

# Pont d'Aigues-Vertes

Autor(en): **Barthassat, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **119 (1993)**

Heft 14

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78058>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Pont d'Aigues-Vertes

Par René Barthassat,  
ingénieur civil  
EPFL/SIA,  
Bureaux d'études  
associés R. Barthassat,  
F. Lachenal  
et A. Fontaine,  
av. Vibert 24,  
1227 Carouge

## Situation

Le pont d'Aigues-Vertes, d'une longueur de 251 m, franchit le Rhône entre les communes de Bernex (rive gauche) et de Vernier. Il est en fait constitué de deux ponts qui relient, en s'écartant légèrement, la tranchée couverte de Chèvres au double tunnel de Vernier (fig. 1)<sup>1</sup>.

Le projet réalisé a été choisi à l'issue d'un concours restreint réunissant sept bureaux d'études de Suisse romande.

## Géologie

Trois éléments principaux caractérisent la géologie locale:

- le soubassement rocheux constitué de molasse
- les dépôts glaciaires
- les alluvions récentes du fleuve.

La molasse présente des alternances de roches sableuses et argileuses. Elle se rencontre à une faible profondeur, variant de 7 à 12 m, sous le niveau actuel du fleuve.

Les dépôts glaciaires, avec des graviers compacts à la base, puis des limons durs à nombreux cailloux, forment la falaise de la rive gauche.

Les alluvions récentes du Rhône consistent en sable et gravier peu compacts, recouverts par les vases actuelles dues à la décantation des eaux boueuses de l'Arve dans la retenue du barrage de Verbois. Ces alluvions sont surtout présentes sur la rive droite (fig. 2).

## Critères du choix des éléments de l'ouvrage

Le choix de l'implantation des appuis ainsi que celui de la coupe longitudinale du tablier ont été dictés par des considérations techniques liées à la méthode d'exécution des travaux ainsi qu'à la nécessité de laisser une passe navigable de 80 m. En effet, l'exécution de la plus grande travée, d'une

portée de 85 m, au-dessus du fleuve, imposait la méthode de l'encorbellement pour permettre le passage des barges transportant les ordures ménagères de la ville de Genève à l'usine d'incinération, pendant toute la durée des travaux.

La position des piles P1 et P2 en bordure de la passe de navigation a également déterminé l'emplacement des culées C0 sur la rive gauche et, par symétrie, celui des piles P3. Le prolongement du pont au-delà du lit du fleuve sur la rive droite par deux petites travées a été dicté par la nécessité de rejoindre le terrain naturel, évitant ainsi un important remblayage qui aurait fortement perturbé l'aspect naturel des lieux. La portée de ces deux travées a été choisie de telle sorte que leurs longueurs respectives suivent une progression géométrique, c'est-à-dire que, pour l'ensemble de l'ouvrage, le rapport entre deux travées voisines soit constant et égal à 1:0,64. Pour donner un aspect de légèreté à l'ouvrage, la ligne inférieure du tablier P2-P3 a été prolongée jusqu'aux culées C5 à l'extrémité du pont, diminuant ainsi l'épaisseur du tablier en même temps que diminuent les portées des travées P3-P4 et P4-C5.

Pour marquer encore plus fortement la présence des trois grandes travées, les piles P1 et P2 sont construites en forme de «U», avec doubles colonnes de fortes dimensions, en rapport avec

les épaisseurs du pont à cet endroit, alors que les piles P3 et P4, constituées d'une seule colonne de dimensions plus faibles, accentuent l'effet de légèreté de la structure de la rive droite.

## Piles, culées et fondations

A l'exception des deux culées C0 fondées sur les terrains en place de bonne qualité (alluvions récentes graveleuses et surtout sableuses), et dont la pente naturelle offre une sécurité suffisante à la stabilité profonde, les autres appuis sont fondés sur pieux fichés dans la molasse saine.

Pour le dimensionnement des piles P1 situées dans le courant du Rhône, on a envisagé la possibilité d'un choc avec une barge pleinement chargée, naviguant sur le fleuve dans le sens du courant. Avec son bateau-poussoir, ce convoi atteint un poids total de 3450 kN. Pour tenir compte de l'intensité d'un tel choc, on a introduit dans le calcul de cette pile une force statique de remplacement de 12 750 kN, pouvant agir sous un angle limité à 30° par rapport à l'axe du courant. Les six pieux de chacune des piles P1 ont été exécutés par forage rotatif d'environ 4 m dans la molasse à partir d'une plate-forme reliée à la rive gauche et prenant appui sur le fond du fleuve. Le diamètre des pieux est de 1,55 m dans la molasse et de 1,63 m entre le fond du lit du fleuve et la semelle de répartition. Les se-

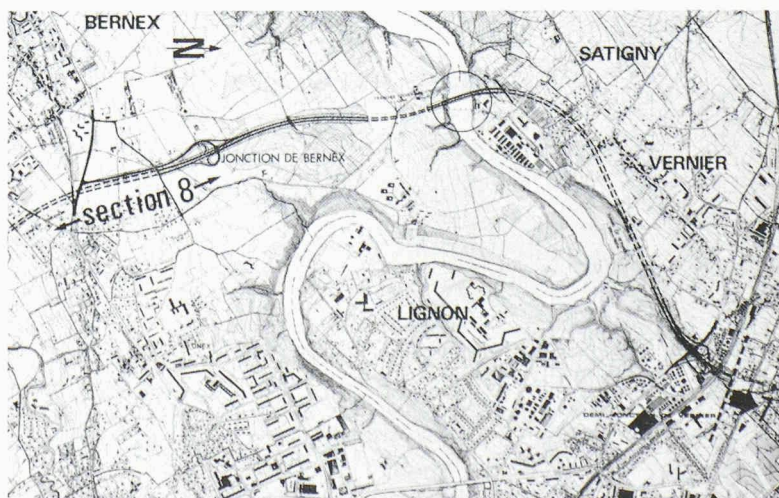


Fig. 1. - Pont d'Aigues-Vertes: plan de situation

<sup>1</sup>Une présentation plus détaillée de cet ouvrage a été faite dans le cadre d'une journée d'étude organisée par le Groupe spécialisé SIA des ponts et charpentes (GPC), le 26 septembre 1986 à Genève et consacrée aux «Grands chantiers de la région genevoise» (voir Documentation SIA D006, pp. 45-60).

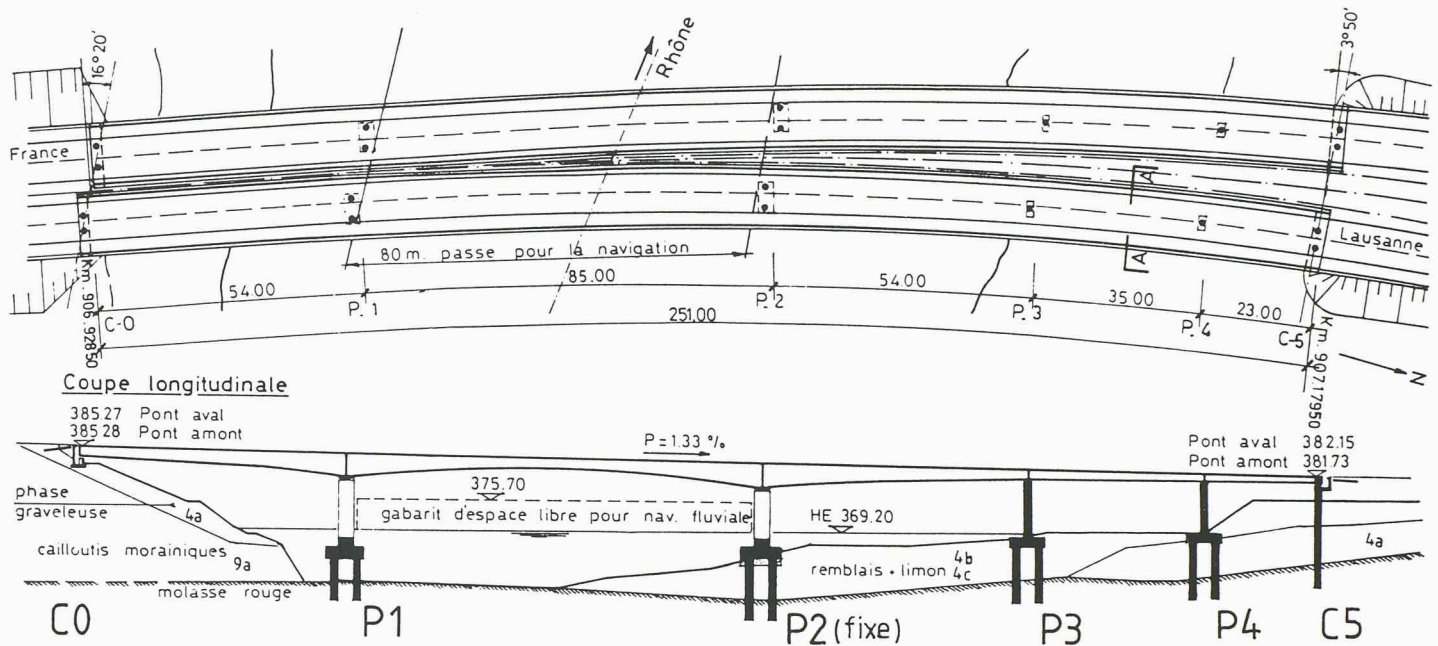


Fig. 2. - Pont d'Aigues-Vertes: plan, coupe et profil géologique

nelles de répartition, assises des doubles colonnes des piles, ont été bétonnées à sec, 1,60 m au-dessous des plus basses eaux, à l'intérieur d'un caisson métallique immergé.

Les piles P2, situées également dans le lit du fleuve, ont été exécutées de façon plus traditionnelle, en raison de la présence, à cet endroit, d'alluvions récentes d'une épaisseur d'environ 8 m au-dessus de la molasse. Pour accéder à l'emplacement des piles avec les machines de chantier, une digue en matériau tout-venant, fondée sur les alluvions, a été construite en partant de la rive droite. L'épaisseur moyenne de ce remblai provisoire était de 2 m. Une enceinte de palplanches (largeur 10 m, longueur 26 m, hauteur des palplanches 15 m) pour l'ensemble des deux piles P2 a été battue jusqu'à refus de la molasse. En raison d'une instabilité des alluvions en place, surchargées par les matériaux de la digue, l'enceinte a été

ancrée à la rive droite. Pour donner accès aux machines de forage à l'intérieur de l'enceinte, celle-ci a été remblayée de matériau tout-venant. Bien que situées dans le lit du Rhône, les piles P2 ne sont pas dans le courant du fleuve et sont, de ce fait, moins exposées aux chocs éventuels avec une barge. Toutefois, pour tenir compte d'une collision exceptionnelle possible, il a été introduit dans le calcul de ces piles une charge statique équivalant au choc de 6000 kN dans le sens du courant du fleuve et de 4000 kN dans le sens perpendiculaire. Ces deux valeurs comprennent également un facteur de sécurité couvrant les incertitudes quant à la déformabilité de la barge au moment du choc.

Les quatre pieux de chacune des piles P2 ont été exécutés par havage pour traverser les matériaux meubles et par forage rotatif d'environ 4 m dans la molasse. Le diamètre des pieux est de 1,55 m dans la roche et de 1,80 m

entre celle-ci et la semelle de répartition qui sert d'assise aux doubles piles soutenant le tablier.

Les piles P3 et P4 sont situées en dehors du lit du Rhône. Elles s'appuient sur quatre pieux exécutés par havage et forage. Le diamètre des pieux est de 1,00 m dans la roche et de 1,16 m entre celle-ci et la semelle de répartition, assise d'une pile simple soutenant le tablier.

Chacune des culées C5, situées au-dessus du terrain naturel, a été fondée sur deux pieux dont les diamètres sont de 1,55 m dans la molasse et de 1,80 m entre celle-ci et la semelle de répartition (fig. 3).

Les travaux de fondation de l'ouvrage ont été quelque peu compliqués par la présence, dans le lit du fleuve (rive droite), de restes d'une ancienne usine hydroélectrique (remplacée par celle de Verbois) dont les bâtiments ont été démolis en surface seulement.

### Tablier

Le tablier de chacun des deux ouvrages est constitué d'une section en caisson à deux poutres verticales. L'épaisseur des poutres est de 40 cm avec une surépaisseur au droit des piles P1 et P2, pour le passage et l'ancrage des câbles de précontrainte.

Dans le sens transversal, les dalles supérieure et inférieure sont parallèles et suivent un dévers variant de 0 à 5%, déterminé par la courbure des tracés.

La géométrie longitudinale de l'intrados du tablier est définie selon une courbe elliptique pour la travée P1-P2 de 85 m de portée et selon une courbe exponentielle symétrique pour les tra-

### Le pont d'Aigues-Vertes en chiffres

Surface brute des tabliers:	6070 m <sup>2</sup>
Béton utilisé:	
pieux	980 m <sup>3</sup>
fondations et têtes de pieux	860 m <sup>3</sup>
piliers	1030 m <sup>3</sup>
tabliers	4400 m <sup>3</sup>
Aciers passifs:	
pieux	126 t
fondations et têtes de pieux	150 t
piliers	138 t
tabliers	808 t
Aciers de précontrainte:	
précontrainte longitudinale	134 t
précontrainte transversale	25 t
Coût (y compris l'aménagement des rives et l'éclairage):	15,5 millions de francs

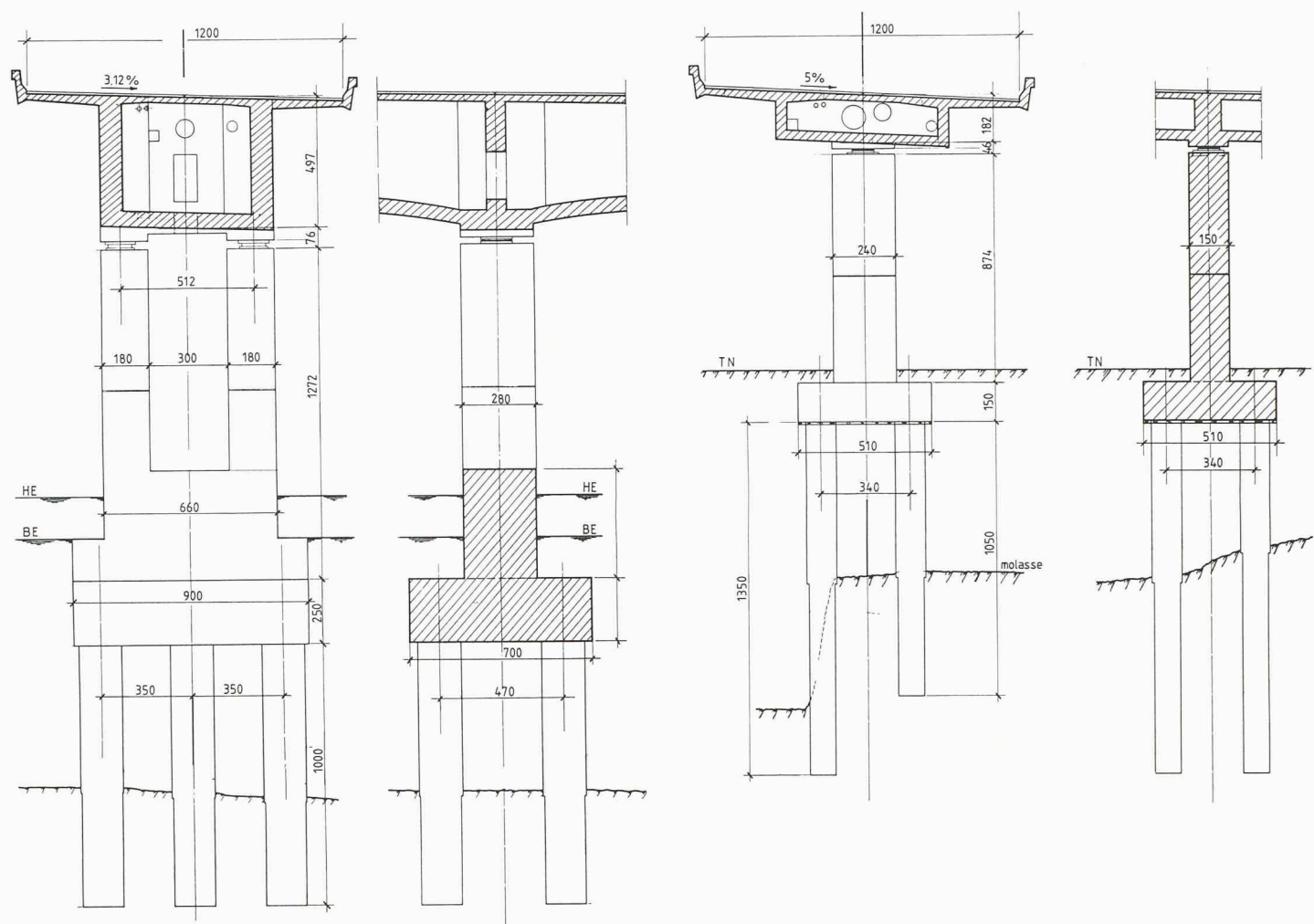


Fig. 3. - Pont d'Aigues-Vertes: élévation et coupe des piles P1 (gauche) et P4 (droite)

vées C0-P1 et P2-P3 de 54 m. Côté rive droite, cette courbe est prolongée jusqu'à la culée C5. Au droit des appuis P1 et P2, la hauteur du tablier est de 5,0 m. Elle diminue jusqu'à 2,2 m à la clé de la grande travée, jusqu'à 2,1 m au droit de la culée C0 et jusqu'à 1,8 m à la culée C5.

La dalle inférieure a une épaisseur de 18 cm, sauf au droit des piles P1 et P2 où l'épaisseur atteint progressivement 60 cm.

De chaque côté de la dalle supérieure, large de 12 m, un parapet en béton, de type New Jersey, assure la sécurité du trafic. Le poids du tablier est de 30 t/m au droit des piles P1 et P2 et de 17 t/m à la clé de la grande travée (fig. 4).

**Précontrainte**

Pour le dimensionnement des précontraintes transversale et longitudinale on a retenu le critère suivant: au temps  $t = 1/2 (t_0 + t_{oc})$ , sous charges permanentes, la rotation des sections et les déformations verticales sont nulles. Dans le sens longitudinal, ce critère a été appliqué à l'ouvrage considéré comme exécuté en continuité, en une seule fois, sans tenir comp-

te du procédé d'avancement de l'exécution par encorbellement de la grande travée ainsi que des autres étapes de réalisation.

La précontrainte longitudinale se compose de trois types de câblage:

- Les câbles d'encorbellement situés à un niveau constant dans la dalle supérieure du tablier. Ce câblage se compose de quatre unités Freyssinet pour chacune des douze

étapes d'exécution, soit 4 câbles de 12 torons (12T12) placés de part et d'autre des deux poutres. Ils sont longitudinalement axés sur les piles P1 et P2.

- Les câbles de continuité à tracé curviligne dans le plan vertical, situés à l'intérieur des poutres. Dans les travées C0-P1 et P2-P3, ce câblage se compose de quatre unités (12T12) par poutre. Ils sont mis en

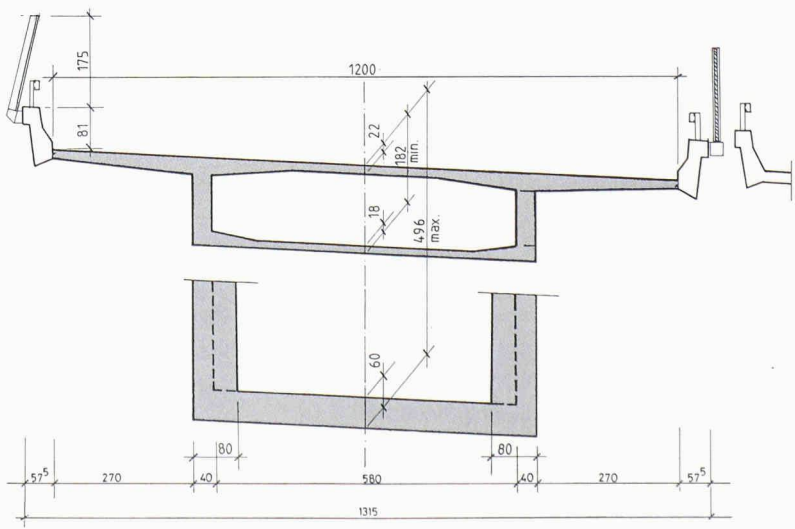


Fig. 4. - Pont d'Aigues-Vertes: coupe du tablier

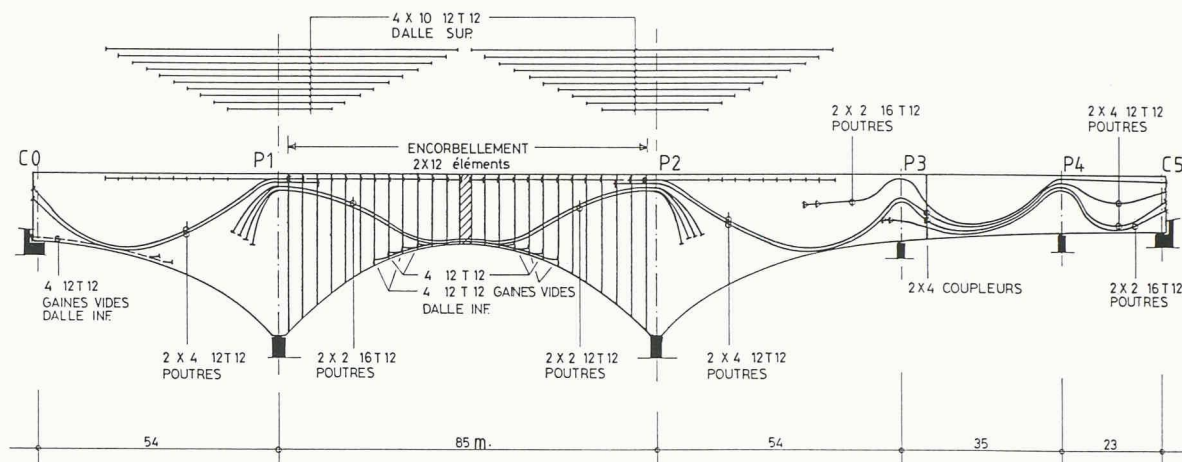


Fig. 5. – Pont d'Aigues-Vertes: représentation schématique de la précontrainte longitudinale

tension aux deux extrémités et assurent l'équilibre des deux premières étapes d'encorbellement. Dans la travée P1-P2, ce câblage se compose de deux unités (12T12) et de deux unités (16T12) par poutre. Ils sont mis en tension aux deux extrémités depuis l'intérieur du caisson. Des bossages vers l'intérieur des poutres permettent l'application des vérins. Dans les travées P3-P4 et P4-C5, exécutées après la mise en continuité des trois travées C0-P3, ce câblage se compose de quatre unités (12T12) et de quatre unités (16T12) par poutre. Les quatre premiers câbles sont couplés aux câbles de même unité de la travée P2-P3, dans une section située à 5,5 m de la pile P3. Les quatre autres câbles sont ancrés à l'aide d'ancrages fixes noyés dans le béton. L'ensemble de ce câblage est mis en tension à la culée C5.

- Les câbles de renforcements locaux placés dans la dalle inférieure du caisson du tablier, à proximi-

té des poutres. Dans la travée P1-P2, quatre unités (12T12), mises en tension depuis l'intérieur du caisson, avec un bossage à chaque extrémité pour permettre l'enfilage des torons et la mise en tension. Dans les travées C0-P1 et P1-P2, des gaines vides ont été mises en place pour pouvoir renforcer la précontrainte, si nécessaire, aux endroits des moments de flexion maximaux. Ces renforts se composeraient de quatre unités (12T12) pour chacune des travées.

La précontrainte transversale se compose de deux types de câblage:

- Les câbles assurant la précontrainte transversale de la dalle supérieure du tablier. Il s'agit d'unités à 4 torons (4T13). Leur écartement est de 75 cm. La mise en tension se fait à une extrémité, alternativement de chaque côté de la dalle.
- Les câbles croisés des entretoises des piles P3 et P4. Ils se composent de huit unités (8T13) par entretoise. L'ancrage fixe de chaque câble est noyé dans le béton des

poutres et la mise en tension se fait à l'extrémité de la dalle supérieure du tablier (fig. 5).

### Equipements

En raison de la situation géographique des deux ouvrages – présence du fleuve et proximité d'habitations –, un équipement pour lutter contre le brouillard, le verglas et le bruit est prévu sur chacun des deux ponts.

Un éclairage ponctuel (écartement 4 m) est prévu entre le couronnement du parapet de sécurité et la filière métallique fixée sur lui. Cet éclairage sera prolongé au-delà des ponts, jusqu'à l'intérieur des tunnels situés sur les rives gauche et droite.

Afin de lutter efficacement contre le verglas, un système d'aspersion de fondant chimique a été prévu. Un conduit, placé dans le caisson de chaque pont, alimente les buses encastrées dans les parapets et disposées tous les 20 m de chaque côté, avec un décalage donnant un point de diffusion du fondant tous les 10 m de la chaussée. Ce système est également prévu dans le prolongement des ouvrages, jusqu'aux tunnels.

Pour lutter efficacement contre le bruit qu'occasionne la circulation des véhicules, des murs antibruit seront mis en place:

- une paroi transparente placée sur les parapets extérieurs des deux ponts, composée d'une structure légère en aluminium avec de grands panneaux en plexiglas; la hauteur totale du parapet de sécurité et du mur antibruit est de 2,3 m;
- si l'efficacité des parois mises en place sur les parapets extérieurs se montrait insuffisante, un mur en éléments de béton absorbant sera monté sur les parapets intérieurs;

### Intervenants

Maître de l'ouvrage:	Département des travaux publics, Genève Direction du génie civil, Service des ponts
Projet et direction des travaux:	Bureaux d'études associés R. Barthassat, F. Lachenal, et A. Fontaine, Genève Collaborateurs: R. Haldi et L. Tappolet, ingénieurs, G. Brera, architecte
Ingénieur-conseil d'exécution:	R. Beylouné, ingénieur
Ingénieurs-conseils en électricité:	Scherler SA
Etude géotechnique:	Géotechnique appliquée, P. & C. Dériaz & C <sup>o</sup> SA, Genève
Expert:	R. Favre, professeur EPFL
Exécution des travaux:	Entreprise Ambrosetti, Genève
Travaux de fondation spéciaux:	C. Zschokke SA

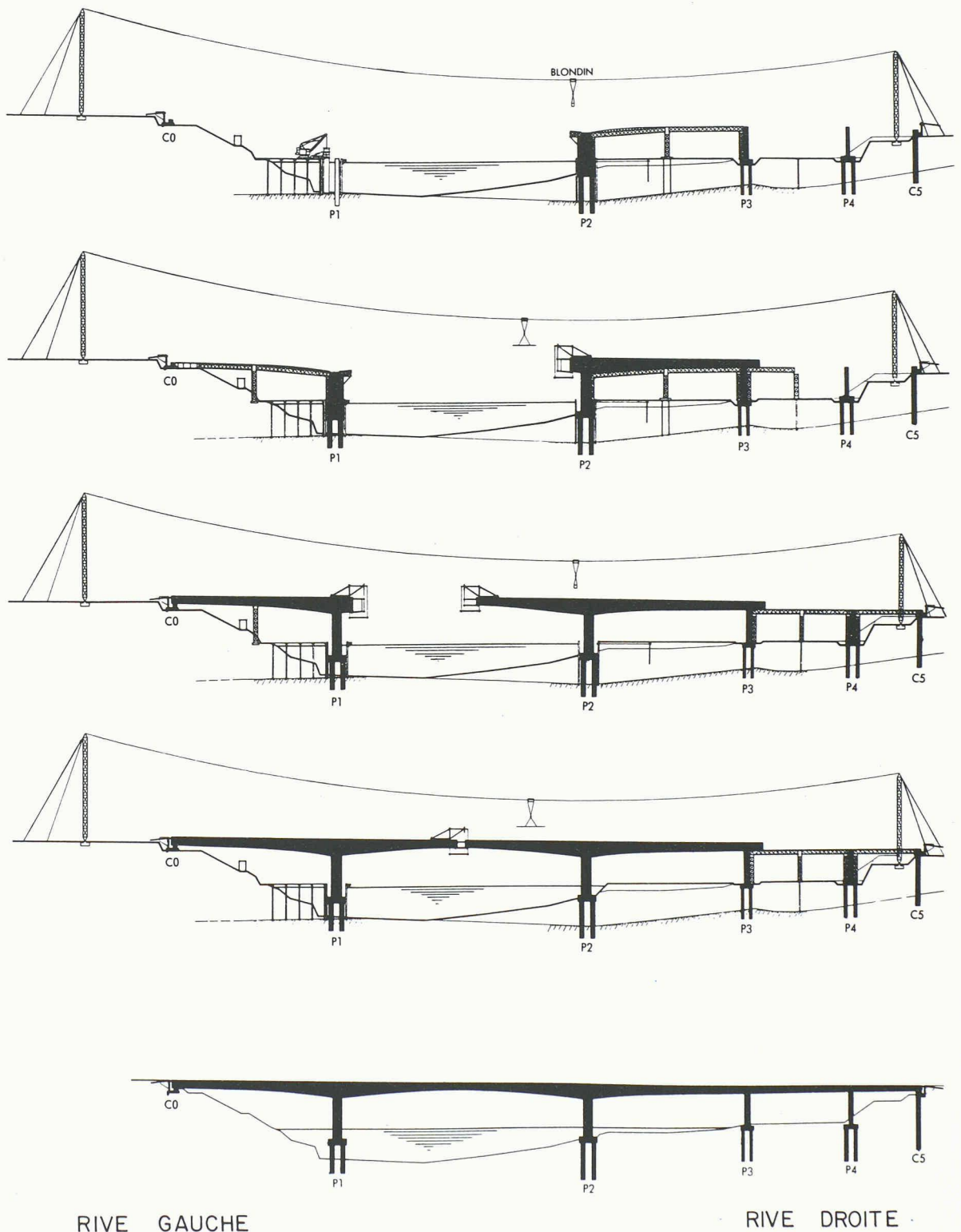


Fig. 6. – Pont d'Aigues-Vertes: étapes d'exécution

en mur simple tant que les parapets sont parallèles et en mur double dès que ceux-ci se trouvent écartés de plus de 50 cm, soit environ sur la moitié rive droite des ponts; la hauteur totale du parapet de sécurité et de ce mur antibruit serait également de 2,3 m.

#### **Étapes d'exécution et délais**

Les travaux préparatoires ont été entrepris en mars 1985. Les différentes étapes d'exécution sont montrées à la figure 6. Le gros-œuvre du pont amont, sans les finitions et les divers aménagements (protections antibruit, éclairage, etc.) a été terminé en juin

1988, permettant ainsi une mise en service pour les besoins du chantier de l'autoroute (évacuation des déblais du tunnel de Vernier). Les deux ouvrages seront terminés et entièrement équipés pour la mise en service de l'autoroute en 1993.