Pont en béton précontraint construits par poussage

Septembre 2016

La méthode de construction d'un tablier de pont par poussage consiste à le réaliser par tronçons successifs sur l'une ou les deux rives de la brèche à franchir (à l'arrière d'une ou des deux culées), puis de le pousser au fur et à mesure de la fabrication des tronçons afin de dégager le coffrage (qui peut ainsi être utilisé pour la réalisation du tronçon suivant) et de le mettre en place progressivement à sa position définitive (par translation longitudinal de l'ouvrage).

Méthode de construction et domaines d'utilisation

La méthode de construction d'un tablier de pont par poussage consiste à le réaliser par tronçons successifs sur l'une ou les deux rives de la brèche à franchir (à l'arrière d'une ou des deux culées), puis de le pousser au fur et à mesure de la fabrication des tronçons afin de dégager le coffrage (qui peut ainsi être utilisé pour la réalisation du tronçon suivant) et de le mettre en place progressivement à sa position définitive (par translation longitudinal de l'ouvrage).

Il y a donc deux techniques de construction :

- Tablier construit sur l'une des rives et mis en place progressivement par poussage d'une rive vers l'autre
- Tablier construit en deux parties (une sur chaque rive) .Chaque partie est ensuite poussée Une fois en place les deux parties sont clavées.

La technique de poussage est très intéressante dans les cas :

- de franchissement d'un cours d'eau
- de franchissement d'une route existante
- de franchissement d'une voie ferrée

Plusieurs types de tablier peuvent être mis en œuvre par poussage :

- dalle
- dalle nervurée
- caisson monocellulaire
- caisson multicellulaire

TABLEAU N° RATIOS CLEF DES PONTS POUSSES

TABLEAU N° RATIOS CLEF DES PONTS POUSSES

Atouts et limites de la technique

Atouts de la technique

La réalisation du tablier par tronçon au sol au niveau d'une plate-forme à l'arrière de la culée permet :

- une sécurité accrue pour le personnel de chantier : la majorité du travail est exécuté sur la terre ferme
- une organisation plus simple du chantier : du fait du caractère répétitif des phases de chantier
- une plus grande facilité de bétonnage et de mise en tension des câbles de précontrainte.

Limites de la technique

La forme du tablier en plan et en profil doit correspondre à une forme « poussable » (droite, cercle en plan, cercle en élévation ou dans un plan quelconque, tronc de cône, hélice) .

La technique impose donc aussi la réalisation du tablier de hauteur constante afin de permettre son poussage.

Une aire de fabrication à l'arrière de la culée doit être disponible pour bétonner les tronçons de l'ouvrage.

Dispositions constructives pour le poussage

Aire de préfabrication des tronçons

L'aire de préfabrication des tronçons située selon le type de poussage derrière l'une ou les deux culées est composée :

- d'une aire de préparation des armatures
- d'une aire de coffrage et de bétonnage
- d'une zone de poussage.

Nota : le banc de poussage au niveau de l'aire de préfabrication est constitué de deux longrines en béton reposant sur le sol ou sur des pieux .La face supérieure des longrines est revêtue généralement d'acier, la sous face du tablier aussi .On interpose entre les deux tôles un produit permettant de minimiser le coefficient de frottement (graisse ou huile).

Equipements des appuis pour le poussage

Pour les phases de poussage chaque pile est équipée d'appareils d'appuis provisoires conçus pour faciliter le glissement du tablier .Certaines piles sont équipées en plus de dispositifs (bâti métallique fixé aux têtes de piles) destinés à assurer le guidage latéral du tablier .

Les appuis de glissement sont recouverts d'une tôle en acier inoxydable (qui offre un coefficient de frottement très faible).

Des plaques en néoprène recouverte de téflon sont interposées pour faciliter le glissement entre les plots d'appuis et la sous face du tablier (la face téflon glisse sur la tôle d'acier inox poli - le coefficient de frottement est de l'ordre de 2 à 3 % - la face néoprène est au contact du béton du tablier).

Les plaques sont entrainées vers l'avant par le déplacement du tablier au fur et à mesure du poussage .Elles sont successivement réintroduites à l'arrière des plots d'appuis.

Avant bec et mat de haubannage

Afin d'atténuer les moments de porte à faux dans le tablier au cours du poussage, l'extrémité du tablier est en général équipée d'un avant bec.

L'avant bec est une structure métallique triangulée de faible poids, fixée à l'avant du premier tronçon de l'ouvrage par des barres de précontrainte. Sa longueur est de l'ordre des deux tiers de la longueur de la travée courante. Il permet, en prenant appui sur la pile, avant que le porte à faux dans le tablier ne soit trop important de réduire les sollicitations dans le tablier.

En effet la sollicitation la plus sévère à laquelle est soumis le tablier au cours du poussage est la sollicitation due à la console de la partie avant du tablier juste avant que son extrémité prenne appui sur la pile suivante.

Nota : certains ouvrages sont équipés en phase de poussage d'un mat de haubanage. Le mat repose sur le tablier et supporte des câbles ancrés à l'extrémité avant du tablier et à l'arrière du mat .Ce système permet de soulager les efforts dans le tablier en prenant en charge la console (en fonctionnant comme une précontrainte extérieure).

Dispositifs de poussage

La force d'entrainement du tablier (effort horizontal de poussage) peut être appliqué à l'ouvrage :

- soit par traction au moyen de vérins (vérins avaleurs de câbles) et de câbles, ancrés d'une part sur la culée et d'autre part sur une poutre transversale fixée à l'about du dernier tronçon confectionné.
- soit par poussée directe transmise au tablier par des dispositifs spécifiques (tel que le système « Eberspacher »)
- soit par un vérin pousseur s'accrochant par serrage sur les longrines (sur lesquelles reposent l'ouvrage) et exerçant son effort de poussage directement sur le tablier.

Nota : Dans le système « Eberspacher », le dispositif de poussage comprend :

- un vérin vertical permettant de décoller l'ouvrage de son appui
- un vérin horizontal solidaire du vérin vertical et prenant appui à l'autre extrémité sur une butée qui reçoit la réaction de poussée.

Le cycle de poussage se déroule de la manière suivante. Le vérin vertical libère le tablier de son appui , puis le vérin horizontal

de poussage fait avancer le tablier de la distance égale à sa course (de l'ordre de 200 à 300 mm). Le vérin vertical est ensuite relâché, le tablier reprend appui, le vérin horizontal revient à sa position de départ et un nouveau cycle de poussage peut commencer.

La vitesse de poussage est de l'ordre de quelques mètres à l'heure.

Le poussage génère en tête de chaque pile des efforts horizontaux qu'il faut prendre en compte pour le dimensionnement des piles. Quand ces efforts sont trop importants, il est possible pour réduire les efforts dans la pile, de la haubaner, en la reliant par des câbles au pied de la pile précédente.

Quand les ouvrages présentent une pente, le tablier est poussé en général en descendant. Dans ce cas le dispositif de poussage doit être équipé d'un système de freinage pour retenir l'ouvrage en cas de glissement.

Deux types de poussage

Construction par poussage d'un seul coté

Le tablier est bétonné par tronçons successifs (de longueur en général constante) dans un atelier fixe situé à l'arrière de l'une des culées de l'ouvrage.

A la fin de la réalisation d'un tronçon et dès que le béton a atteint une résistance suffisante, il est déplacé. Il libère ainsi l'atelier ce qui permet de lancer la réalisation du tronçon suivant.

Le poussage est en général réalisé par travée entière à une cadence de l'ordre d'une travée toute les deux semaines .Chaque travée est constituée de 3 ou 4 tronçons.

Construction par poussage des deux cotés

Les ouvrages mis en œuvre par poussage des deux côtés les plus courants sont les ouvrages à 3 travées. Leur domaine d'emploi courant correspond à des portées comprises entre 30 et 60 mètres. En général la distribution des travées est donc du type 1 - 2 - 1 (travée centrale double de la travée de rive).

Chaque demi-tablier est construit à l'arrière d'une culée, puis poussé en franchissant la travée de rive. En phase finale de poussage chaque demi-tablier vient se positionner comme un fléau sur la pile. La continuité du tablier est assurée par bétonnage en place au centre de la travée centrale d'un voussoir de clavage dont la longueur est de l'ordre de 1 mètre.

Capture d'écran 2019-02-28 à 11.40.42.png

TABLEAU N° ELANCEMENT DES PONTS POUSSES DES DEUX COTES

Nota : l'élancement est le rapport entre la longueur de la travée centrale et la hauteur constante du tablier

Le câblage de précontrainte de ce type d'ouvrage est constitué :

- de câbles de fléau positionnés dans le hourdis supérieur
- de câbles rectilignes provisoires situés dans le hourdis inférieur qui s'opposent aux effets des câbles de fléau. Ils sont détendus quand l'ouvrage est en position définitive à la fin du poussage
- de câbles de continuité tendus après clavage des deux demis tabliers. Ils comprennent des câbles extérieurs au béton au tracé trapézoïdal
- des câbles courts intérieurs au béton, rectilignes et situés en travée dans le hourdis inférieur.

Cablage de précontraintes des ponts pousses

Lors des phases de poussage du tablier chaque section est sollicitée alternativement en compression et en traction en fibre supérieure et en fibre inférieure. En effet au cours du poussage chaque section du tablier se trouve alternativement soumise à des moments fléchissants et des efforts tranchants de signes contraires au fur et à mesure des passages sur appui et en travée.

La précontrainte optimale nécessaire au poussage doit donc être la plus centrée possible par rapport à la fibre moyenne du tablier (effort de précontrainte le plus centré possible qui induit une compression la plus constante possible sur l'ensemble de la section) pour résister au mieux à ces variations de contraintes. Elle est constituée de câbles de poussage qui seront conservés en phase de service et de câbles « antagonistes » (leurs effets s'opposent à ceux des câbles définitifs) qui seront détendus à la fin des phases de poussage.

La solution astucieuse, pour réaliser cette précontrainte centrée nécessaire en phase de poussage mais inutile en phase de service consiste à mettre en place des câbles définitifs correspondant à ceux nécessaires pour un ouvrage coulé sur cintre et de disposer des câbles provisoires de poussage, qui sont détendus et retirés lorsqu'ils ne sont plus nécessaires.

(câbles situés au niveau des appuis dans le hourdis inférieur ou dans le hourdis supérieur à mi- travée) à tracé ondulé mais symétrique par rapport aux câbles définitifs (situés en partie inférieure en travée et en partie supérieure sur pile) .Ce qui permet d'obtenir une précontrainte en phase de poussage sensiblement centrée .Cette précontrainte provisoire est constituée de câbles extérieurs au béton , faciles à détendre en fin de poussage et récupérables

Ce type de disposition du câblage permet ainsi d'optimiser la précontrainte aux différentes phases (poussage et service).

La précontrainte de poussage est donc constituée :

- soit de câbles rectilignes d'un bout à l'autre du tablier destinés à reprendre les sollicitations de poussage .
- soit de câbles rectilignes et de câbles au tracé trapézoïdal associés à des câbles ayant un tracé trapézoïdal symétrique par rapport à la fibre moyenne du tablier

Ces câbles peuvent être :

- intérieurs au béton .Ils sont conservés à la fin du poussage
- extérieurs au béton et déviés dans des entretoises et au niveau des déviateurs situés en général vers le quart ou le tiers de la travée. Ces câbles sont provisoires et détendus en fin de poussage.

Nota :La précontrainte extérieure au béton permet de limiter les épaisseurs des âmes .Il n'y a plus à prévoir dans ce cas le passage des câbles dans les âmes. Les câbles de précontrainte extérieure sont en général des câbles de forte puissance (19T15).

Les câbles de continuité tendus après poussage lorsque l'ouvrage est situé en position définitive ont un tracé ondulé .Au niveau des appuis ils passent en partie haute, en milieu de travée en partie basse .Ils sont extérieurs ou intérieurs au béton.

Section transversale

La section transversale la plus utilisée est le caisson car du fait de sa résistance à la torsion il a un meilleur comportement lors des phases de poussage.

L'épaisseur du hourdis supérieur est de l'ordre de 20 à 25 cm pour les ponts routes (30 cm pour les ponts ferroviaires). Elle est déterminée par la résistance en flexion transversale du caisson et par la place nécessaire pour positionner les câbles de précontrainte.

Le hourdis inférieur a une épaisseur de l'ordre de 20 à 25 cm en section courante .Cette épaisseur est augmentée au niveau des entretoises sur piles.

Les âmes ont une épaisseur minimale de l'ordre de 30 cm, pour les ponts routes (50 cm en travée et proche d'un mètre sur appui, pour les ponts rails). Cette épaisseur est fonction du type de câblage adopté (précontrainte intérieure ou extérieure).

Le bétonnage est réalisé en général en deux phases :

- bétonnage du hourdis inférieur et des âmes du caisson
- bétonnage du hourdis supérieur

Auteur

Patrick Guiraud

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr