

# Les tabliers du pont

## Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

### Conception générale

Ce type de tablier permet des franchissements de petites et moyennes portées 15 m à 25 m très souvent utilisé pour le franchissement de petits cours d'eau et comme passage supérieur.

# Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

## Conception générale

Le tablier comporte des poutres en béton armé sous chaussée espacées de 2,5 m à 4 m, solidarisées transversalement par le hourdis et des entretoises aux abouts.

Dans les conceptions anciennes et par soucis d'économie des matériaux, la largeur des poutres est variable linéairement à partir des appuis sur le quart de la portée

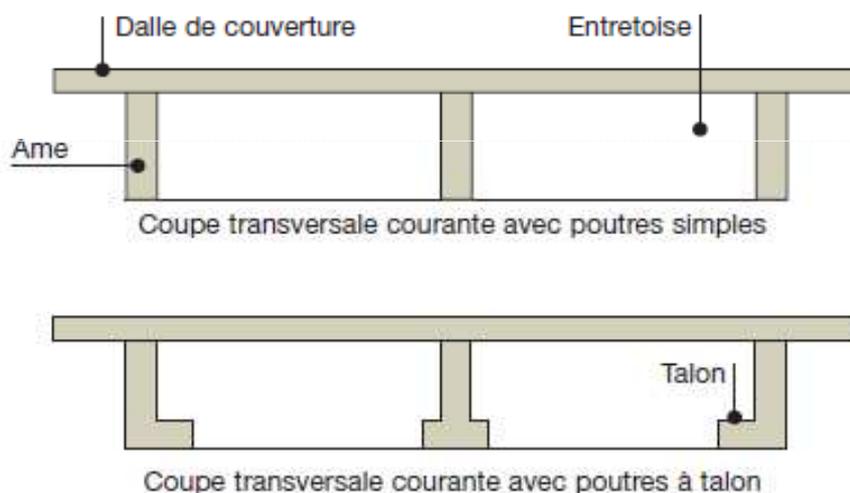
# Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

Cette largeur est constante sur la moitié centrale de la portée et elle est limitée au minimum pour alléger les poutres et limiter les sollicitations dues au poids propre, au niveau des appuis la largeur des poutres est plus importante. Elle est déterminée en fonction des efforts tranchants et des contraintes de cisaillement qu'ils induisent.

## Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

Dans les conceptions récentes et en raison de la complexité des coffrages qu'entraînent les conceptions anciennes, les poutres sont de largeur constante, le surplus de matière consommée est compensé par l'économie réalisée sur les coffrages, les entretoises intermédiaires sont souvent supprimées et l'hourdis participe à la flexion d'ensemble.

## Tabliers de ponts à poutre en béton armé :



# Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

## Éléments de pré-dimensionnement

### **Poutre principale**

Elancement compris entre  $1/15$  et  $1/17$  , on peut descendre jusqu'à  $1/20$  au prix d'une multiplication du nombre de poutre .

La largeur des poutres 20 cm à 60 cm

# Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

### **Les entretoises**

Hauteur = hauteur des poutres moins la hauteur du talon s'il y est ou 15 à 20 cm dans le cas contraire.

Largeur 16 à 30

### **Le hourdis**

L'épaisseur de la dalle est de 16 à 20 cm

# Tabliers de ponts à poutre en béton armé :

## **Méthodes de calculs**

Pour les poutres dans le sens longitudinal on applique les méthodes de résistance des matériaux. La répartition transversale sur les poutres peut être traitée par la méthode de Guyon Massonet.

Pour les entretoises, ils sont traités comme des poutres subissant les charges directes et les réactions des poutres

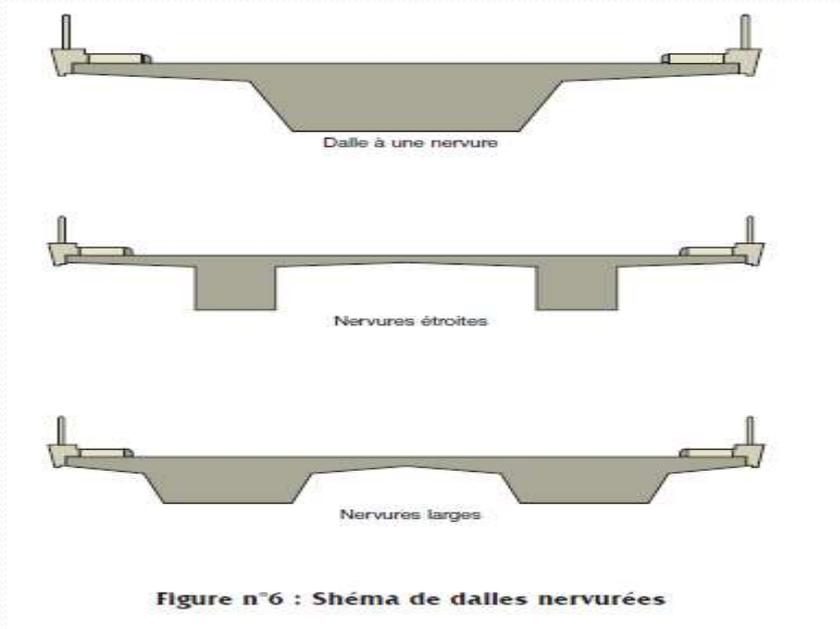
# Pont dalle

Les ponts dalles en béton armé couvrent les portées de 10 à 15 voire même 18 m. les ponts dalles en béton précontraint couvrent les portées allant de 20 à 35m.

# Pont dalle

Pour les ponts dalles , on distingue le modèle de base qui est une dalle rectangulaire et les variantes dérivant de ce modèle de base telle que la dalle avec encorbellement, la dalle élégies et enfin la dalle nervurée







Pont dalle à encorbellements latéraux



## Pont dalle

### **Dalle rectangulaire :**

Pour les dalles en béton armé, l'élancement économique est de

Une travée :  $1/22$

2 travées :  $1/23$

3 travées :  $1/28$

## Pont dalle

Pour les dalles en béton précontraint, l'élancement économique est de

Une travée :  $1/25$

2 travées :  $1/28$

3 travées :  $1/33$

Pour les dalles à 3 travées, la travée en rive a une portée de 0,6 à 0,9 de la portée de la travée centrale

# Dalle avec encorbellement latéraux

Ce type d'ouvrage est réalisé aussi bien en béton armé qu'en béton précontraint. Du fait de l'allègement du tablier qui permet les encorbellements latéraux, la déterminante peut atteindre trente mètres pour le béton précontraint et quinze mètres pour le béton armé.

Le recours à ce type d'ouvrage n'est pas toujours dicté par la recherche de performance dans la portée déterminante. En fait il est souvent adopté pour des considérations esthétiques (aspect plus agréable en élévation) ou encore pour réduire l'impact des appuis du pont au sol.

# Dalle avec encorbellement latéraux

Afin de pouvoir traiter ce type d'ouvrage par les méthodes classiques de calcul des ponts dalles, il faut observer au niveau de la conception du profil en travers du tablier les dispositions suivantes :

- la largeur de la nervure (intrados) doit rester, supérieure à la moitié de la largeur totale de l'ouvrage ;
- la largeur droite de l'encorbellement le plus important ne doit pas excéder  $1/5$  de la portée (éventuellement biaisée) déterminante ;
- la dalle rectangulaire équivalente ; c'est à dire la dalle de même inertie et de même épaisseur que la section réelle , doit couvrir entièrement la largeur chargeable de la voie portée

## Les dalles élégies :

Ce type d'ouvrage est réalisé en béton précontraint, et afin de permettre au pont dalle d'atteindre des portées déterminantes entre 25m et 35m, on procède à un allègement du tablier par la création d'élegissement dans le corps de la dalle. Ces élégissements sont réalisés par des buses en divers matériaux (métal, carton fibrociment...) et positionnés au niveau du feuillet moyen de la dalle.

## Les dalles nervurées en béton précontraint :

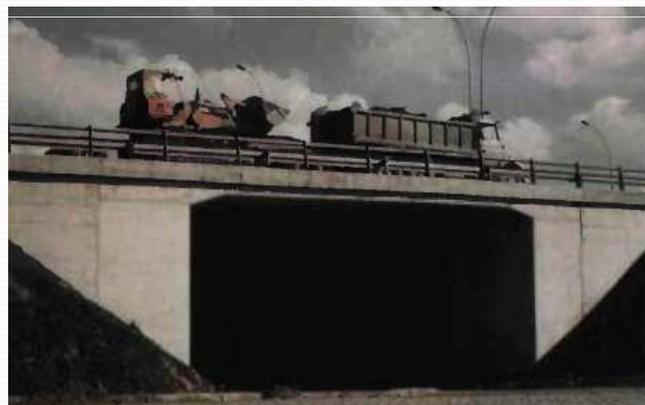
Ce type d'ouvrage se situe entre les ponts dalle à encorbellement latéraux et les ponts à poutres, il permet d'atteindre des portées déterminantes allant de 20 à 50 m

Si largeur de plate forme < 10m	1 nervure
Entre 10 et 16 m	2 nervures
Plate forme > 16 m	3 nervure et plus

# Les portiques en béton armé

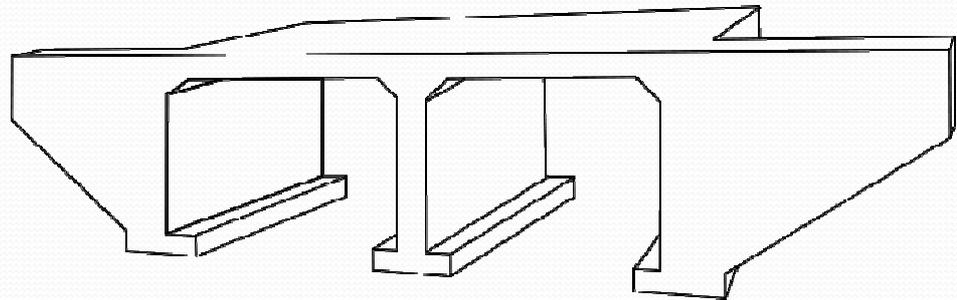
Les cadres et portiques constituent la très grande majorité des passages inférieurs dans la gamme de portées de 2 à 20 m et sont également très employés pour la réalisation de passages souterrains.

Leur simplicité de forme et leur grande robustesse les rendent en effet dès bien adaptés et très compétitifs dans cette gamme de portées.



## Les portiques en béton armé

Lorsque la largeur de la brèche franchie est plus importante, il est avantageux de chercher à implanter un appui intermédiaire afin de réduire la longueur des travées et, par voie de conséquence, l'épaisseur du tablier. On peut envisager, selon les cas, un cadre ou un portique double



## Les portiques en béton armé

Par ailleurs, il y a lieu de prendre en compte certaines contraintes dans la détermination du type d'ouvrage. On peut citer notamment :

Un portique fondé sur semelles superficielles n'est pas adapté en cas de sol affouillable. Un pont-cadre (radier) ou un portique fondé sur pieux conviennent mieux dans ce cas.

Lorsqu'il est impossible de dévier le trafic de la voie ou l'écoulement du cours d'eau franchis, un pont-cadre n'est pas envisageable.

# Les portiques en béton armé

## Epaisseur de la traverse et des piédroits

### Traverses et piédroits

A titre d'ordre de grandeur, on peut dire que le rapport entre l'épaisseur des traverses (radier et tablier) et l'ouverture est de l'ordre de 1/20 à 1/25 dans les cas courants

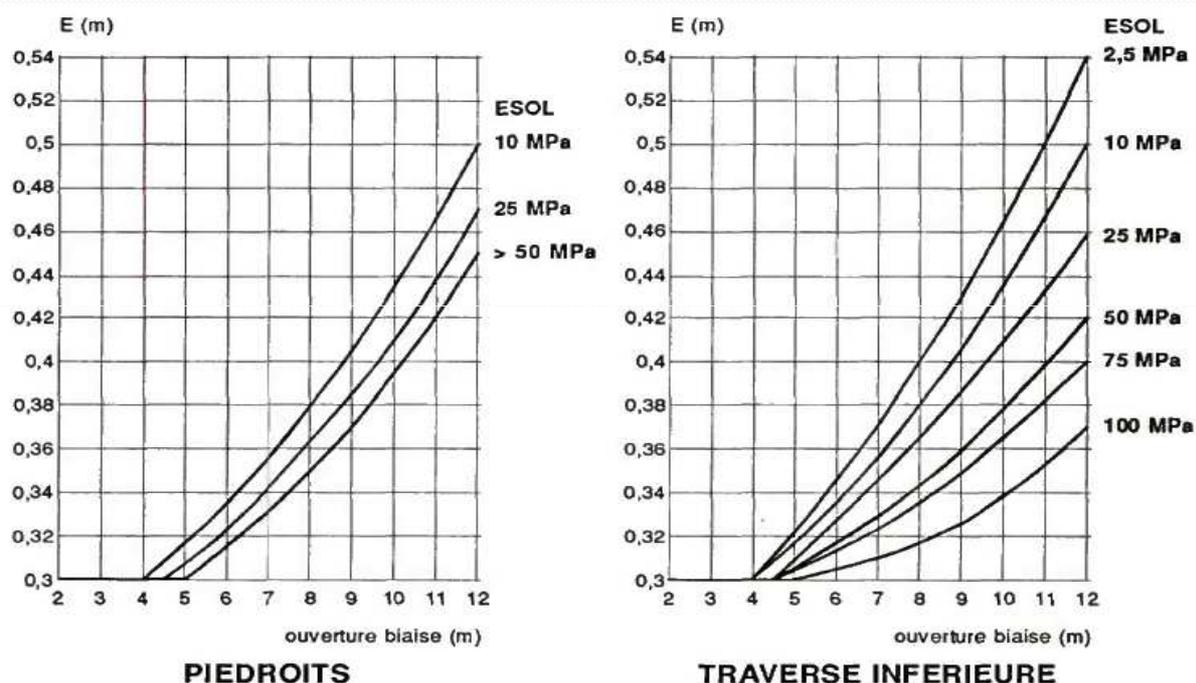


FIGURE 97 : Abaqués de dimensionnement des ponts-cadres

## Les portiques en béton armé

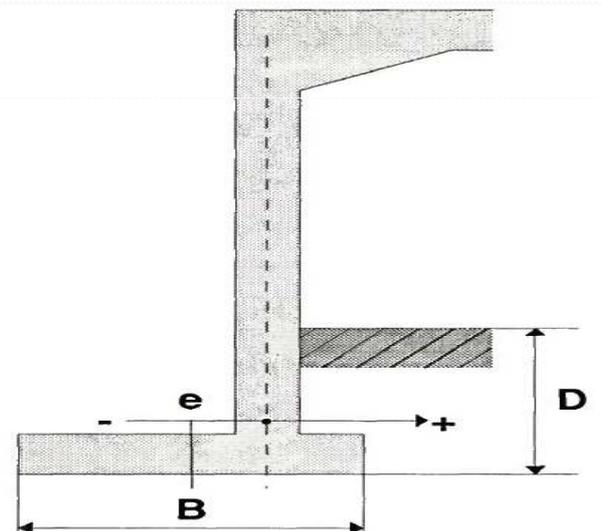
L'épaisseur de la traverse supérieure, ainsi que des piédroits, peut être déterminée par la formule suivante, où "l" désigne l'ouverture biaise de l'ouvrage :

$$e = \frac{l}{40} + 0,10$$

Avec un minimum de 0,30 m.

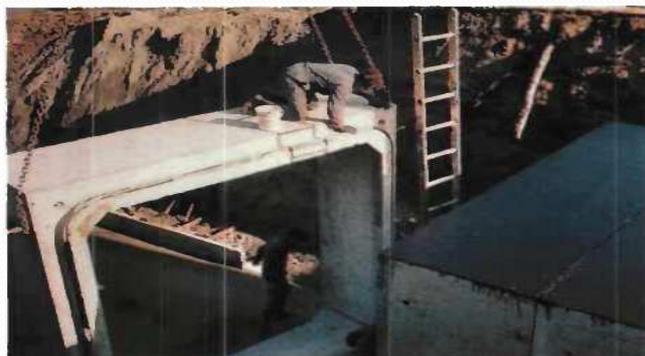
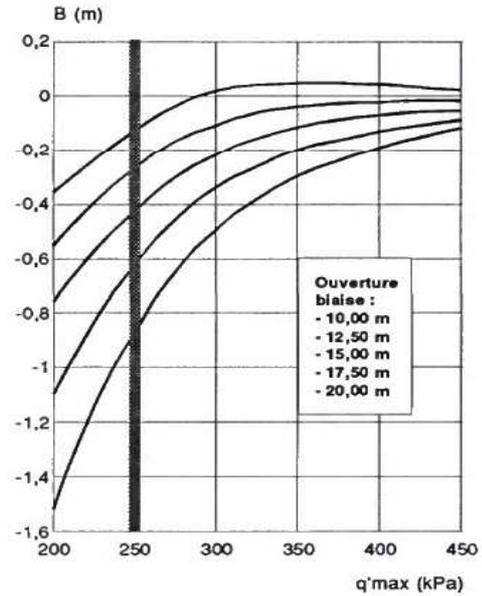
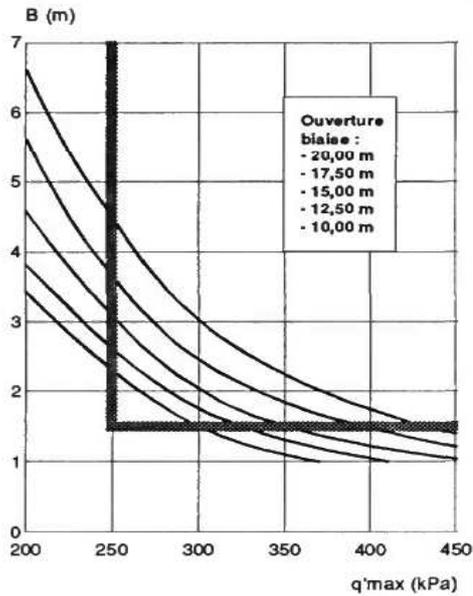
## Les portiques en béton armé

Largeur et excentrement des semelles



# Les portiques en béton armé

$D = 2,0 \text{ m}$



# Les ponts à poutres préfabriquées précontraintes

Les portées habituelles s'étendent de 30 à 50m, la portée économique et fréquente étant entre 35 et 50 m. La réalisation d'ouvrage à poutre préfabriquées exige un matériel de préfabrication et de mise en place assez coûteux et qui ne peut se justifier économiquement que lorsque le nombre de poutres est suffisant > 12 en général .

NP < 40 coffrage en bois

NP > 40 coffrage métallique

# Les ponts à poutres préfabriquées précontraintes

## **Avantages et inconvénients**

### **Avantages**

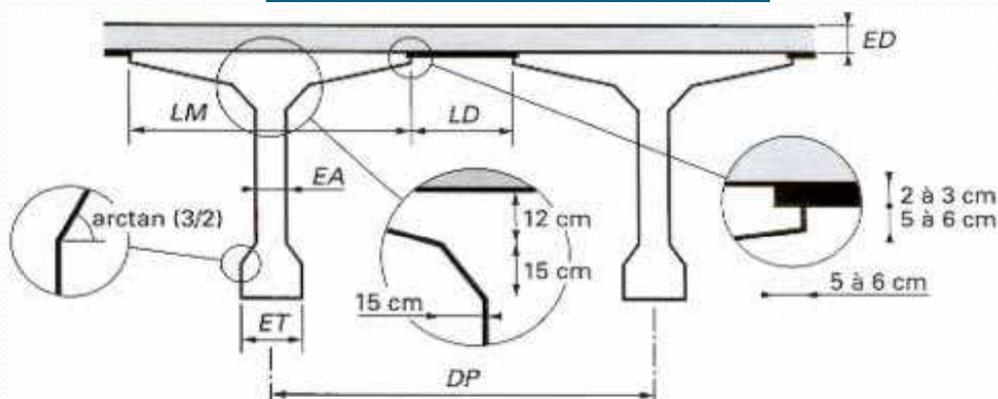
- Rapidité d'exécution :
- Standardisation des éléments et répétitivité des opérations assurant des gains de cout et de qualité ;
- Suppression des cintres et échafaudages

# Les ponts à poutres préfabriquées précontraintes

## Inconvénients

- Multiplicité des joints de chaussée
- Déformation différée des poutres vers le haut pouvant être perceptible par l'utilisateur et même nuisible à la sécurité

# Les ponts à poutres préfabriquées précontraintes



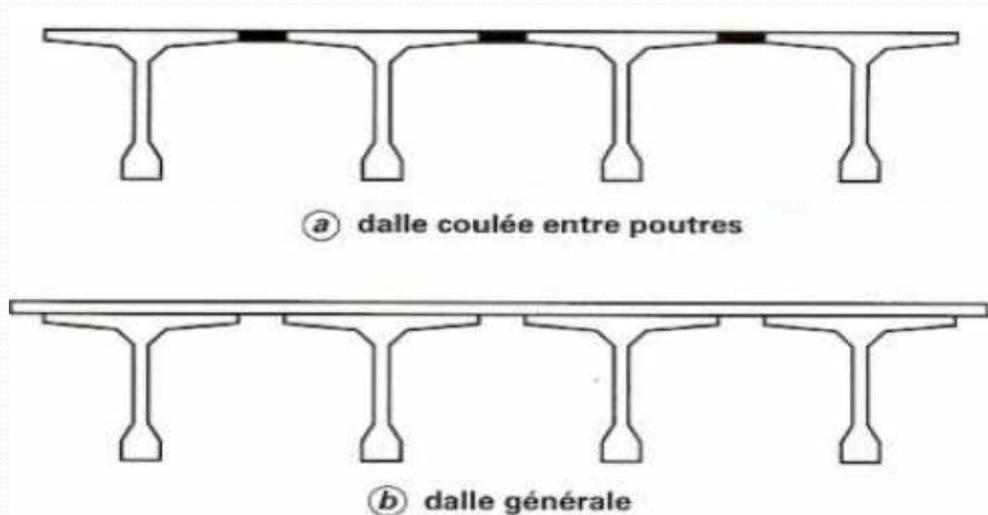
- DP* distance entre poutres (2,50 à 3,50 m dans les cas usuels)  
*LM* largeur de membrure (1,80 à 2,80 m )  
*LD* largeur de dalle (60 à 100 cm)  
*EA* épaisseur d'âme (30 à 35 cm si coffrage bois, 21 à 24 cm si coffrage métallique)  
*ET* épaisseur du talon (60 à 90 cm)  
*ED* épaisseur de la dalle (18 à 20 cm)

# Les ponts à poutres préfabriquées précontraintes

## Hourdis

La disposition générale et la meilleure est le hourdis monolithique coulé au dessus des tables de compression. Une autre disposition peut être également retenue et consistant à réaliser le hourdis entre les tables de compression des poutres, cependant ce type de hourdis présente un moins bon comportement mécanique que celui du hourdis monolithique .L'épaisseur du hourdis est usuellement comprise entre 18 et 22 cm .

# Les ponts à poutres préfabriquées précontraintes



## Mode opérationnel

La réalisation d'un tablier à poutres préfabriquées et précontraintes s'effectue suivant le processus ci-après :

- Préfabrication des poutres sur une plate-forme au sol près de l'ouvrages et qui est prévue également pour le stockage. Le cycle classique de préfabrication se compose des étapes suivantes :



## Mode opérationnel

- Réalisation de la cage d'armatures avec les gaines et câbles de précontraintes et ce, sur un fond de moule ;
- Coffrage des joues et bétonnage de la poutre.
- Décoffrage des joues

## Mode opérationnel

- Mise en tension de la première famille de câble après durcissement suffisant du béton
- Stockage de la poutre



## Mode opérationnel

Mise en place des poutres par des engins spéciaux : grues, portiques, poutre de lancement,



# Mode opérationnel

- Exécution des entretoises d'extrémités et intermédiaires



# Mode opérationnel

- Coffrage et ferrailage du hourdis

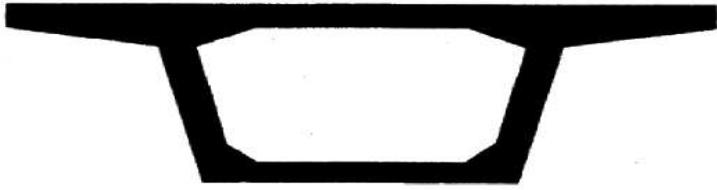


## Mode opérationnel

- Mise en tension de la deuxième famille de câbles après durcissement du béton du hourdis ;
- Déplacement des équipements pour répéter les étapes précédentes pour les travées suivantes
- Pose des superstructures du tablier

## Les ponts-caissons

Le **Pont en poutre-caisson** ou, de façon abrégée, le *pont en caisson* est, comme son nom l'indique, un type d'ouvrage dont la rigidité à la torsion est assurée par un tablier constitué d'un ou plusieurs caissons creux. Le raidisseur en caisson est une structure en béton précontraint, en acier, ou une structure composite d'acier et de béton armé. Sa section droite est rectangulaire ou trapézoïdale



## Les ponts-caissons

Les armatures sont disposées dans des conduits ou gaines

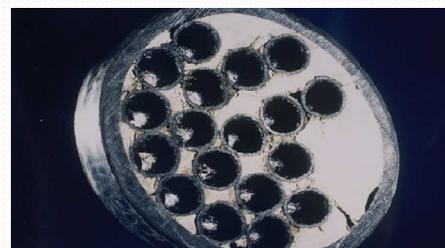
- Précontrainte intérieure : les conduits en feuillard d'acier sont noyés dans le béton
- Précontrainte extérieure : les conduits sont disposés à l'extérieur du béton et à l'intérieur des caissons



## Les ponts-caissons

Les armatures sont protégées contre la corrosion

- Précontrainte intérieure : les conduits sont injectés au coulis de ciment
- Précontrainte extérieure : les conduits peuvent être injectés soit par du coulis de ciment soit par des produits souples (cire ou graisse)



# Les ponts-caissons précontraint poussés

La méthode de construction des ponts en béton précontraint par poussage, directement inspirée du lancement des ponts métalliques, consiste à confectionner un tablier sur une rive ou sur les deux rives de la brèche à franchir, puis à le mettre en place sur ses appuis définitifs par déplacement longitudinal

## Avantages et inconvénients

### Avantage :

- La construction « au sol » du tablier permet à la fois une meilleure organisation du travail, une plus grande sécurité pour le personnel d'exécution et une meilleure qualité, tant au niveau du bétonnage qu'à celui de la mise en tension des câbles de précontrainte.
- Rapidité d'exécution
- Suppression des cintres et échafaudages

# Avantages et inconvénients

## Inconvénients :

- Contraintes géométriques en hauteur et courbures
- Nécessité de disposer d'une aire de longueur suffisante pour la construction des éléments du tablier
- Nécessité d'une précontrainte provisoire
- Effort de poussage important

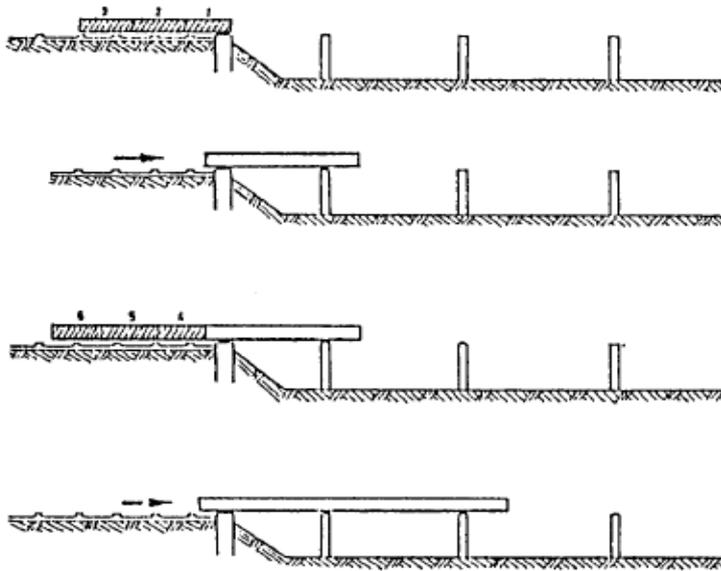
# Les ponts-caissons précontraint poussés

On distingue principalement deux types de ponts poussés :

- Les ponts construits par tronçons successifs dans un atelier fixe sur l'une des rives et progressivement poussés sur les appuis définitifs (poussage unilatéral) : ils constituent, de loin, la famille la plus nombreuse.
- Les ponts construits par moitié sur chaque rive (poussage bilatéral), les deux moitiés étant ensuite poussées sur leurs appuis définitifs et solidarisées pour rendre le tablier continu ;

# Les ponts-caissons précontraint poussés

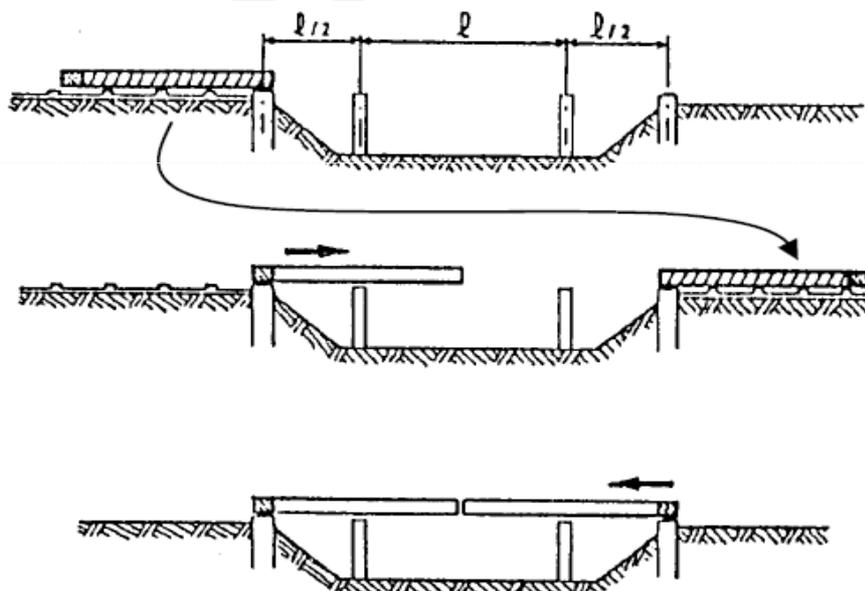
Poussage unilatéral :



Poussage  
d'un  
seul  
côté

# Les ponts-caissons précontraint poussés

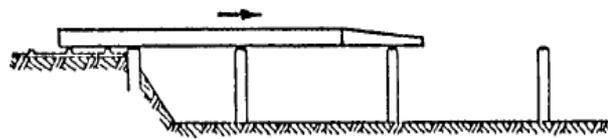
Poussage bilatéral :



Pont à 3 travées poussé des 2 côtés

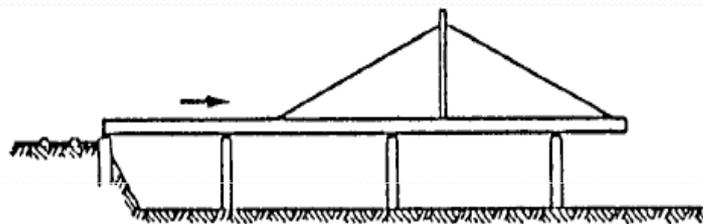
# Les ponts-caissons précontraint poussés

Pour limiter le porte-à-faux, les efforts et les déformations associés on utilise un avant bec, un haubanage ou des appuis provisoires

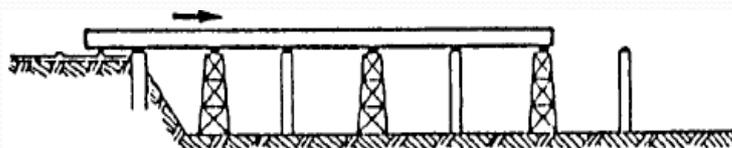


POUSSAGE AVEC AVANT-BEC

# Les ponts-caissons précontraint poussés



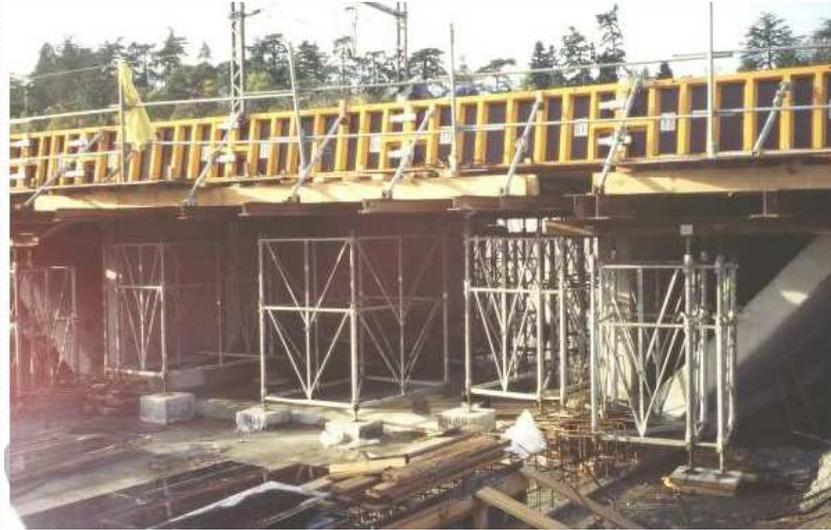
POUSSAGE AVEC MÂT DE HAUBANAGE



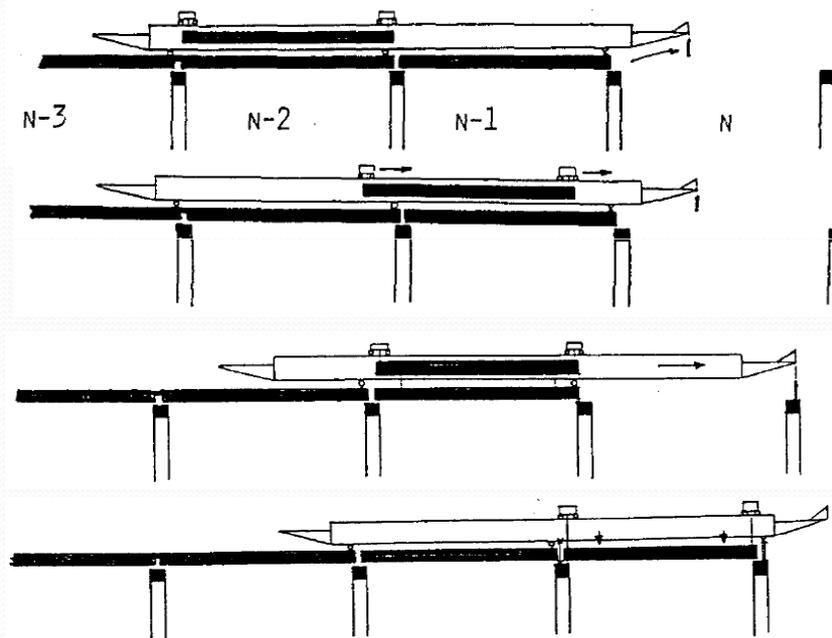
POUSSAGE AVEC APPUIS PROVISOIRES

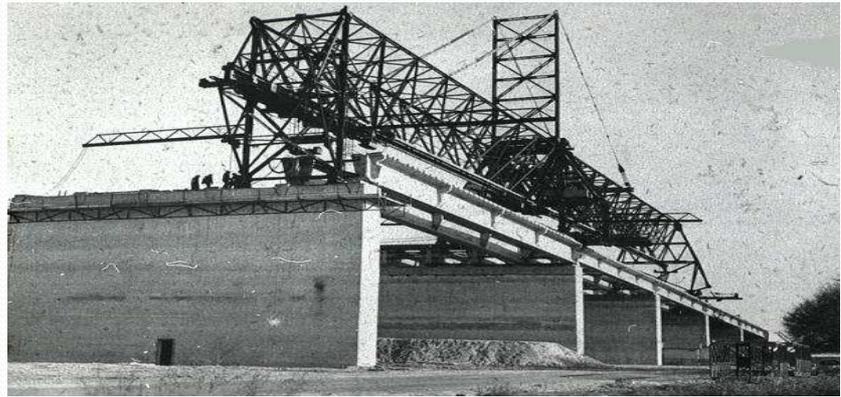


## Ponts construits sur cintre.



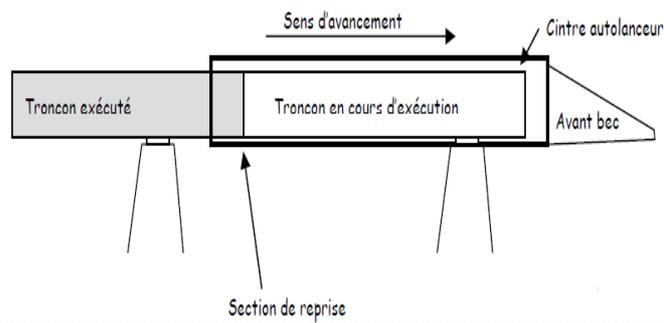
## Ponts construits par pose de poutres préfabriquées.





## Ponts construits par cintre auto-lanceur.

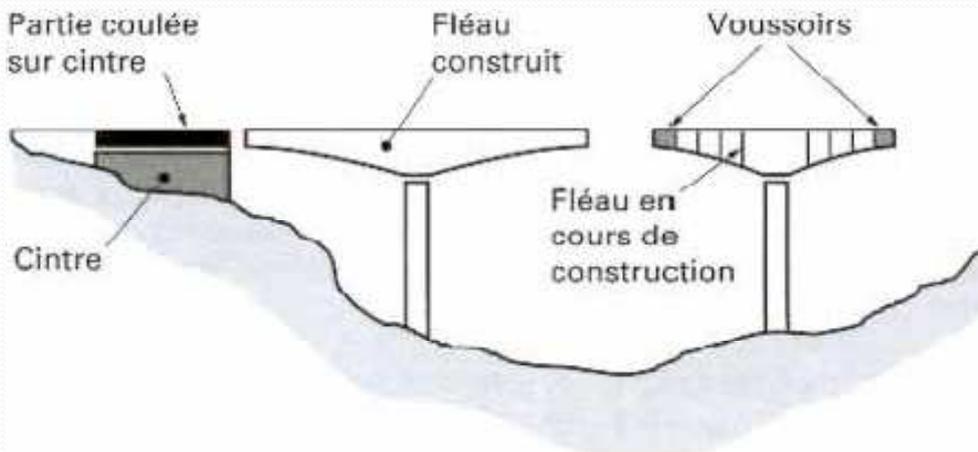
- Le coffrage de toute la travée est porté par une poutre prenant appui sur les piles et sur le tablier déjà construit.
- Le déplacement du cintre se fait une fois le mûrissement du béton suffisant.
- Un avant bec assure l'arrivée du cintre sur la pile suivante



## Ponts en béton précontraint construits en encorbellement

elle consiste à construire un tablier de pont par tronçons à partir des piles : après exécution d'un tronçon appelé voussoir, on le fixe à la partie d'ouvrage déjà exécutée à l'aide d'une précontrainte. Le tronçon devient alors autoporteur et permet de mettre en œuvre les moyens nécessaires à la confection du tronçon suivant. Lorsque tous les tronçons ont été confectionnés, on obtient ce que l'on appelle un fléau

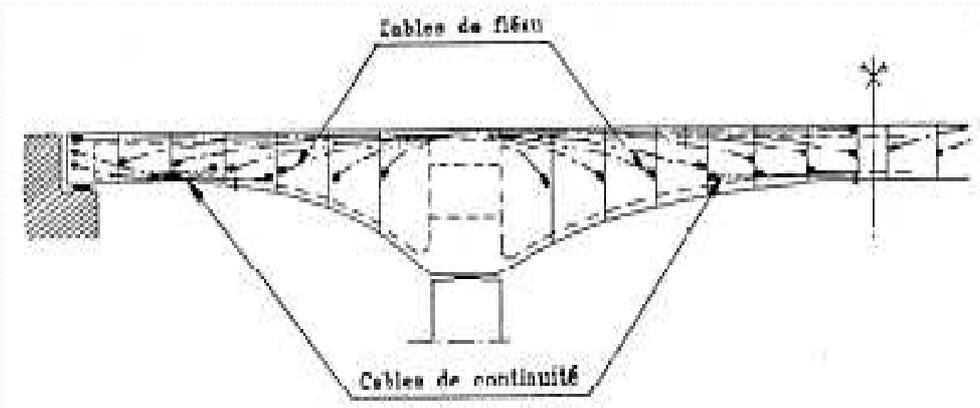
## Ponts en béton précontraint construits en encorbellement



## Ponts en béton précontraint construits en encorbellement

L'opération de solidarisation des fléaux entre eux et avec les parties coulées sur cintre s'appelle aussi « clavage ». Dans le cas d'un pont à trois travées, on commence généralement par claver les travées de rive, puis on vient assurer la continuité complète du tablier en solidarisant les deux moitiés à la clé de la travée centrale

# Ponts en béton précontraint construits en encorbellement



# Ponts en béton précontraint construits en encorbellement

## Mode opérationnel

La réalisation d'un pont caisson par encorbellements successifs s'effectue généralement selon le processus ci-après :

- Exécution d'un voussoir sur pile par bétonnage sur un échafaudage classique prenant appui sur le sol ou fixé à la tête de pile lorsque celle-ci est haute ou en site aquatique.

## Ponts en béton précontraint construits en encorbellement

- La longueur de ce voussoir est habituellement supérieure au double de la longueur des voussoirs courants , soit entre 7 et 10 m ;
- Encastrement de ce voussoir sur la pile de manière à assurer la stabilité du fléau à réaliser ;
- Montage des équipages mobiles sur le voussoir sur pile

## Ponts en béton précontraint construits en encorbellement

- Exécution des voussoirs courants ou leur mise en place s'ils sont préfabriqués
- Réalisation de la précontrainte de solidarisation ;
- Répétition des étapes précédentes jusqu'à l'achèvement du tablier

