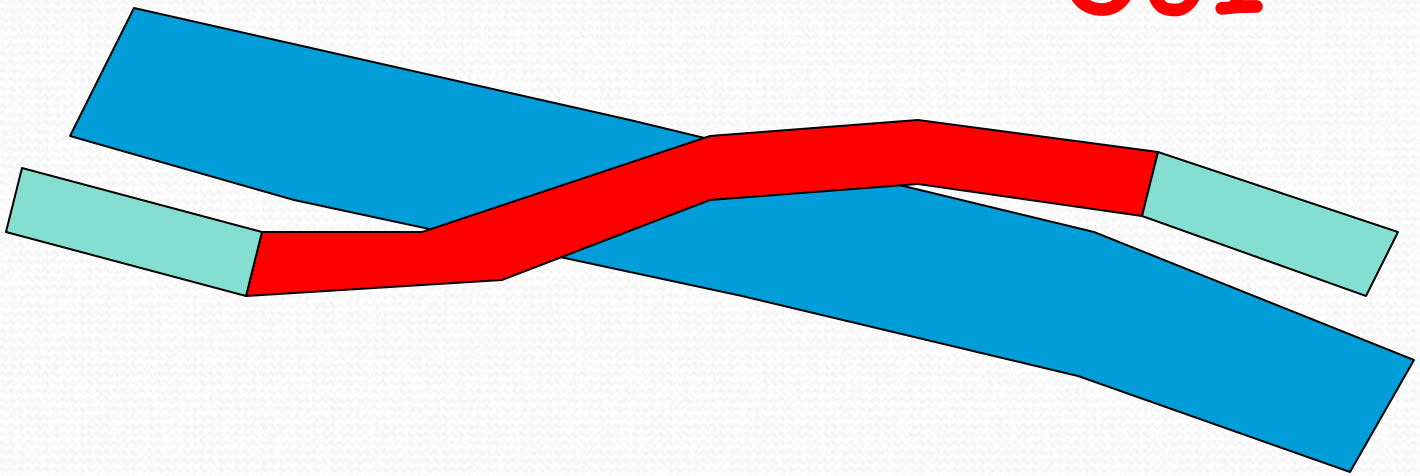


A QUOI SERT UN PONT ?

Un pont doit assurer la continuité de la route au-dessus de l 'obstacle.

- En plan

OUI

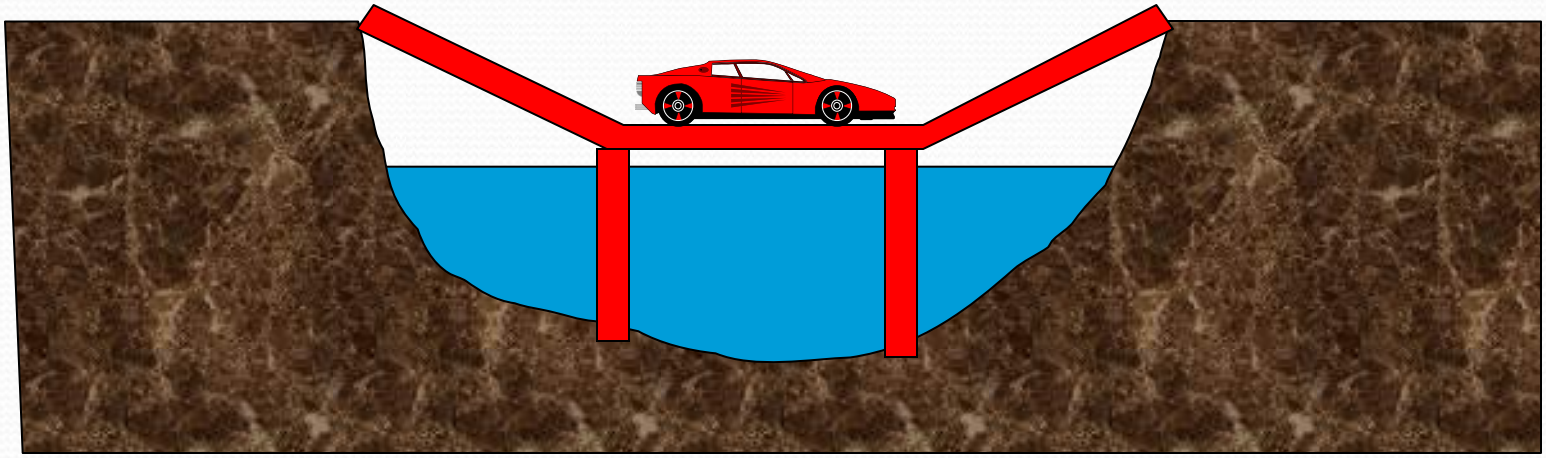


A QUOI SERT UN PONT ?

Un pont doit assurer la continuité de la route au-dessus de l 'obstacle en permettant l 'éventuelle circulation au-dessous (gabarit).

- En profil en long

NON

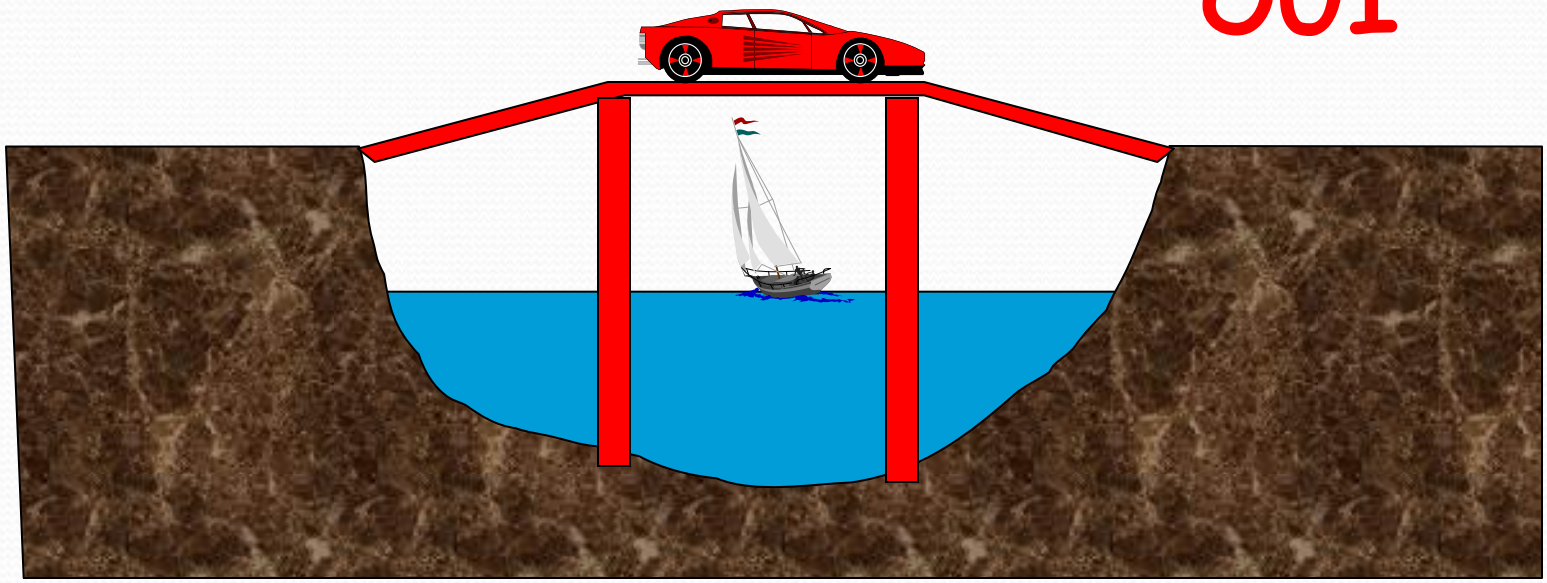


A QUOI SERT UN PONT ?

Un pont doit assurer la continuité de la route au-dessus de l 'obstacle en permettant l 'éventuelle circulation au-dessous (gabarit).

- En profil en long

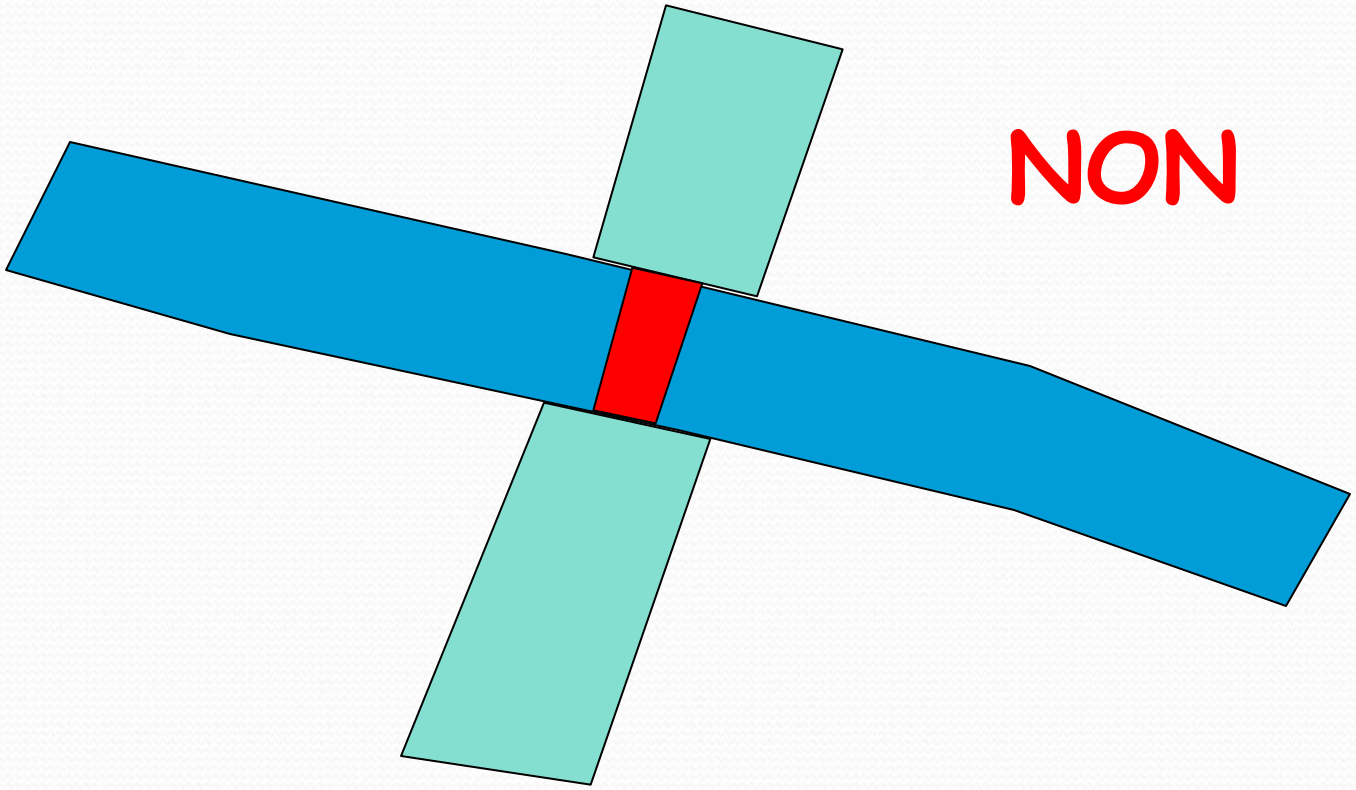
OUI



A QUOI SERT UN PONT ?

Un pont doit assurer la continuité de la route .

- En profil en travers

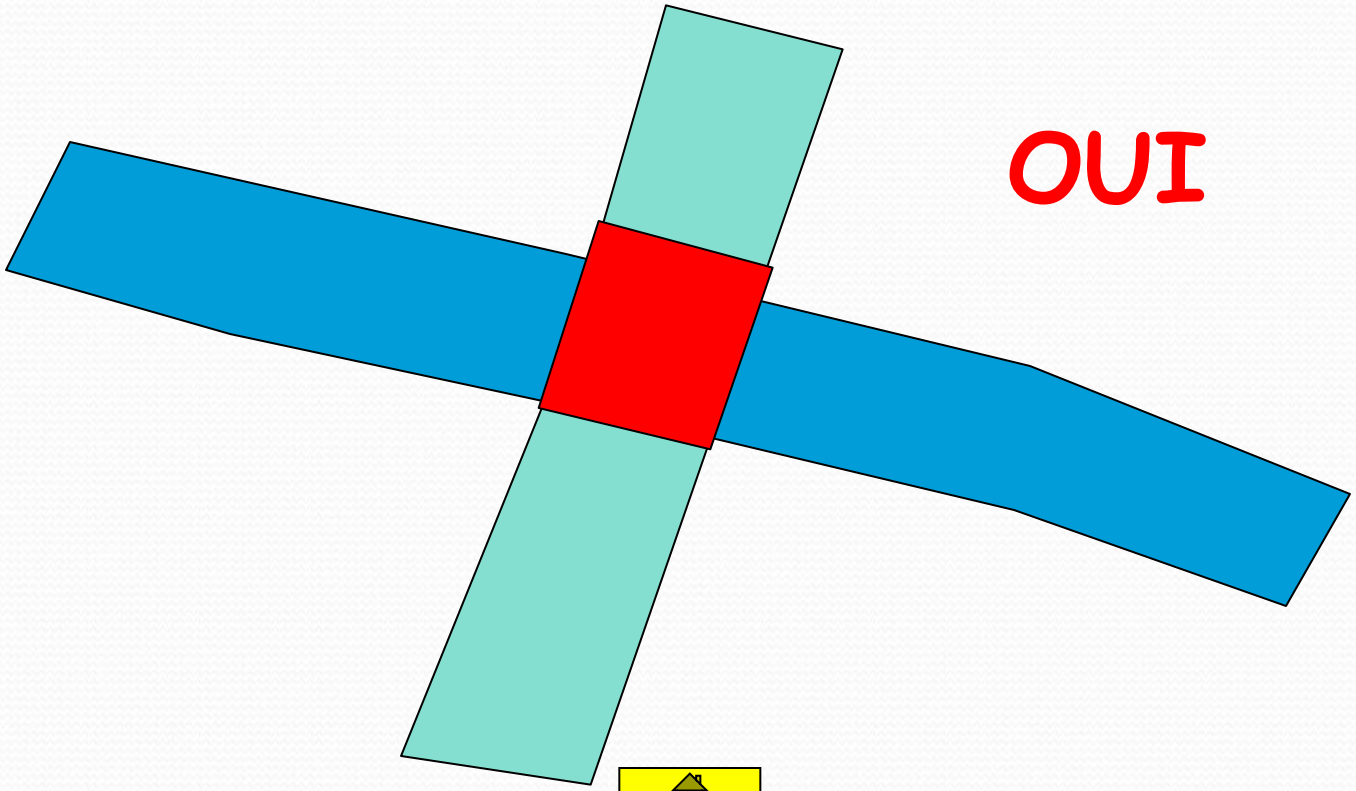


NON

A QUOI SERT UN PONT ?

Un pont doit assurer la continuité de la route .

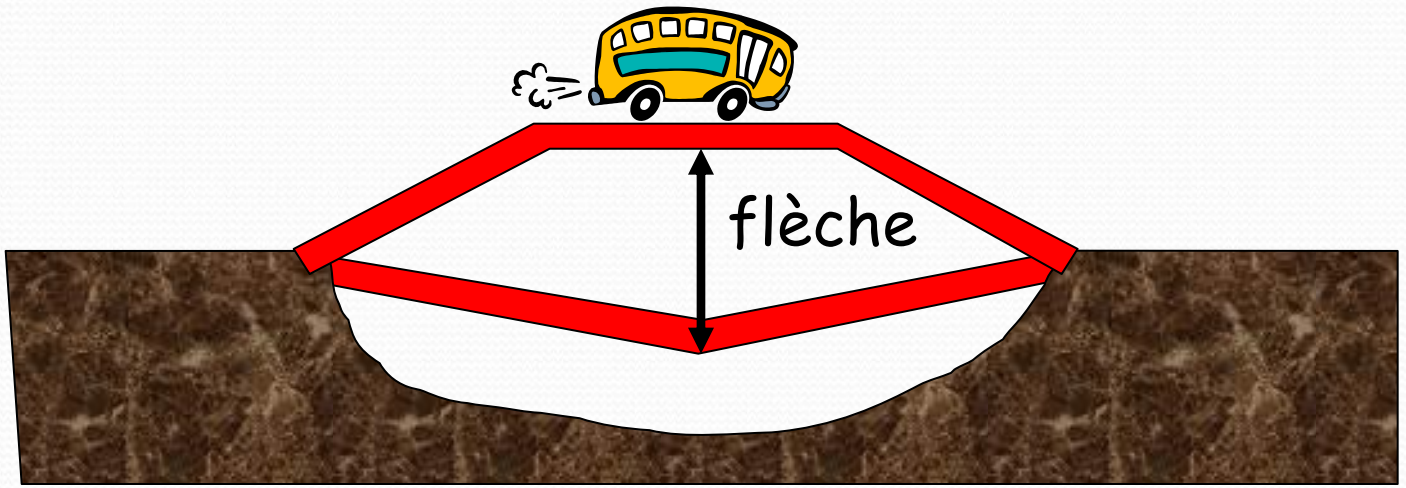
- En profil en travers



OUI

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

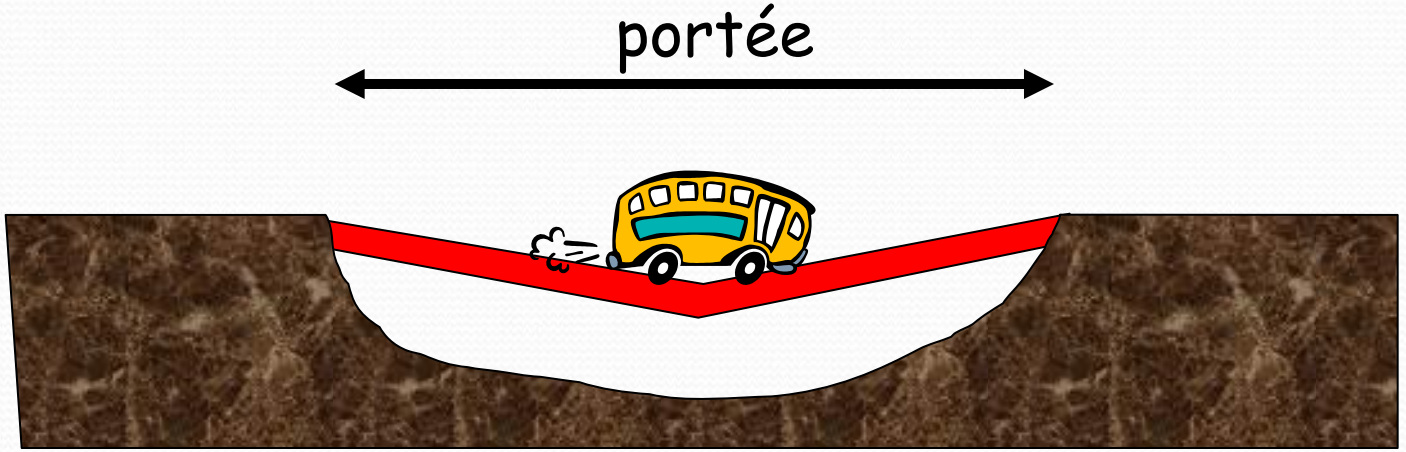
- LA FLEXION



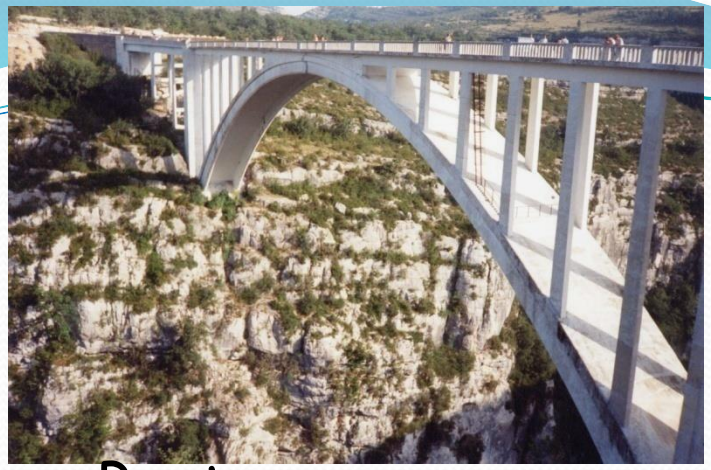
Sous l 'effet d 'une charge ou de son poids propre, le tablier fléchit. La flèche résultante ne doit pas être trop importante !

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

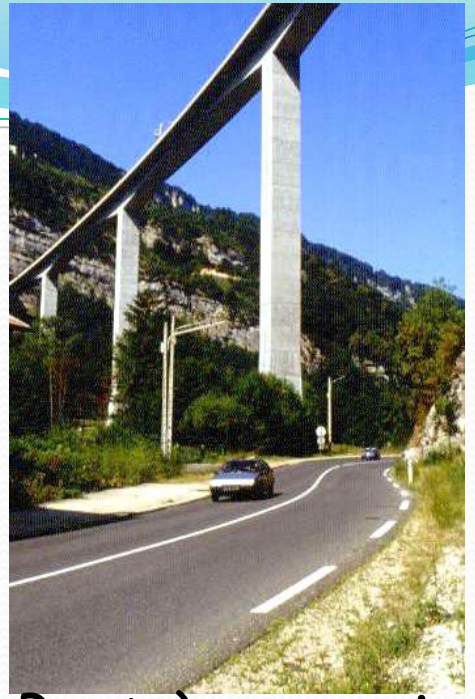
- LA FLEXION



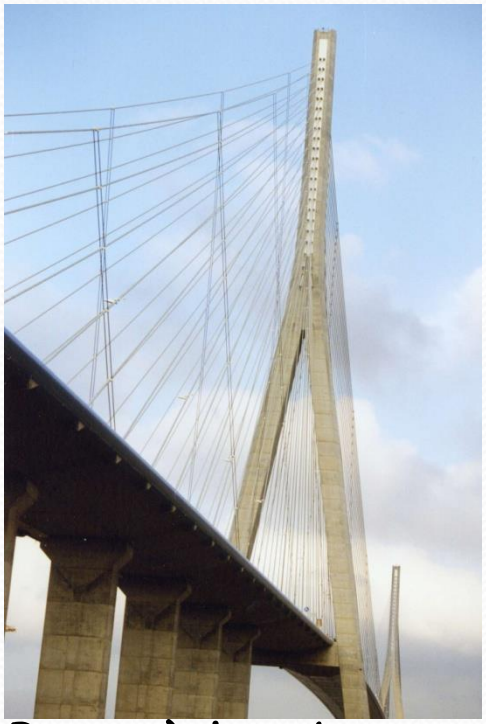
La portée du tablier (distance entre 2 appuis consécutifs) et son chargement maximal imposent des types de ponts et des matériaux particuliers : poutres B.A., voussoirs B.P., Treillis métallique, suspendu, à haubans, ...



Pont en arc



Pont à voussoirs

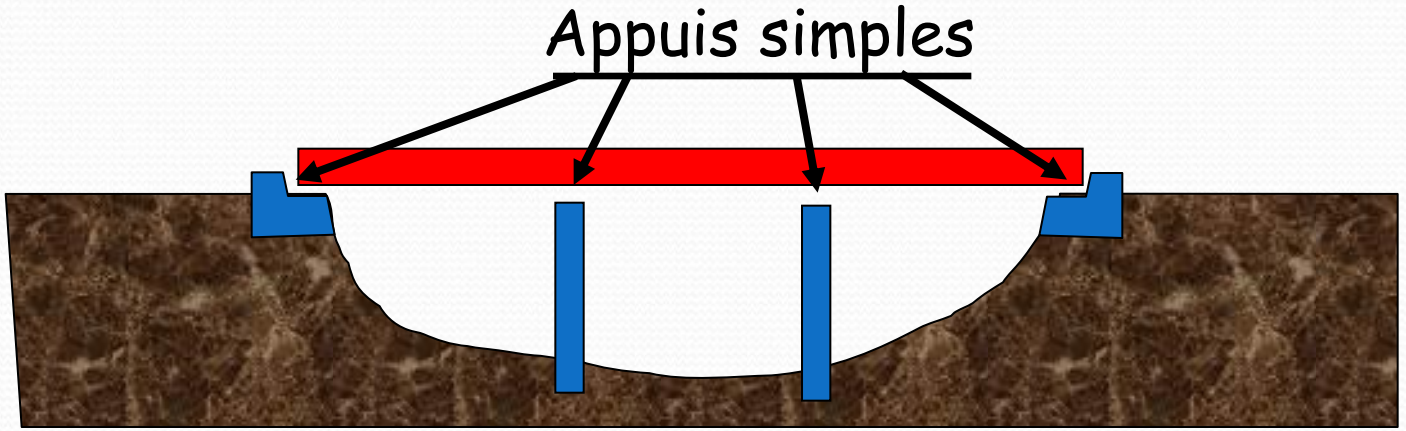


Pont à haubans

Ponts métalliques

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- TRANSMISSION DES CHARGES DU TABLIER AUX APPUIS.

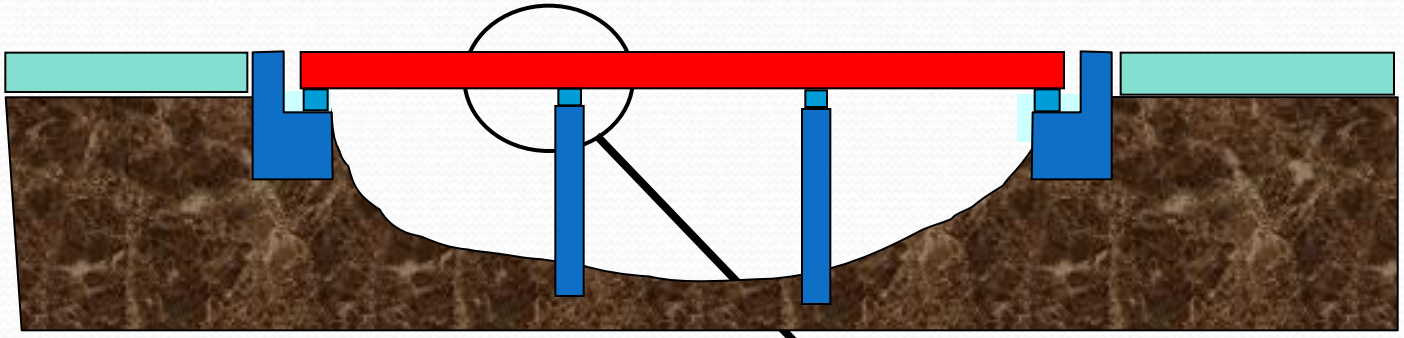


Les liaisons tablier/appuis sont souvent des liaisons « appui simple ». Elles ne bloquent que la translation verticale, pas les autres translations, pas les rotations.

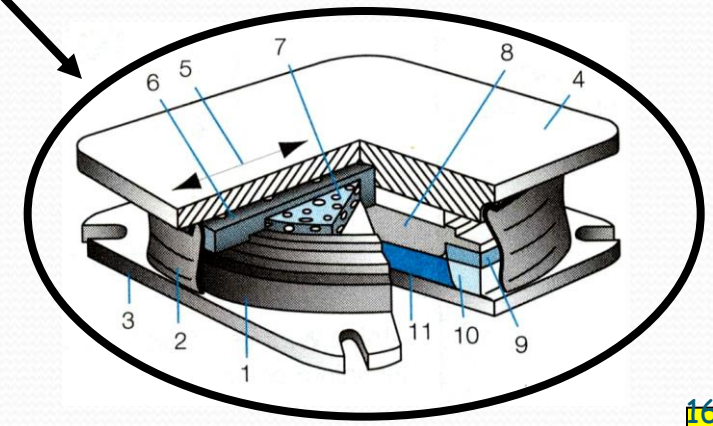
A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- TRANSMISSION DES CHARGES DU TABLIER AUX APPUIS.

L 'appui simple est assuré par un **appareil d 'appui**



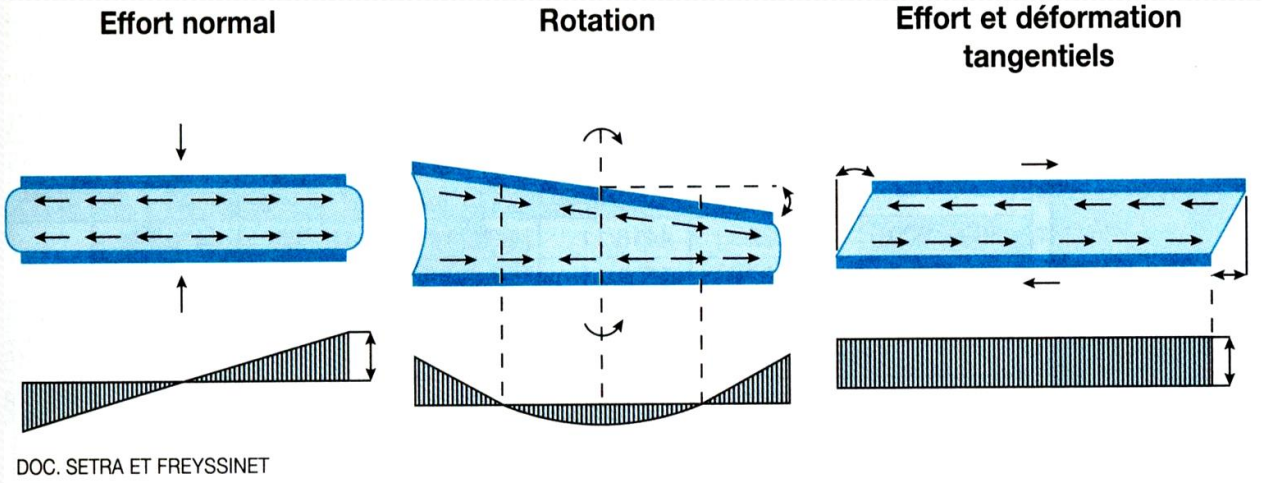
C 'est un élément en néoprène (caoutchouc) renforcé qui permet les mouvements relatifs entre le tablier et la pile ou la culée.



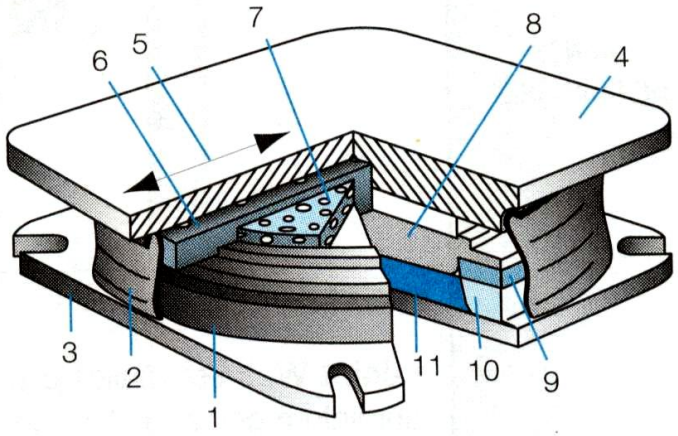
A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- TRANSMISSION DES CHARGES DU TABLIER AUX APPUIS.

Sollicitations que reprend un appareil d 'appui

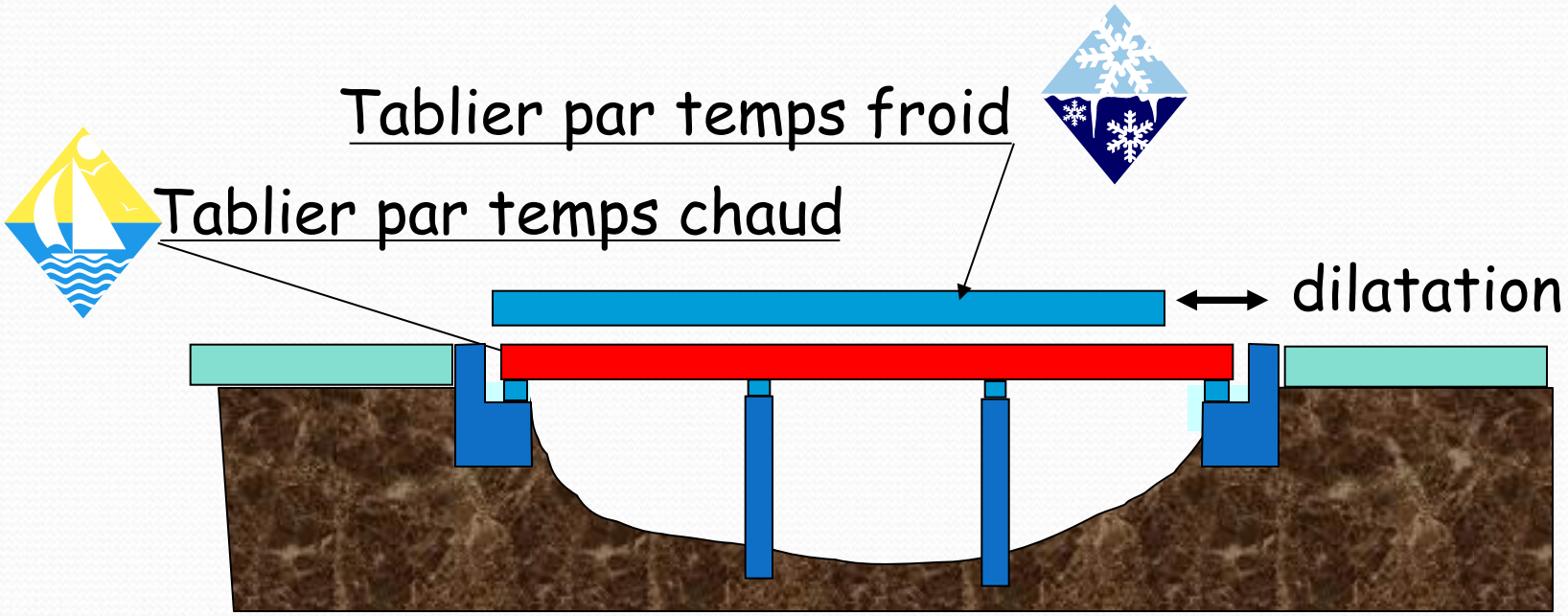


Appui unidirectionnel « Neotopf »



A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- DILATATION THERMIQUE.

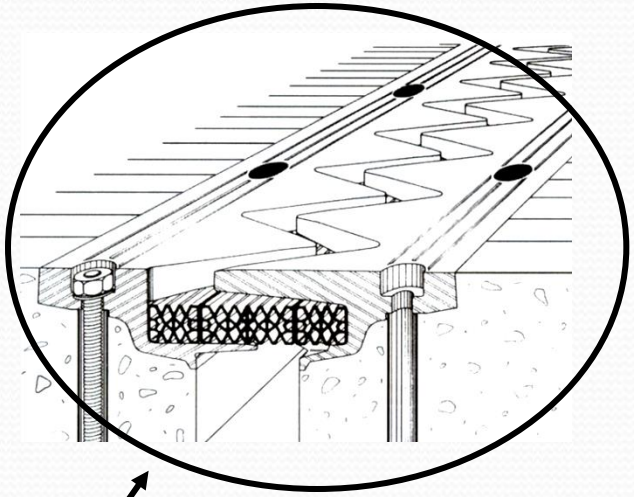


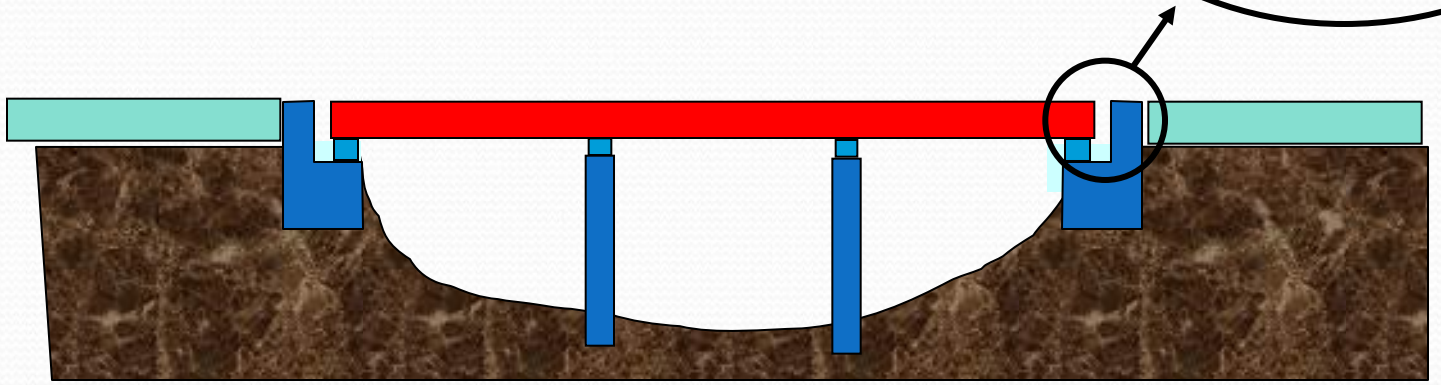
De part leur grande longueur, les tabliers de ponts subissent de façon considérable (1 à 10 cm) les effets de la dilatation thermique

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- DILATATION THERMIQUE.

Joint de chaussée

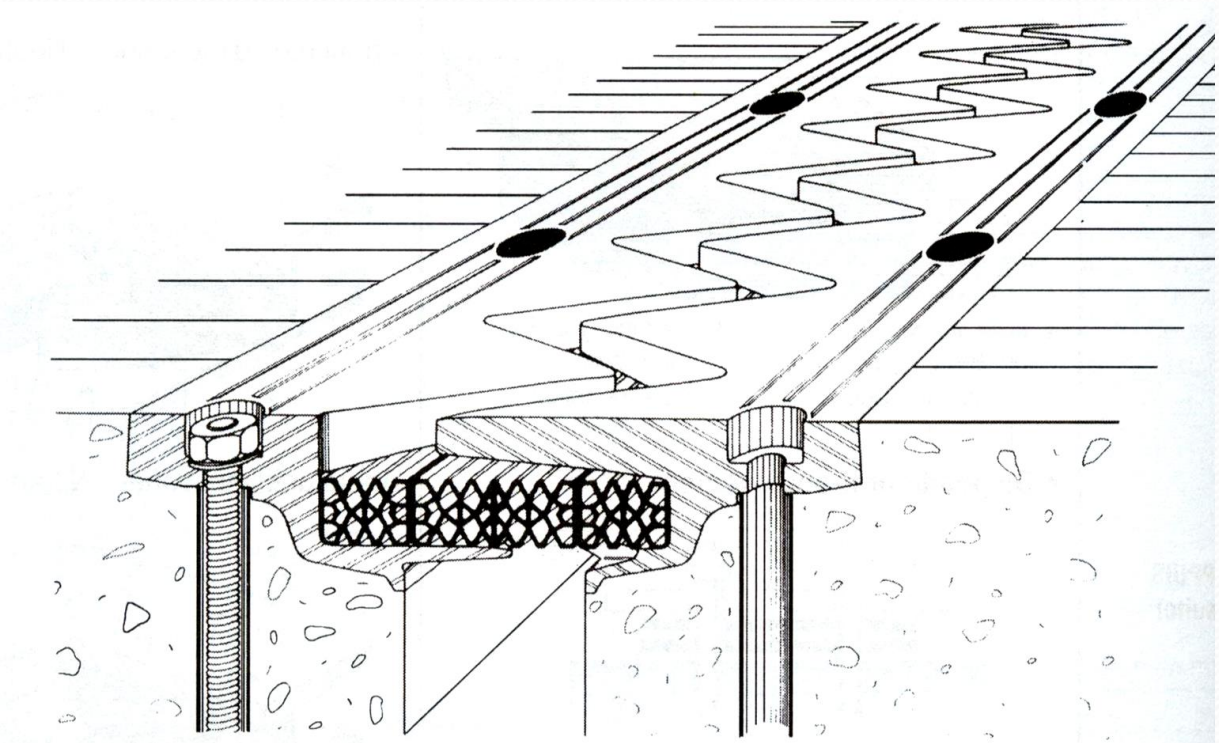




La dilatation du tablier est favorisée par la déformation des appareils d 'appui. Aux extrémités du tablier sont placés des joints de chaussée.

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- DILATATION THERMIQUE.

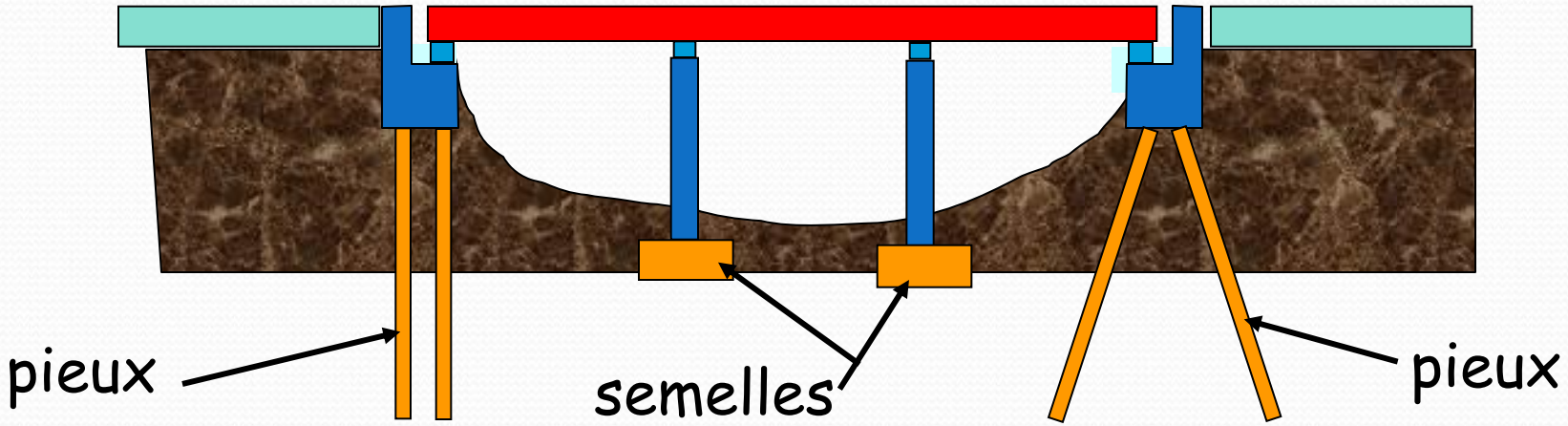


Le Joint de Chaussée permet au tablier de se dilater tout en maintenant la continuité de la chaussée.

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

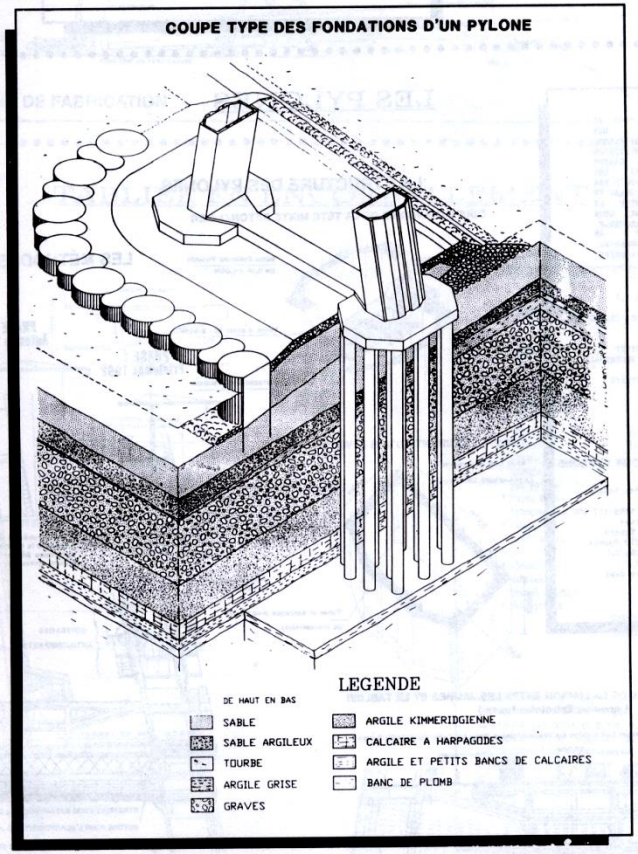
- RESISTANCE DU SOL SOUS LES APPUIS.

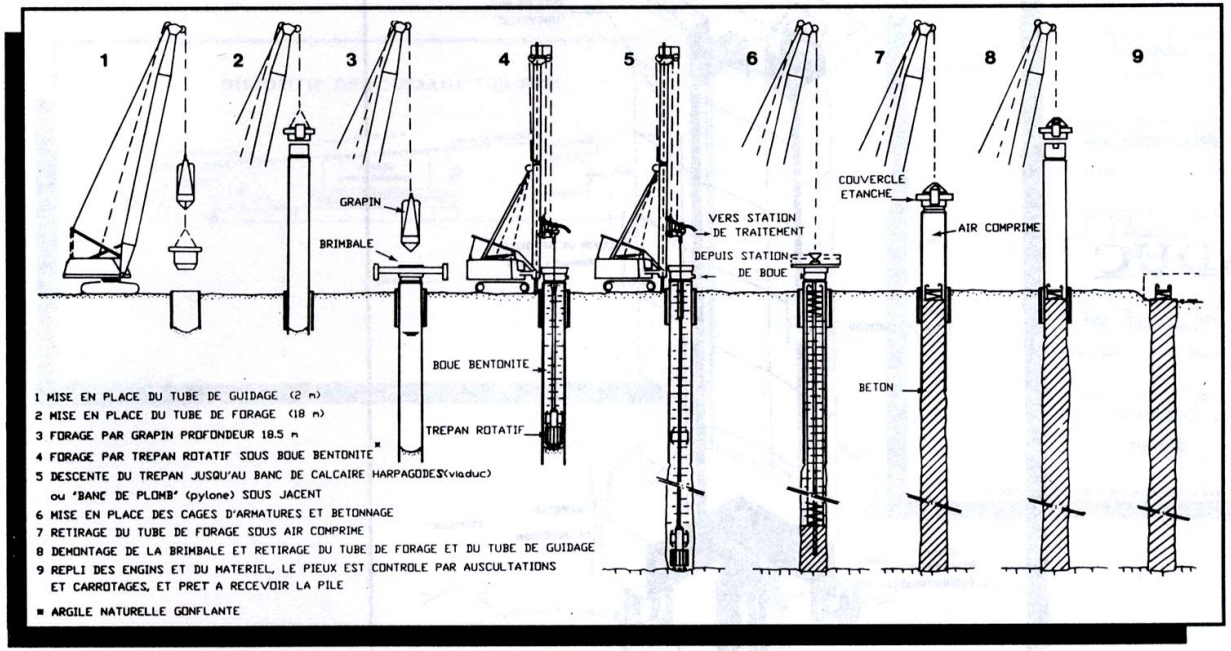
Comme tout ouvrage, les ponts reposent sur le sol. Les fondations (profondes ou superficielles) doivent donc être dimensionnées en conséquence. (voir mécanique des sols)



A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- RESISTANCE DU SOL SOUS LES APPUIS.



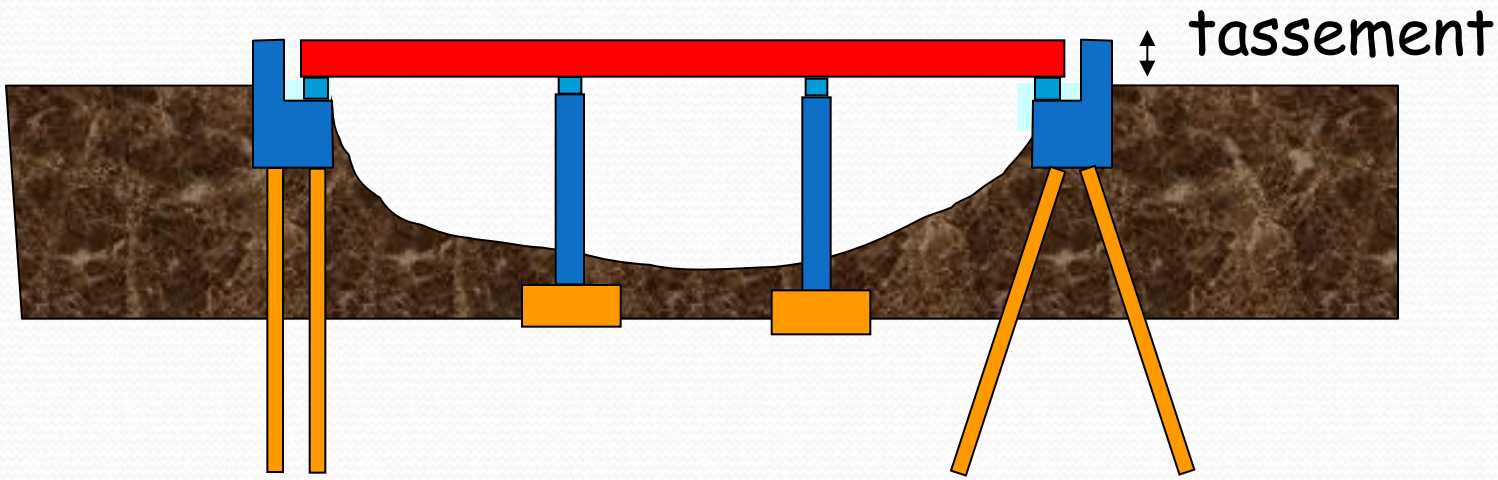


Exemple : les pieux sous les piles du « Pont de Normandie ».

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- LIAISON AVEC LE REMBLAI ROUTIER.

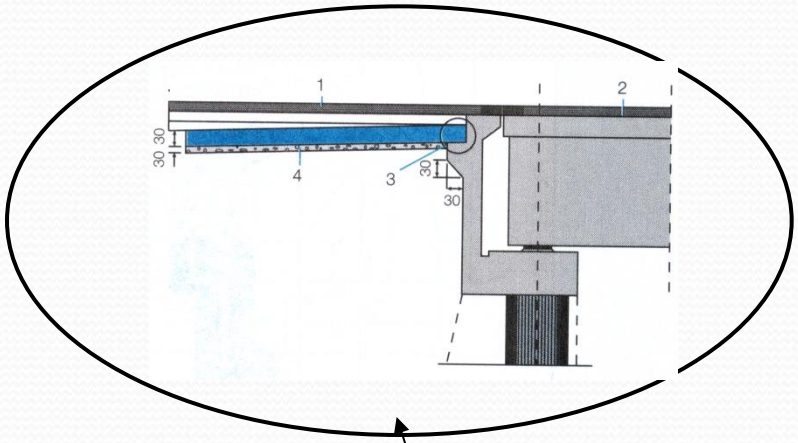
Le pont repose sur des fondations. Il ne tasse pas. Par contre, les remblais d 'accès reposent directement sur le sol et sont soumis aux tassements. Il faut donc prévoir une transition progressive entre le pont rigide et le remblai meuble.

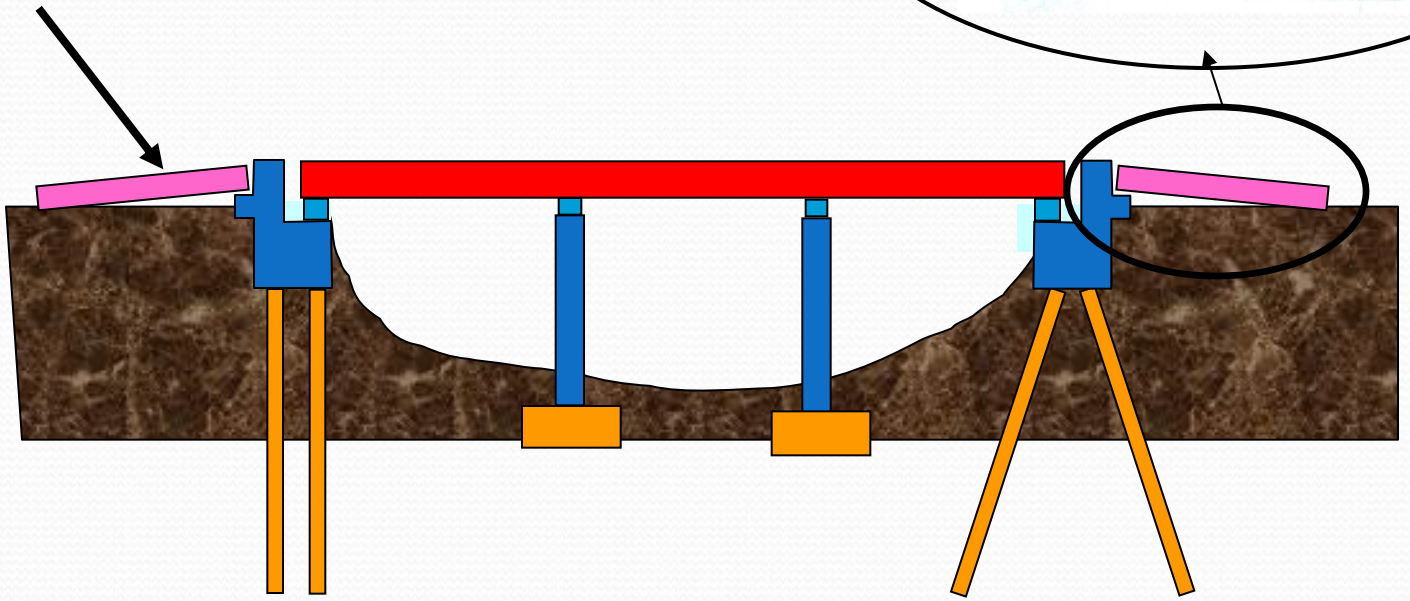


A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- LIAISON AVEC LE REMBLAI ROUTIER.

La dalle de transition permet de passer progressivement du remblai au pont



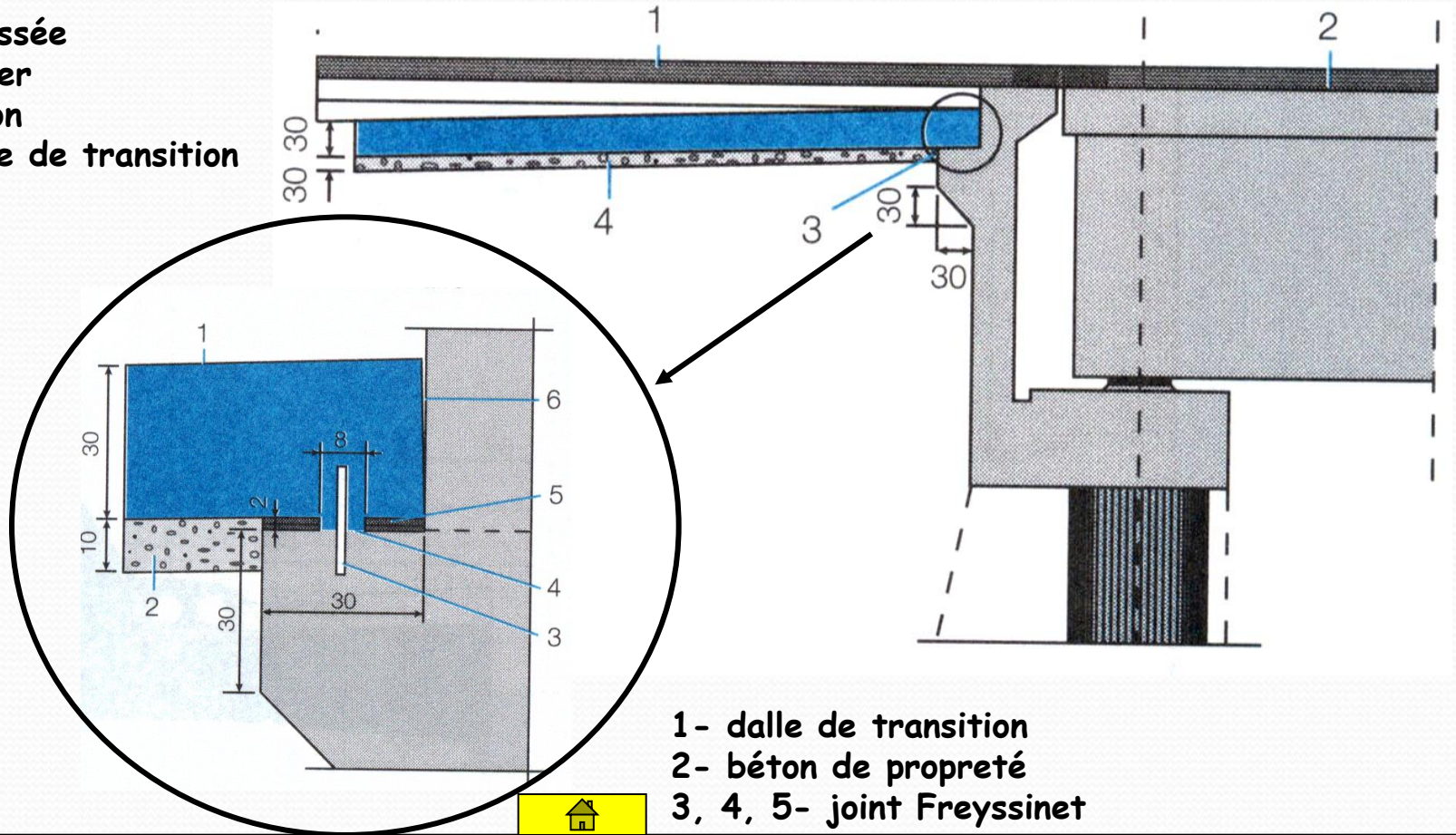


A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- LIAISON AVEC LE REMBLAI ROUTIER.

La liaison dalle / culée est de type articulation

1- chaussée
2- tablier
3- liaison
4 - dalle de transition



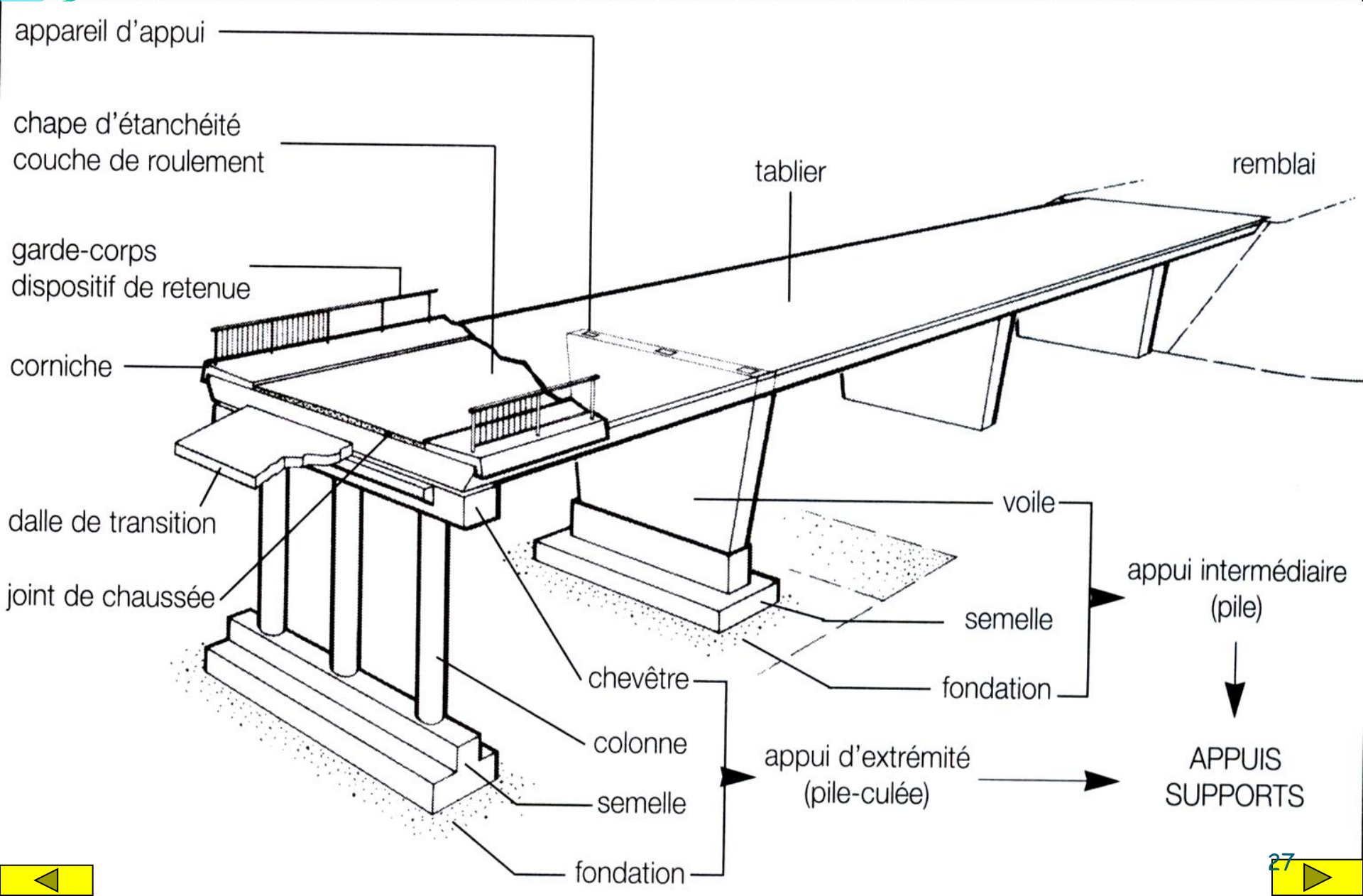
1- dalle de transition
2- béton de propreté
3, 4, 5- joint Freyssinet

A QUELS PROBLEMES EST SOUMIS UN PONT ?

- ORGANES DE SÉCURITÉ.

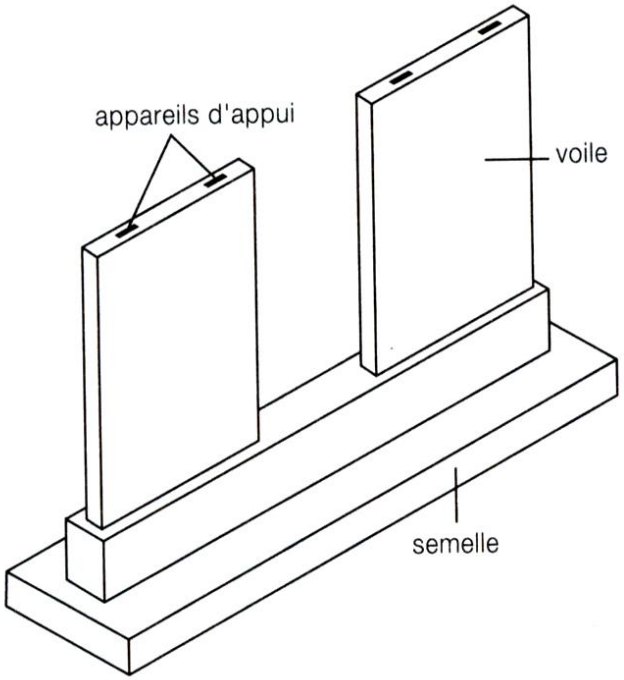
Afin d 'éviter les chutes, on n 'oublie pas les barrières de sécurité. On prévoie également une évacuation des eaux sur le tablier : pente, descentes d 'eau, ...

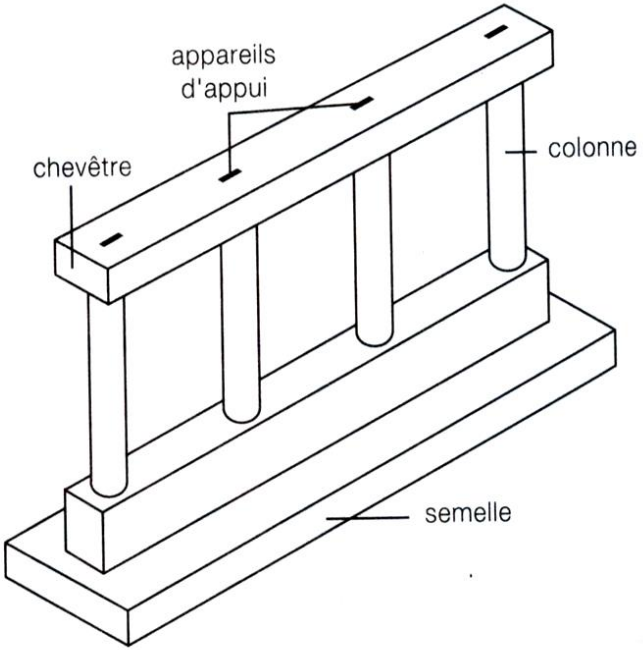
RECAPITULATIF :



- LA PILE

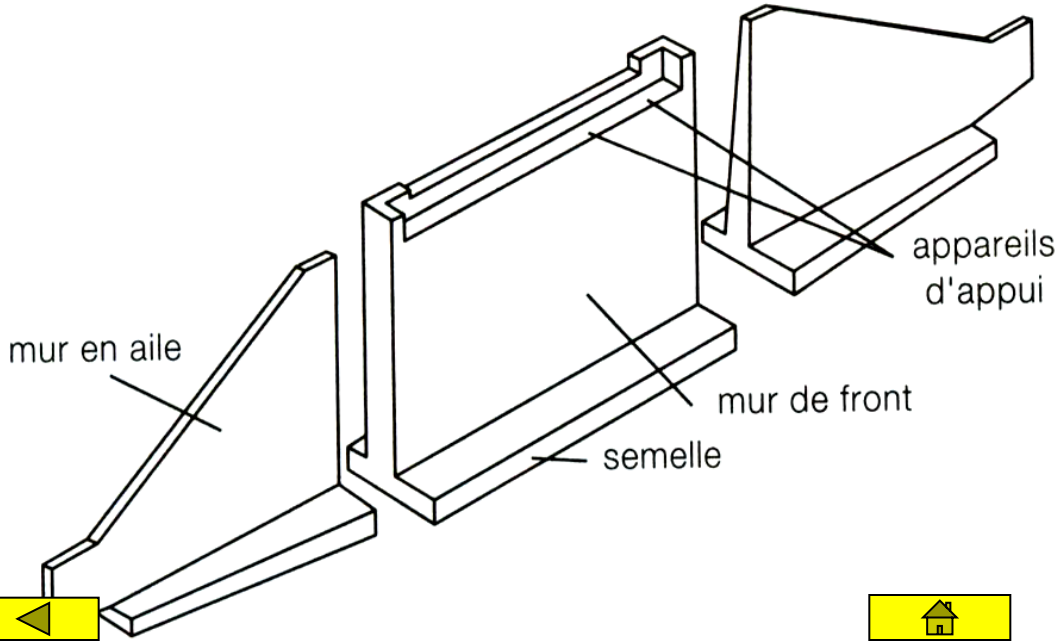
La pile sert d 'appui intermédiaire au tablier.
Elle transmet ses charges au sol par l 'intermédiaire des fondations.

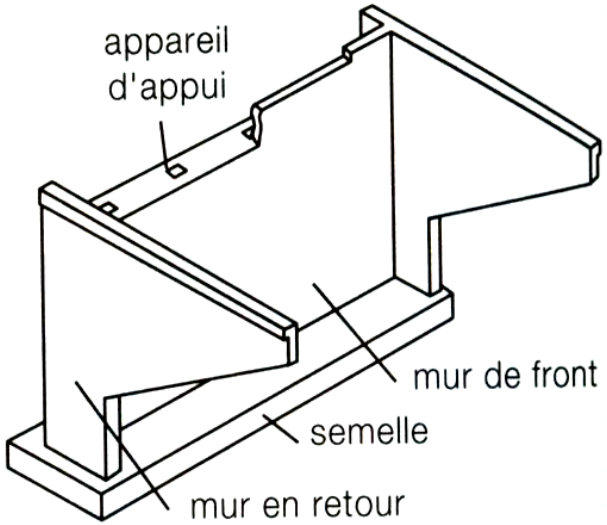




- LA CULÉE

La culée sert d 'appui d 'extrémité au tablier.
Elle transmet ses charges au sol par l 'intermédiaire des fondations.
Elle retient le remblai situé derrière (mur de soutènement).





- LE TABLIER

De formes et de portées multiples. On peut les classer par matériau, par forme, par schéma mécanique, par mise en œuvre, ...

Pont à voûtes. Hyperstatique. Pierres. Portée < 15 m

Pont en arc. Hyperstatique. Béton ou acier. Portée < 350 m

Pont à poutres. Isostatique. BA ou BP. Portée < 45 m

Pont mixte à poutres CM . Isostatique ou hyper. CM et BA. Portée < 80 m

Cliquer sur la photo

- LE TABLIER

Pont dalle. Isostatique ou hyperstatique. BA ou BP. Portée < 30 m

Pont treillis. Isostatique ou hyperstatique. CM . Portée < 400 m

Pont à caissons. Hyperstatique. BP. Portée < 200 m

Pont suspendu. Hyperstatique. Acier et Béton ou acier. Portée < 1700 m

Pont à haubans. Hyperstatique. Acier et Béton. Portée < 900 m

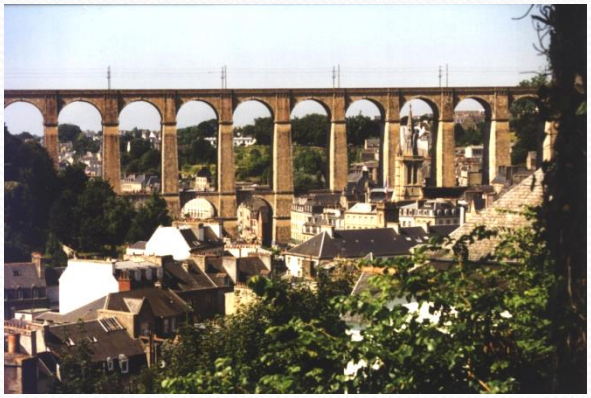
Cliquer sur la photo

QUELQUES TYPES DE PONTS

Petit catalogue illustré ...

Les ponts de pierre

Au début était la pierre … mais pas le béton armé. Il fallait donc trouver une technique permettant de franchir les brèches. Ce fut la voûte pour de petites portées entre piles.



Viaduc sur Morlaix

Annecy

Sallies de Béarn

« Pont St Esprit » à Bayonne

Les ponts de pierre

Remarque : sur certains ponts, ce sont les bateaux qui passent comme sur le pont canal de DIGOIN.

Eau du canal

Loire

Les ponts en Arc

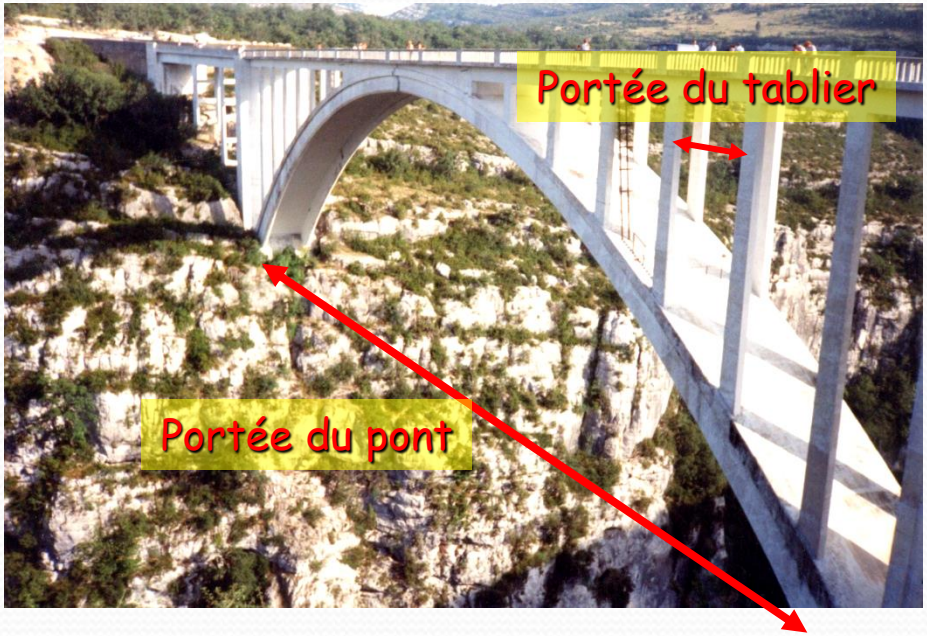
Après la pierre, l 'acier, puis le béton armé ont permis la réalisation d 'arcs de grande portée.

Gorges du VERDON

Les ponts en Arc

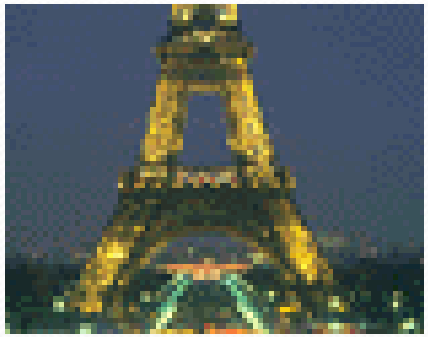
L 'Arc travaille uniquement en compression.

Le tablier repose sur des potelets qui transmettent les charges à l 'arc.



Le pont à donc une grande portée, mais pas le tablier !

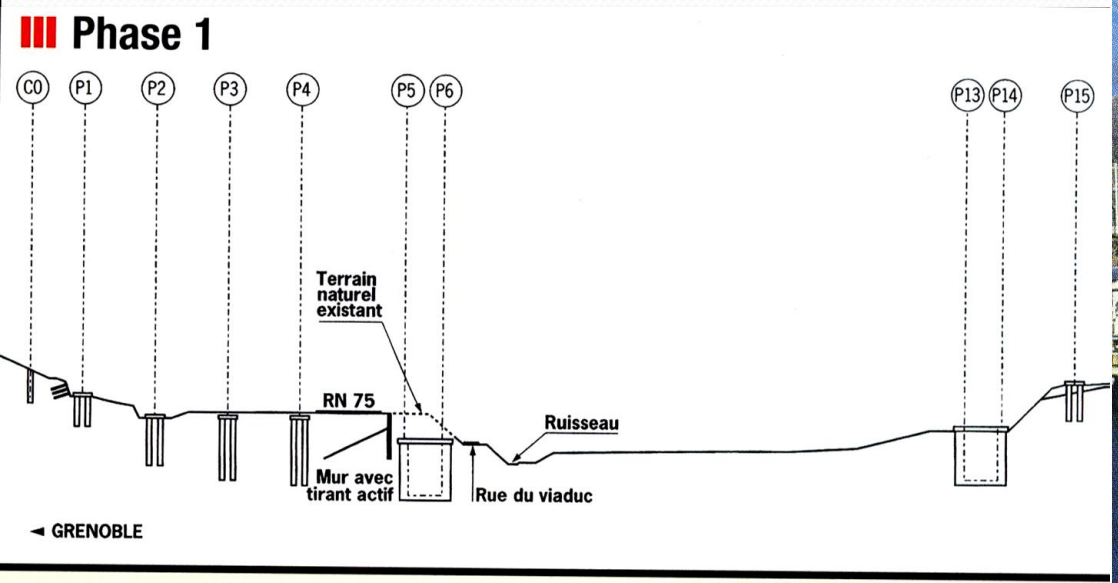
Remarque : La Tour Eiffel fonctionne sur le même principe

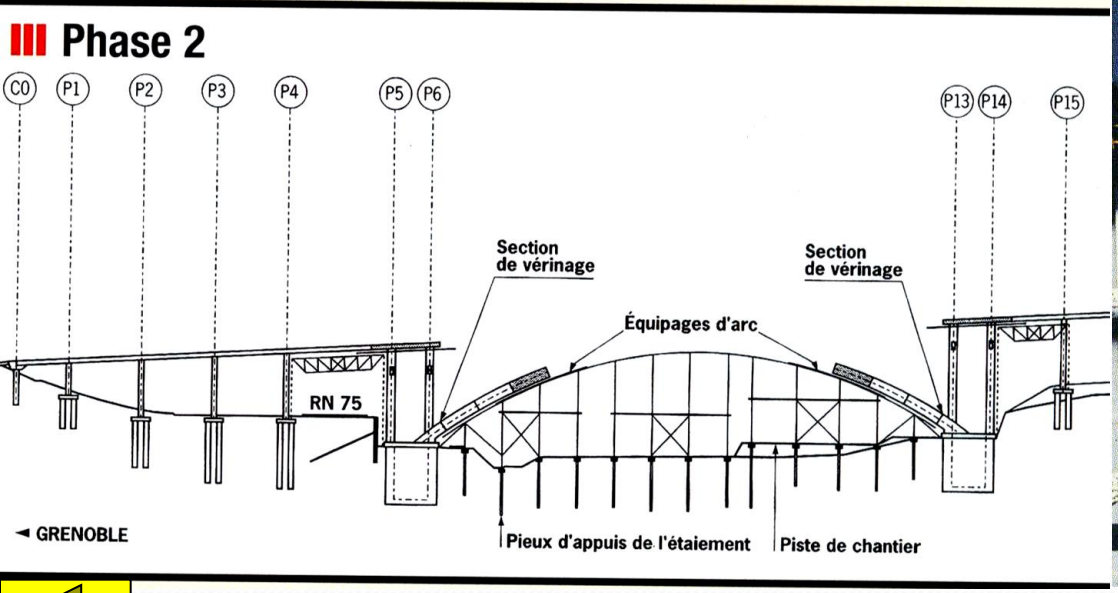


Les ponts en Arc

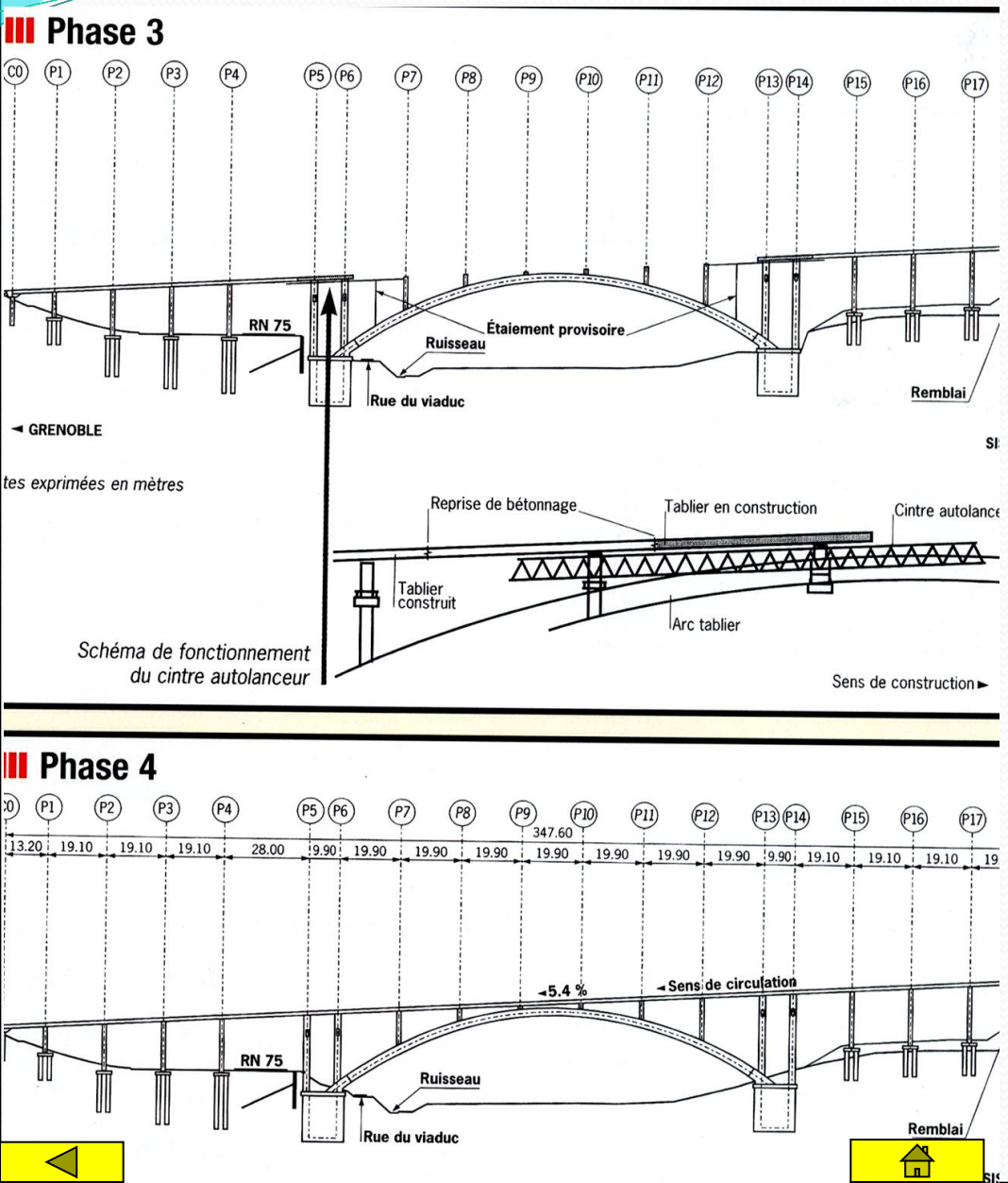
Exemple de la réalisation du pont du Crozet sur l 'A51

Les ponts en Arc





Les ponts en Arc



Les ponts à poutres en béton

Les ponts à poutres sont les plus simples à comprendre. Ils se composent de travées isostatiques reposant sur 2 appuis. Le tablier est une dalle coulée sur des poutres préfabriquées (BA ou BP) longitudinales.

La culée

Les piles

Les poutres

Les ponts à poutres en béton

Les poutres sur les piles au Cameroun

Le ferraillage du tablier

Les poutres sont posées à la grue mobile sur leurs appuis

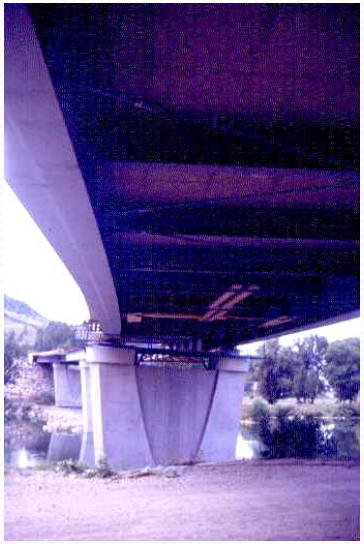
Pont en Louisiane

Les ponts à poutres en acier

Le tablier est une dalle en béton coulée sur des poutres en acier longitudinales.

TGV Méditerranée à CREST (26)

Millau



Les ponts à poutres en acier

Exemple du Pont de Jassans

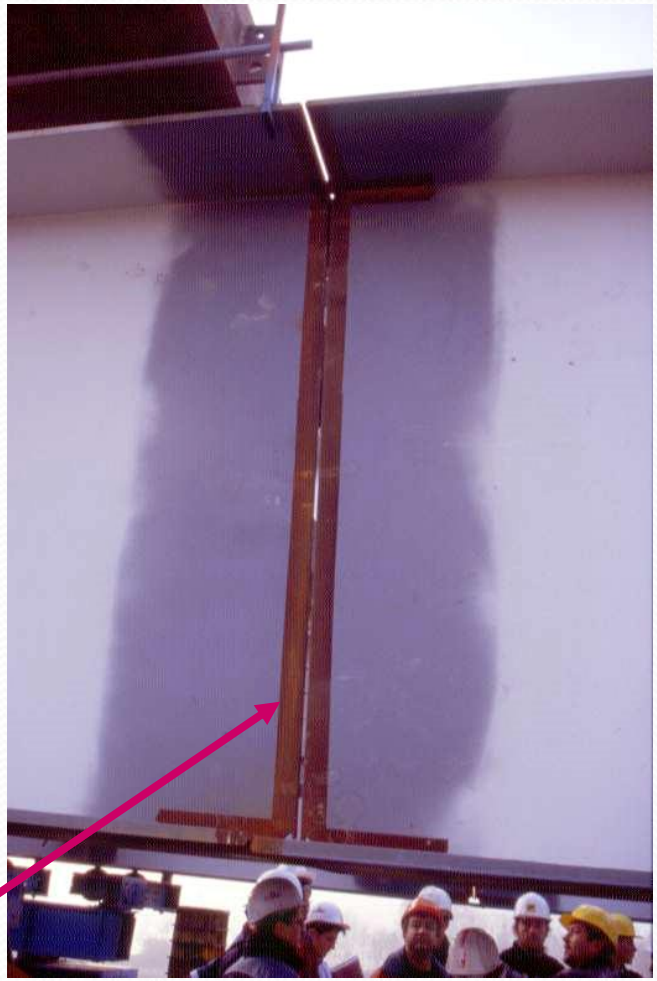
2 Poutres métalliques, 2 culées, 2 piles.

Entre les 2 poutres, des entretoises pour rigidifier

Les ponts à poutres en acier

Exemple du Pont de Jassans

Connecteurs de liaison poutres/béton du tablier

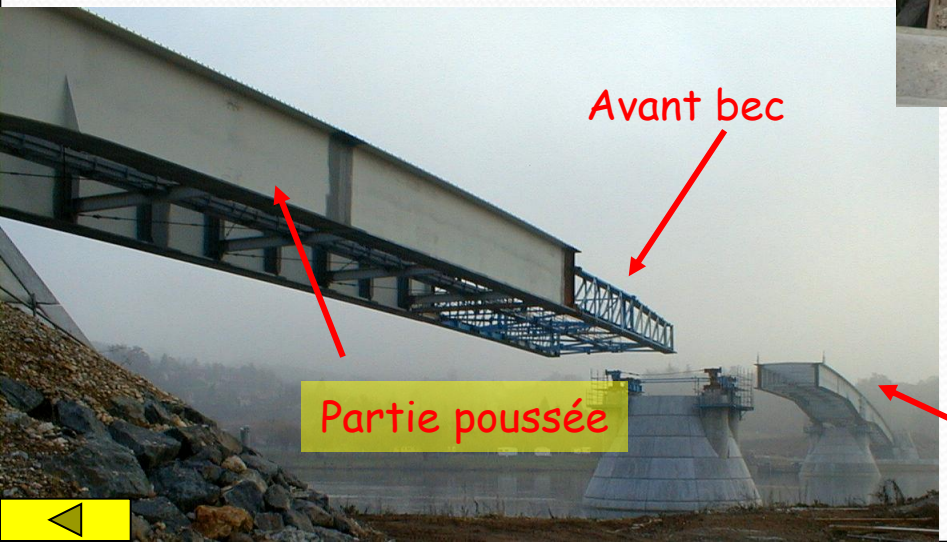


Soudure des poutres

Les ponts à poutres en acier

Exemple du Pont de Jassans

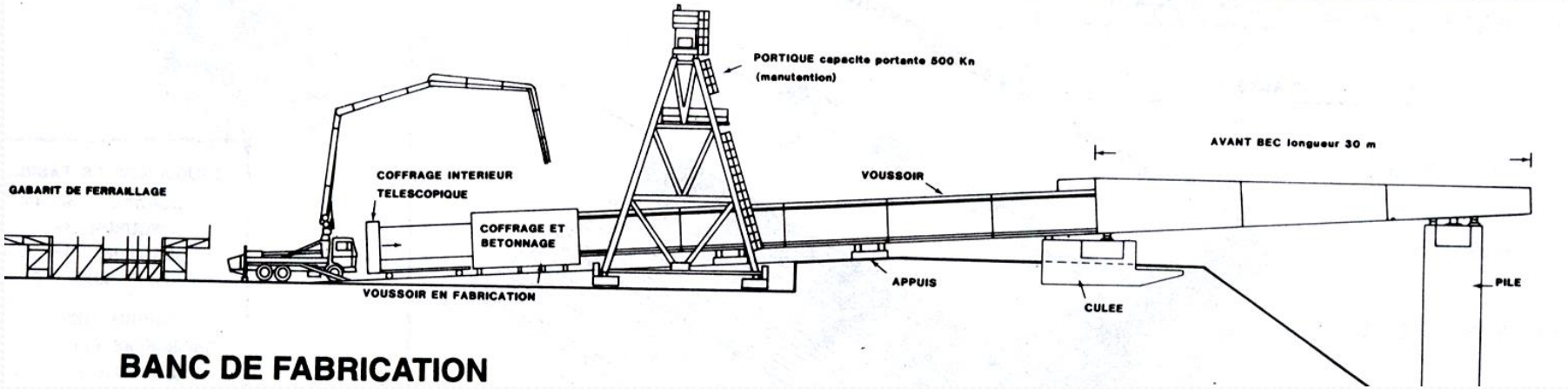
Les poutres sont assemblées sur la rive puis poussées à l 'aide de vérins vers les piles.
Un avant bec permet « d 'attraper » l 'appui avant que les poutres ne basculent dans le vide.
Les 2 moitié de ponts se rencontreront au milieu de la Saône.



Les poutres glissent sur des rouleaux provisoires placés devant les culées.

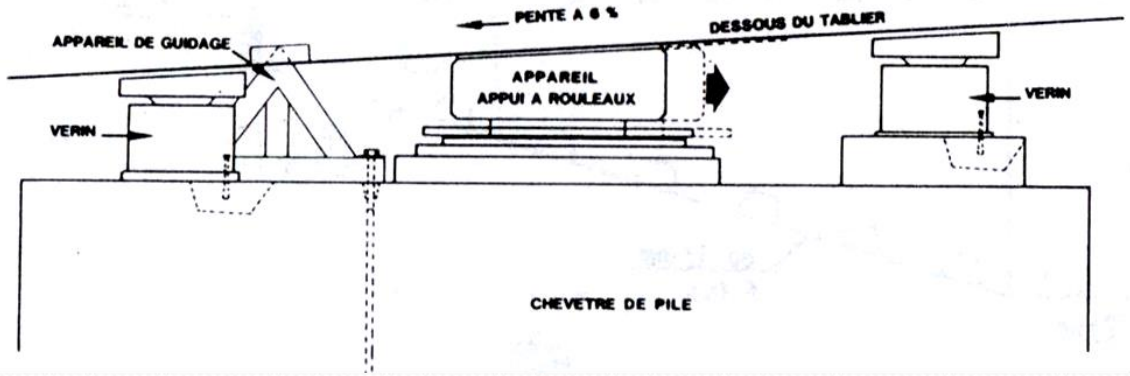
Les ponts à poutres en acier

Remarque : on peut aussi pousser des ponts en béton comme ci-dessous le viaduc d'accès du pont de Normandie



BANC DE FABRICATION

DISPOSITIF DE POUSSAGE SUR PILE



Les ponts-dalle en béton

Les ponts-dalle se composent d'un tablier en BA ou BP coulé en place sur un coffrage. Cette technique est proche de celle utilisée en bâtiment.

TGV Méditerranée à CREST (26)

Les ponts-dalle en béton

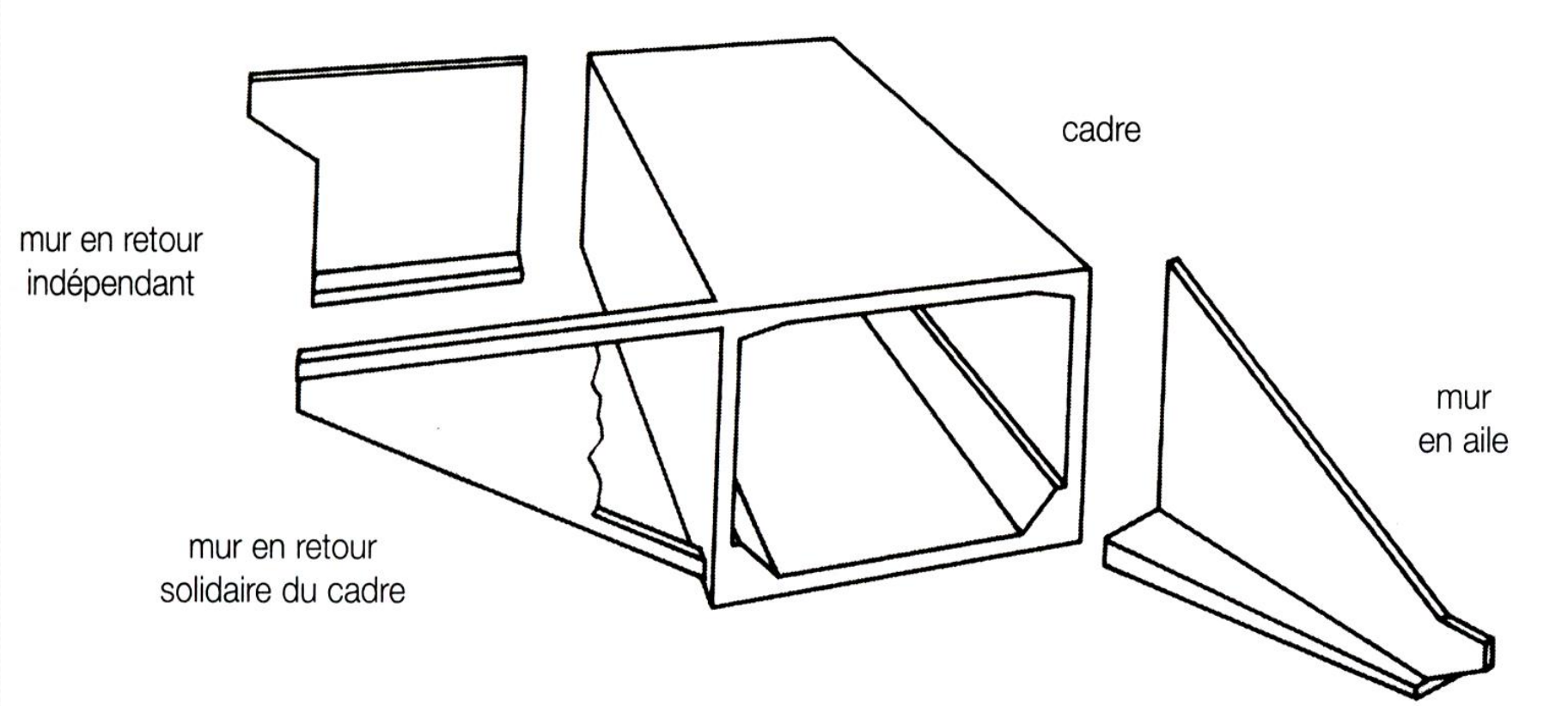
Coffrages de tablier

Les ponts cadres en béton

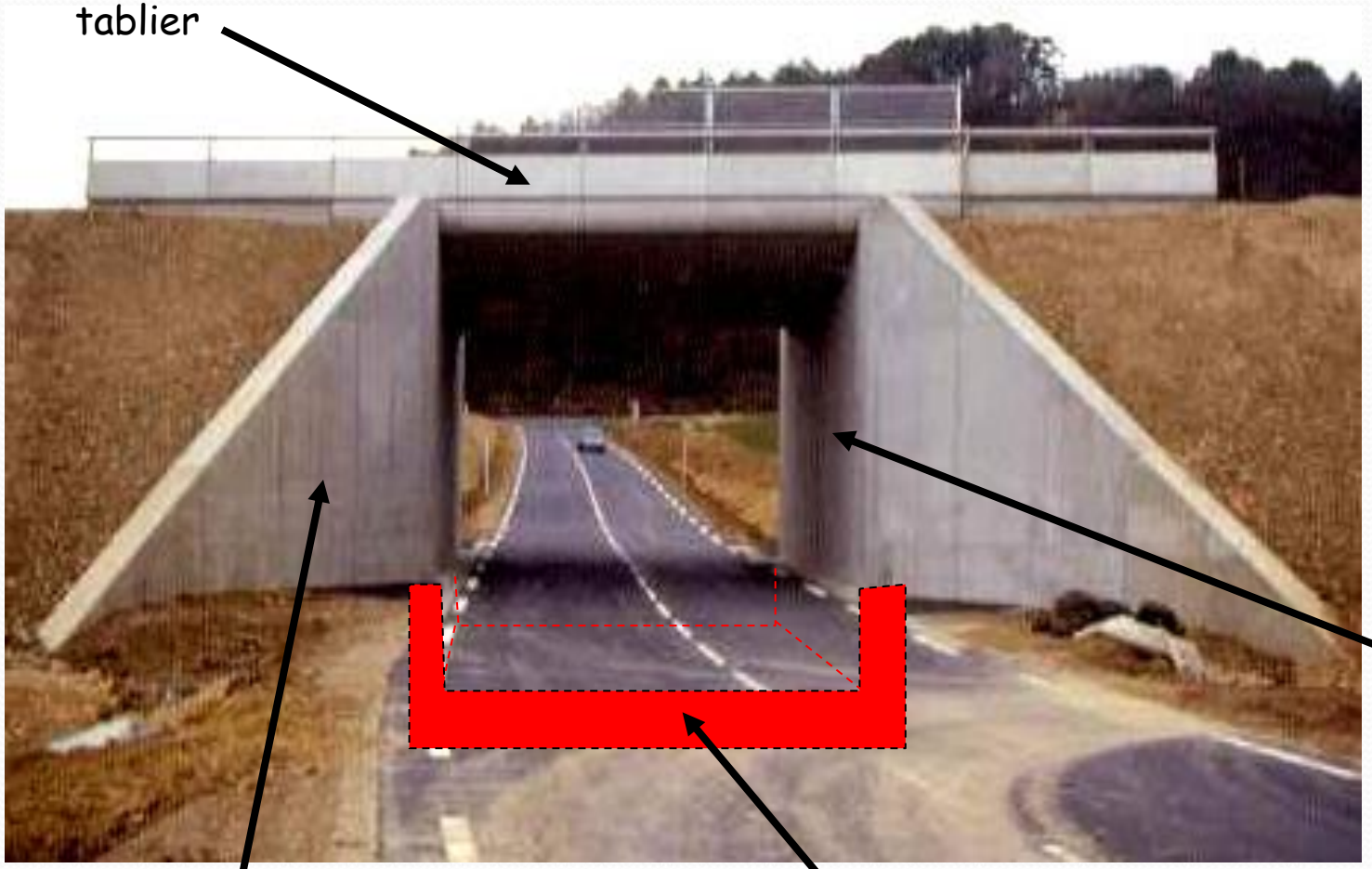
Les ponts cadres sont des tubes dans lesquels le tablier est solidaire des murs qui le soutiennent, eux mêmes reliés par un radier. Les liaisons sont des encastrements.

TGV Méditerranée, CREST (26)

Les ponts cadres en béton



Les ponts cadres en béton



Les ponts treillis en acier

Les ponts treillis se sont développés au XIXe siècle avec l'avènement de l'acier. Eiffel fut un grand constructeur en la matière. Les poutres treillis permettent de franchir de grandes portées.

Le métro parisien

Pont SNCF

Les ponts treillis en acier

Pont treillis à La Villette (75)

Pont treillis en Louisiane avec viaduc d'accès en poutres BA.

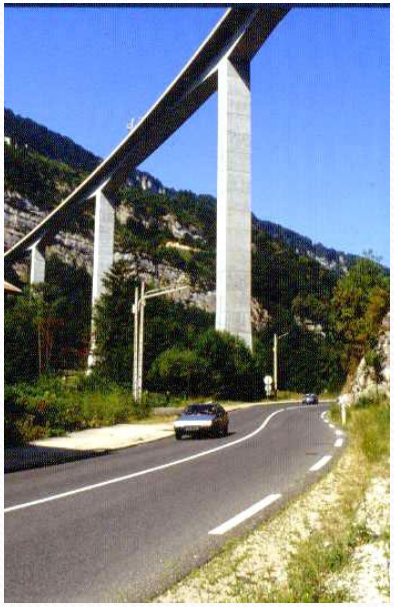
Les ponts treillis en acier

Pont sur le Mississipi à Vicksburg (USA)

Ponts à Morgan City en Louisiane.

Les ponts caisson

Les ponts caisson se composent d'un tablier tubulaire.
La circulation se fait sur le tube et non à l'intérieur.
On trouvera des caissons coulés en place, à morceaux préfabriqués (voussoirs), à inertie constante ou à inertie variable. Ils sont généralement hyperstatiques.

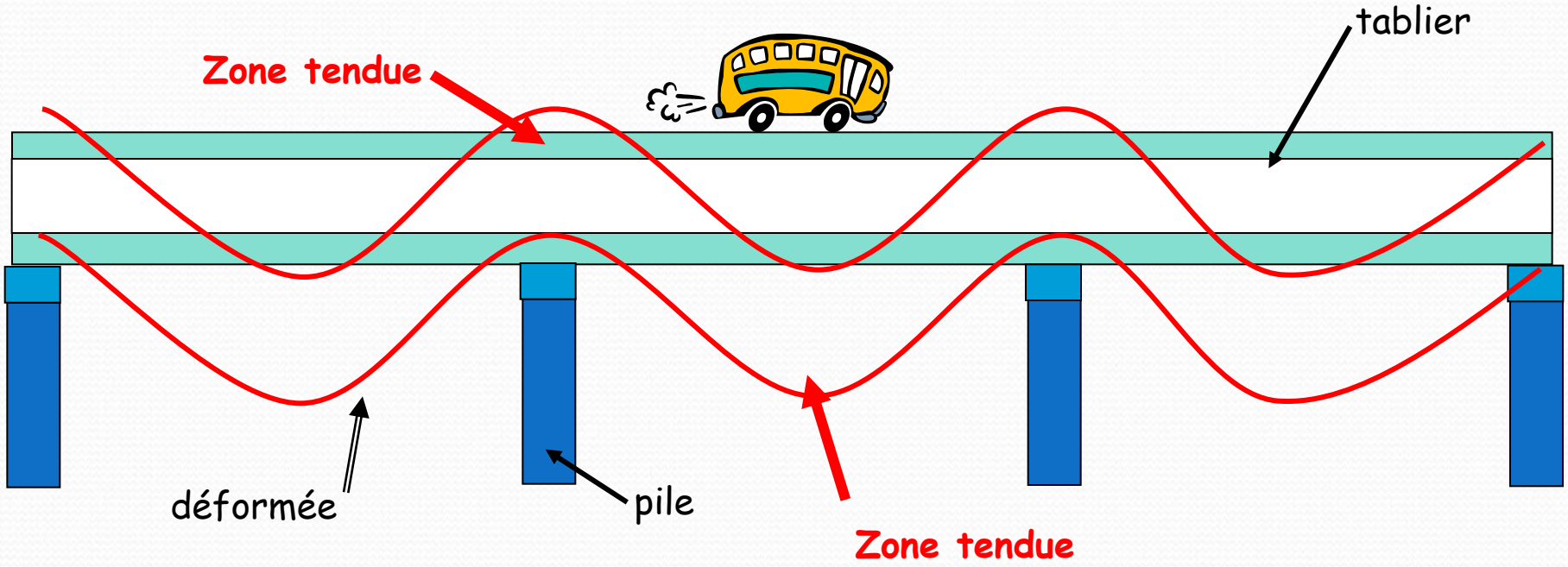


Autoroute de Bellegarde

Pont de L'île de Ré

Les ponts caisson

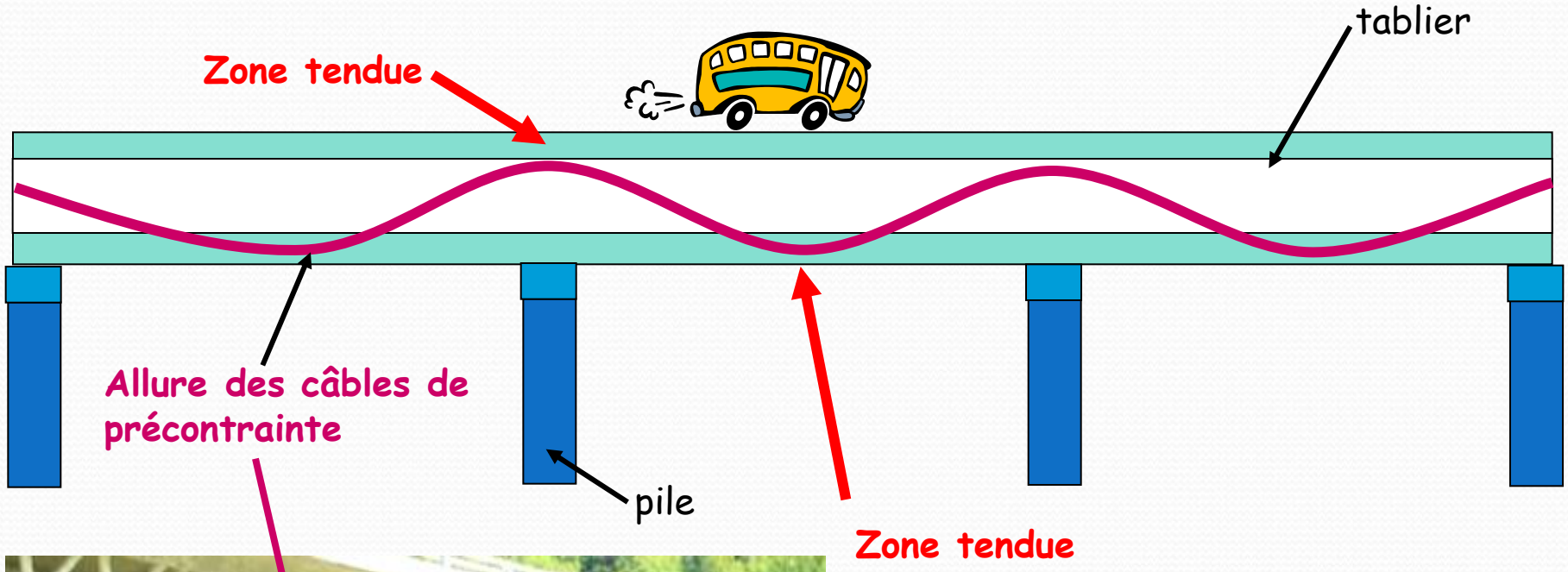
Précontrainte de service



En exagérant, le tablier se déforme selon le modèle rouge. On peut donc mettre en évidence les zones tendues. C'est dans ces zones qu'il faut placer les câbles de précontrainte.

Les ponts caisson

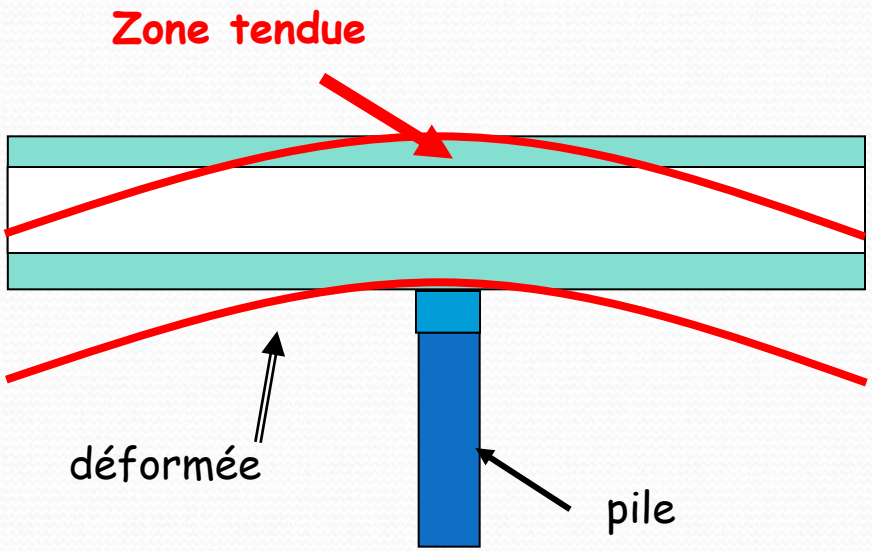
Précontrainte de service

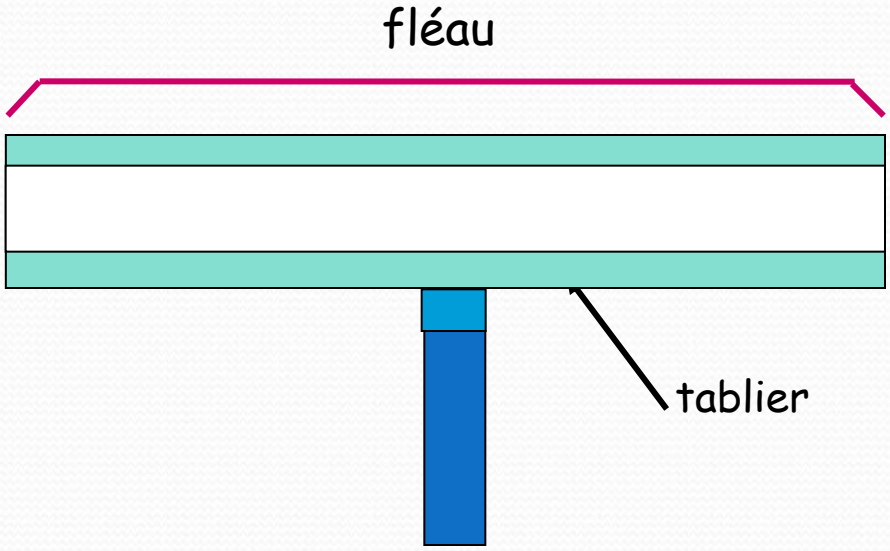


Câbles de précontrainte du viaduc de Sylans.

Les ponts caisson

Construction par encorbellement





Ces ponts se construisent généralement par encorbellements successifs. On commence au-dessus d'une pile et on construit le tablier de part et d'autre en porte à faux, tout en maintenant l'équilibre. Cette méthode à le désavantage de déformer le tablier d'une façon différente qu'en service, comme représenté ci-dessus. Il faut donc mettre en place une précontrainte provisoire différente de la précontrainte de service.

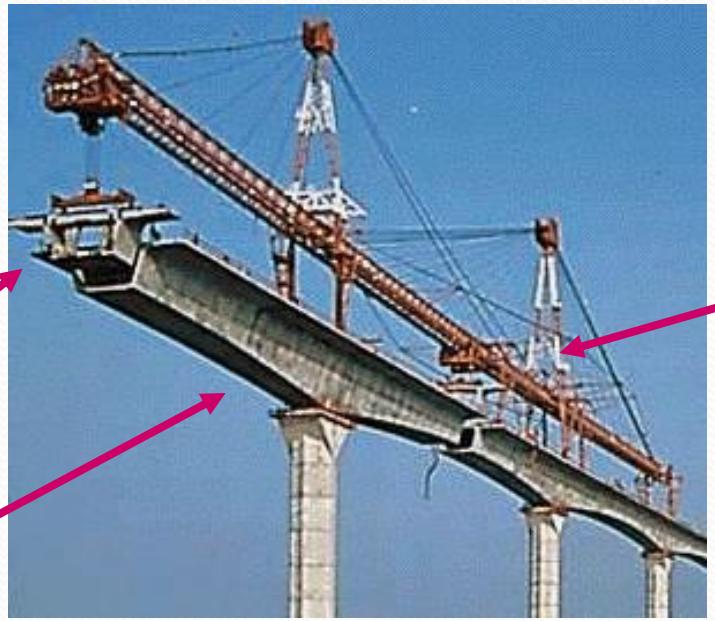
Les ponts caisson

Construction par encorbellement

Zone tendue

Câbles de Précontrainte provisoire.

tablier



Voussoir préfabriqué

Fléau en construction

Poutre de lancement

Construction du pont De l'île de Ré

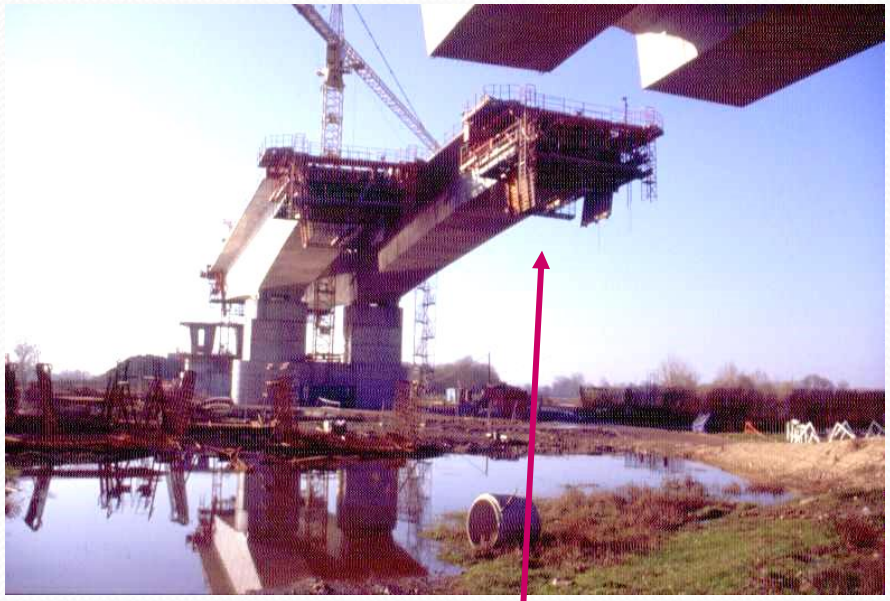
Les ponts caisson

Les ponts caisson coulés en place

Les ponts coulés en place se font à l'aide d'un coffrage glissant. On construit d'abord la partie centrale, sur la pile. Ensuite, on coffre successivement de chaque coté de cette partie, on arme et on coule le béton. Avant de décoffrer, on place des câbles de précontrainte provisoire, puis on coffre le tronçon suivant et etc…

Les ponts caisson

Les ponts caisson coulés en place



Le coffrage glissant

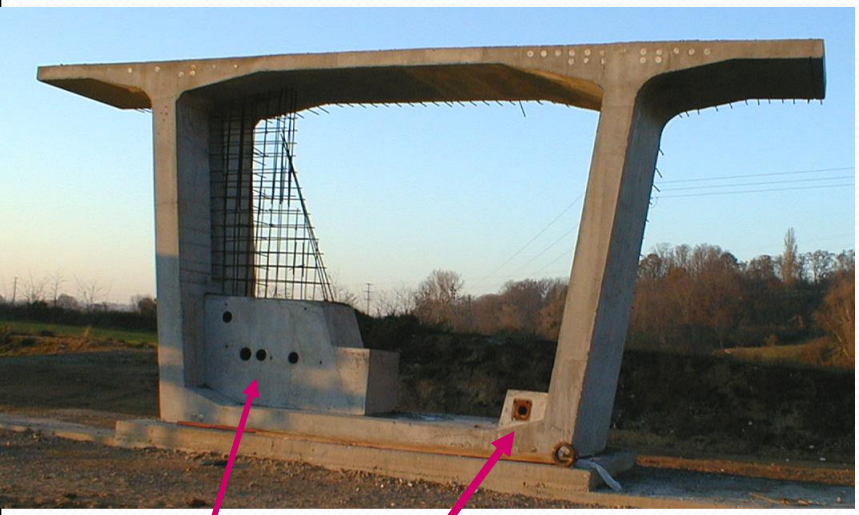
Le coffrage glissant

Exemple du viaduc de DIGOIN

Raccordement des fléaux

Les ponts caisson

Les ponts caisson coulés en place



Passages des câbles de précontrainte de service

Ancrages de la précontrainte provisoire

Exemple du viaduc de DIGOIN

Les ponts caisson

Exemple du « Viaduc de Nantua »

Le tablier est coulé en place avec un coffrage glissant.

Les ponts caisson

Les ponts caisson à voussoirs préfabriqués

Les voussoirs sont préfabriqués à proximité du pont. Ils sont ensuite assemblés les uns au autres par les câbles de précontrainte provisoire de part et d'autre du voussoir central, en encorbellement.
Cette mise en place peut se faire avec une grue, une barge (sur l'eau), ou une poutre de lancement comme pour le pont de l'île de Ré.

Autoroute A40, mise en place à la grue.

Ile de Ré, mise en place à la poutre de lancement.

Les ponts caisson

Les ponts caisson à voussoirs préfabriqués assemblés en continuité.

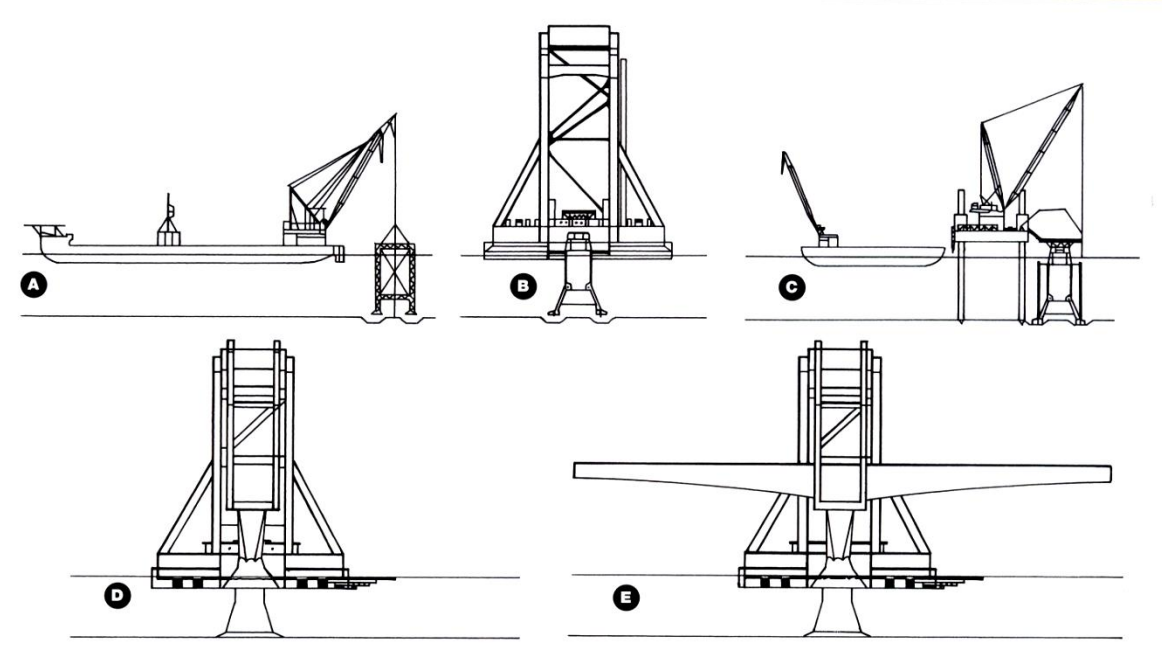
Le viaduc des Neyrolles (01) n'a pas été construit par fléaux mais en continuité. Dans ce cas, la précontrainte provisoire est remplacée par des haubans extérieurs provisoires à partir d'un pylône provisoire monté sur une pile.

Avancement du tablier en continu par pose de voussoirs à la grue

Pylône provisoire support des haubans

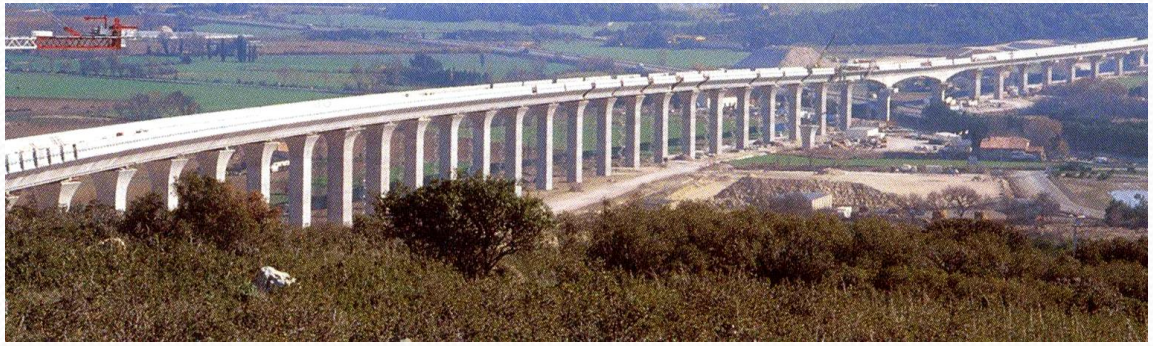
Les ponts caisson

Exemple du « Pont de la Confédération » au CANADA



Les ponts caisson

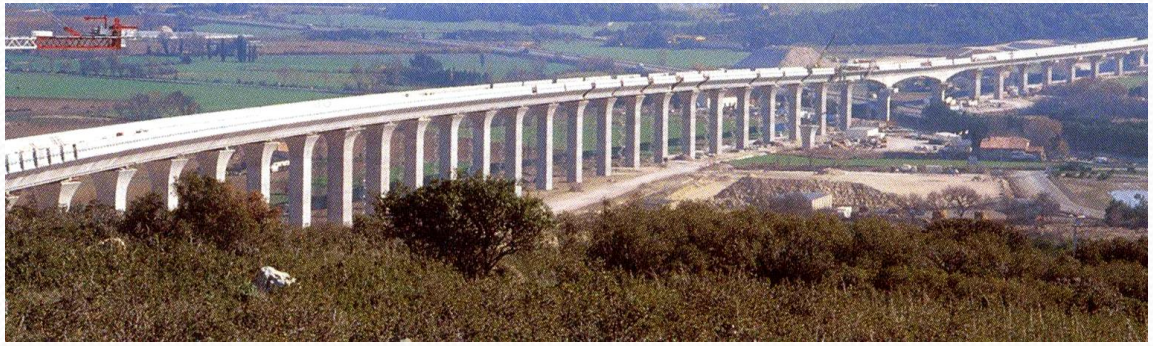
Exemple du viaduc de Ventabren, TGV méditerranée

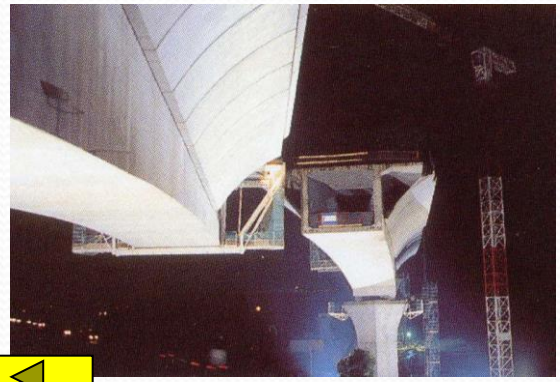


Le pont doit traverser l 'autoroute. Pour ne pas gêner la circulation, les 2 fléaux sont construits parallèlement à la voie, puis on les fera pivoter pour les aligner.

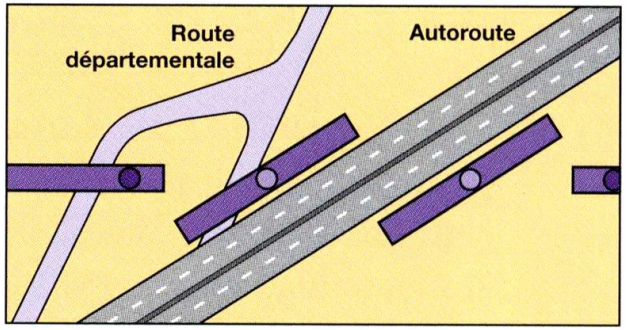
Les ponts caisson

Exemple du viaduc de Ventabren, TGV méditerranée

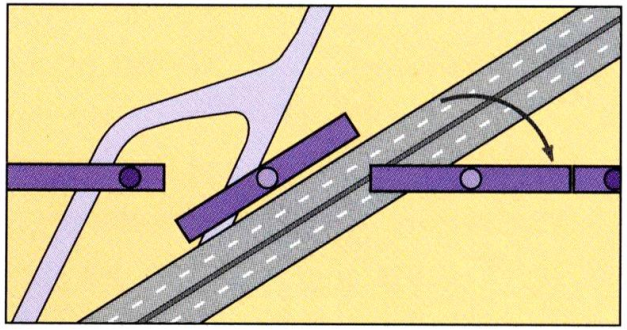




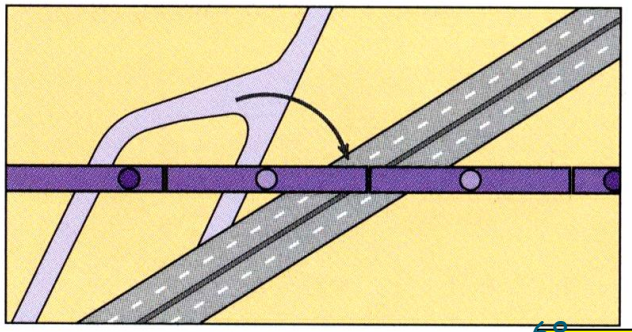
Construction des fléaux parallèlement à l'autoroute



Rotation du premier fléau (circulation aménagée)

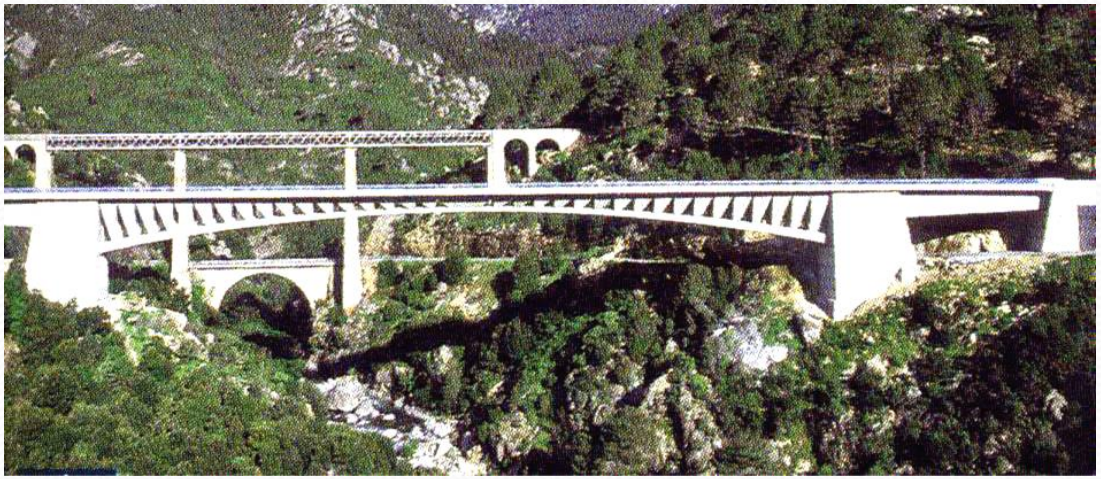


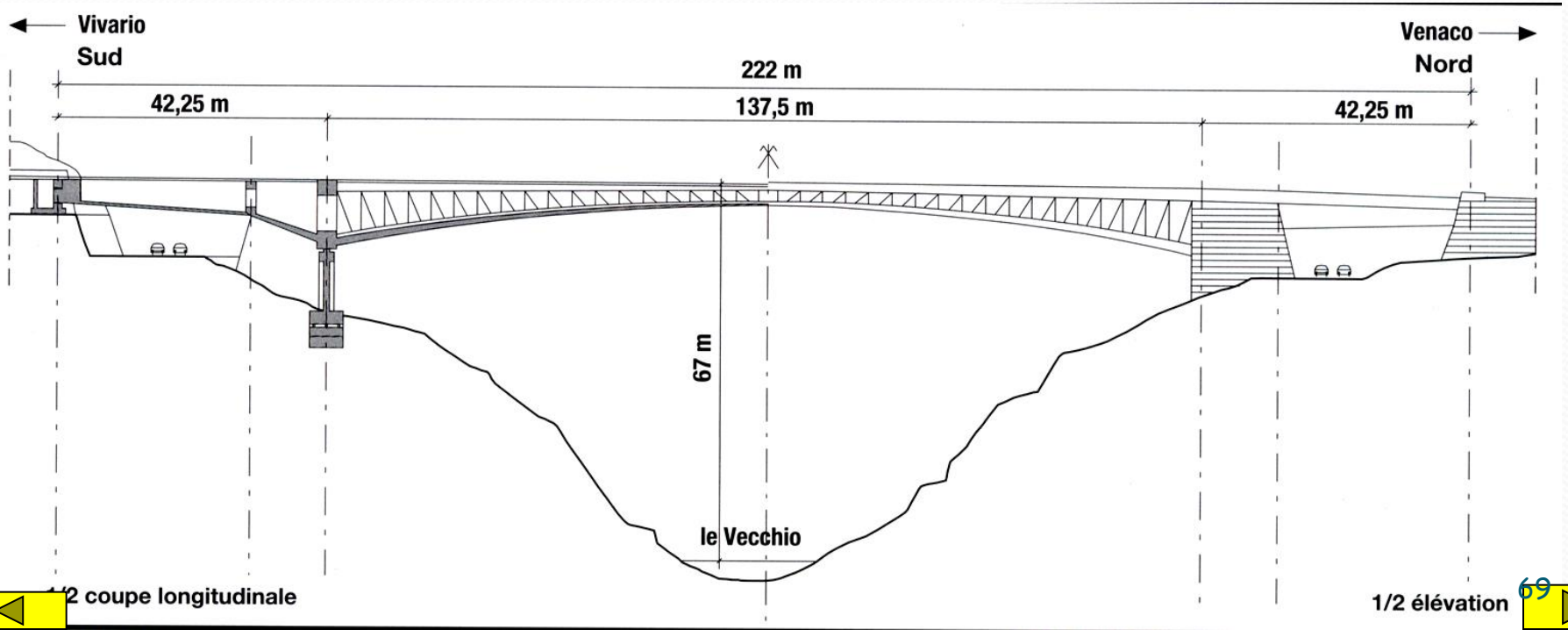
Rotation du second fléau (circulation aménagée)



Les ponts caisson

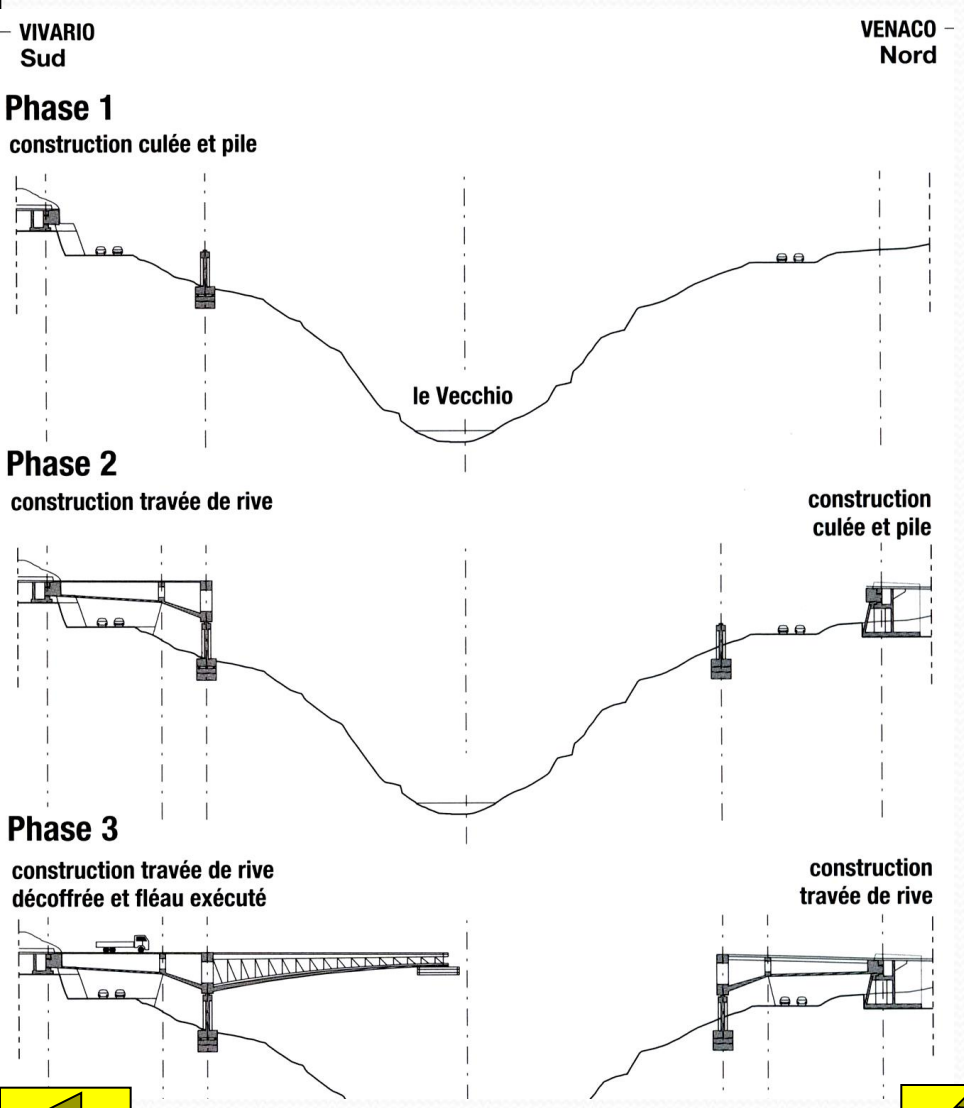
Exemple du pont sur le Vecchio - Corse

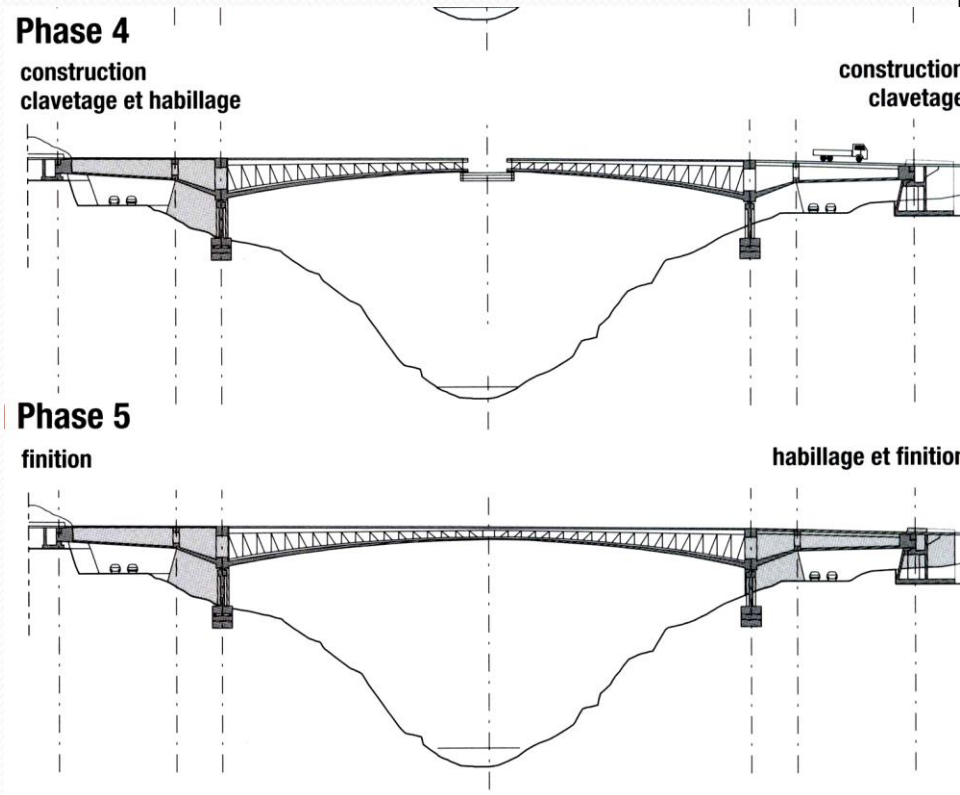




Les ponts caisson

Exemple du pont sur le Vecchio - Corse





LES PONTS DE GRANDES PORTÉES

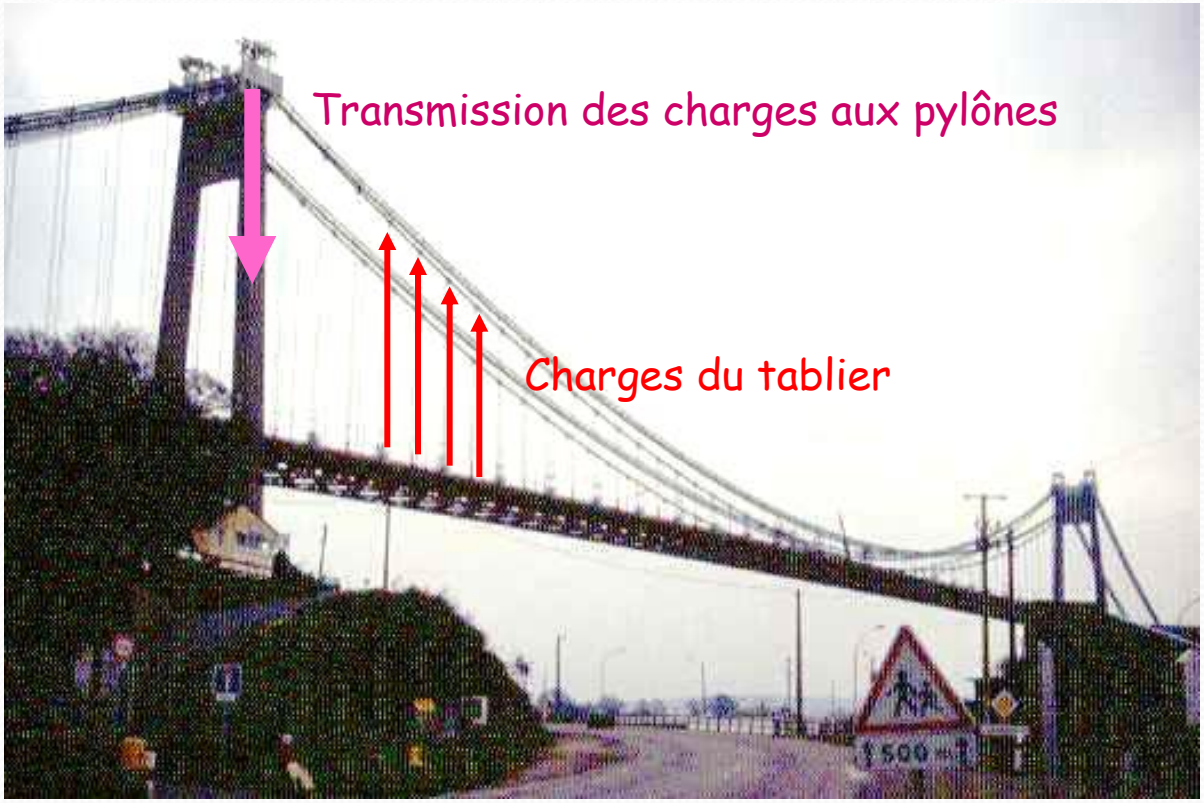
- LES PONTS SUSPENDUS : 488 m à 1624 m

- LES PONTS A HAUBANS : 128 m à 890 m

Les ponts suspendus

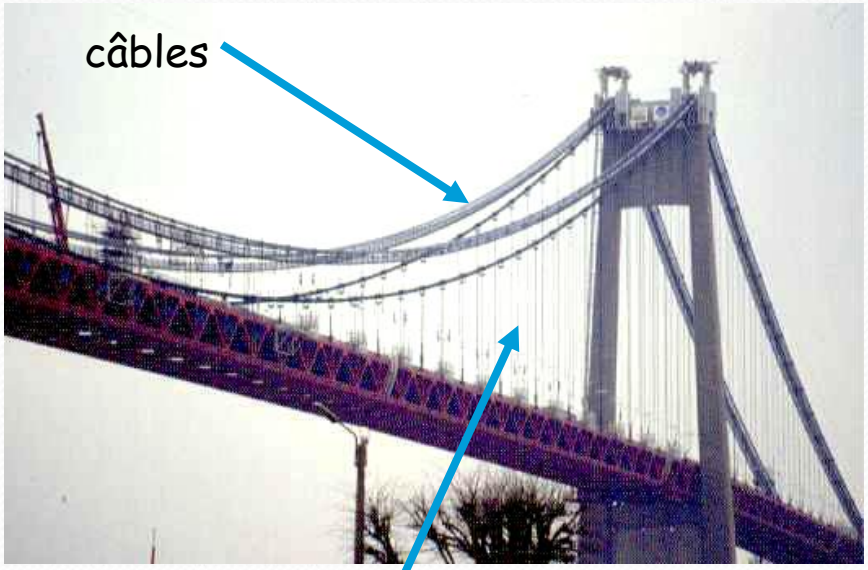
Les ponts suspendus travaillent comme les ponts en arc, mais à l 'envers ! Des câbles en acier **tendus** reprennent les charges du tablier et les transmettent à des pylônes et à des ancrages placés à leurs extrémités.

Ancrages de câbles suspendus



Les ponts suspendus

- Remplacement des câbles du pont de TANCARVILLE

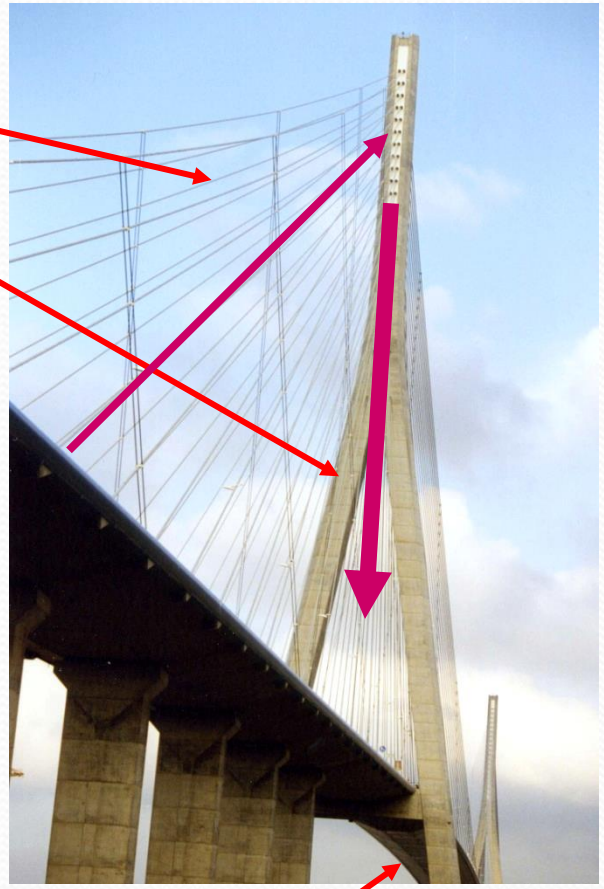


Tablier en treillis métallique

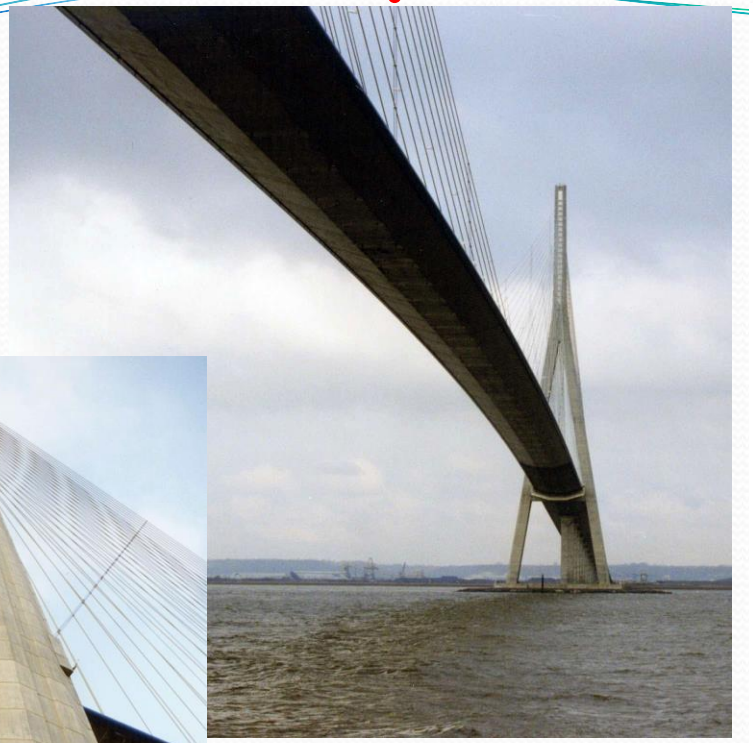
Les ponts à haubans

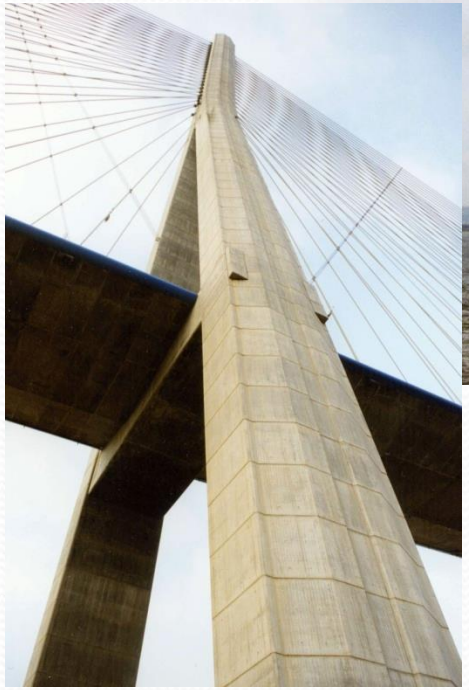
Les charges du tablier sont transmises aux pylônes par des câbles métalliques en forme de haubans. Cette technique est assez récente et en pleine expansion.

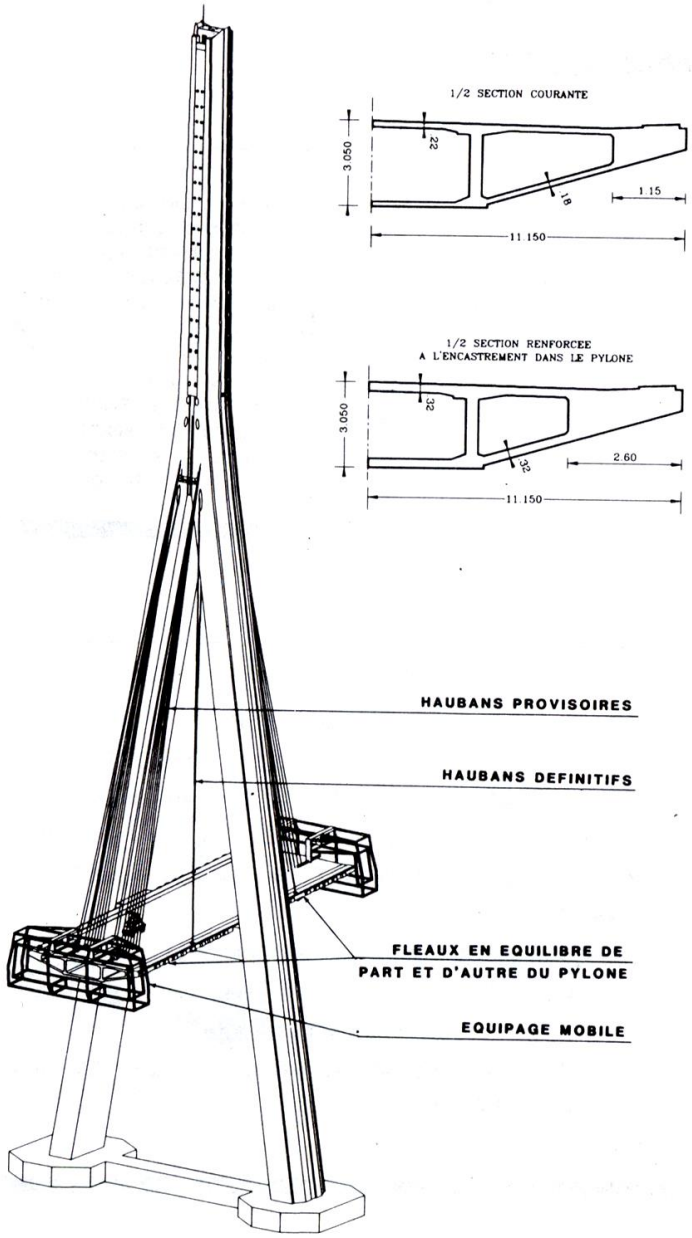
Pont de HOUSTON, TEXAS



Les ponts à haubans







Le Pont de Normandie a été construit en place par encorbellement à partir des pylônes.

Les ponts à haubans

A **Brest**, le pont en arc est remplacé par un pont à haubans construit à ses cotés.

Le Pont de Saint Nazaire est plus ancien que celui de Normandie.

Les ponts à haubans

Coffrage glissant du tablier

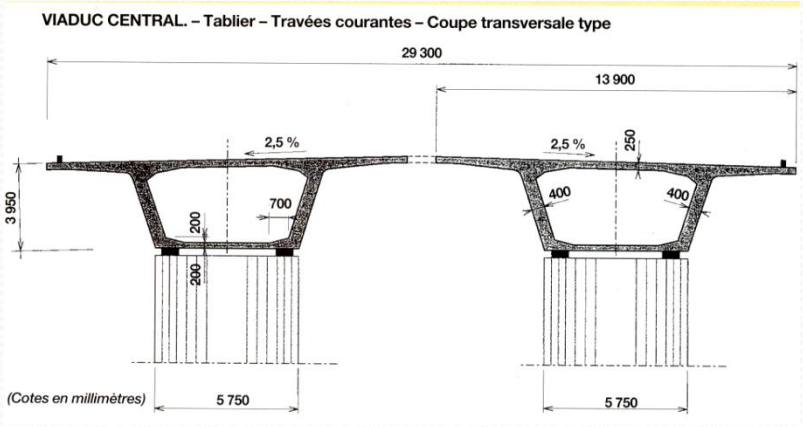
Ancrages des haubans au tablier

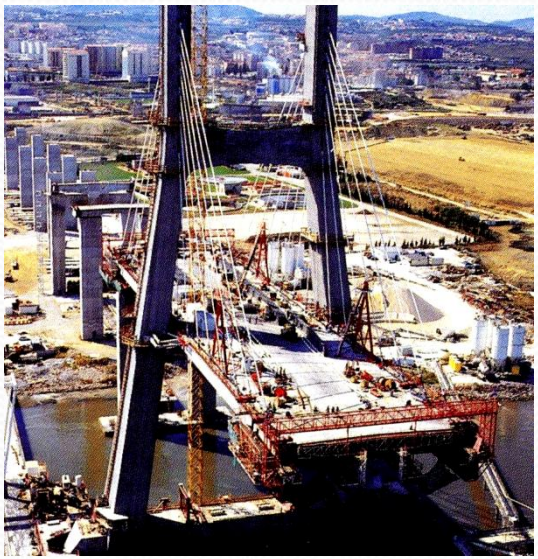
Le pylône
et les haubans

Pont à hauban près d 'un pont suspendu vers St Etienne

Les ponts à haubans

Le Pont Vasco de Gama à LISBONNE





Les ponts mobiles

Tous les ponts ne sont pas fixes. Lorsque le tirant d'air n'est pas suffisant sous le pont pour favoriser la navigation, on est amené à rendre les ponts mobiles.

Dans le port de BREST,
Le tablier monte

Le barrage de la Rance, le tablier pivote

Crédit documentaire

-Didier RAUCH
- Jean Pierre DEGIRAL
- Jacques CROZIER
- « Constructions Modernes »
- « Memotech Génie civil » de Dominique LEFAIVRE et Jean Marc DESTRAC