

L'Ile et les tramways

Autor(en): **Leutwyler, René / Treleani, Julien / Maillet, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **135 (2009)**

Heft 09: **D'un pont à l'autre**

PDF erstellt am: **09.06.2015**

Persistenter Link: <http://dx.doi.org/10.5169/seals-99754>

Nutzungsbedingungen

Mit dem Zugriff auf den vorliegenden Inhalt gelten die Nutzungsbedingungen als akzeptiert. 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 angebotenen 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 Nutzungshinweisen und unter deren Einhaltung weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die 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.

L'Ile et les tramways

La dernière reconstruction en date des ponts de l'Ile à Genève concordait approximativement avec la disparition des tramways de l'offre des TPG. Quelques cinquante ans après, la réintroduction de ce moyen transport implique une nouvelle refonte de ce point de franchissement historique du Rhône.

A Genève, l'Ile joue depuis longtemps un rôle central pour le franchissement du Rhône. Elle constitue en effet un lieu de passage idéal, puisque son utilisation réduit pour ainsi dire de moitié la distance de franchissement au dessus du Rhône. Une situation dont n'ont pas manqué de profiter les constructeurs de toutes les époques, les ouvrages de franchissement s'y étant succédés au gré de destructions volontaires, stratégiques¹ ou encore accidentelles provoquées par des incendies ou des crues.

Au fil des tramways

Trait d'union entre la place Bel-Air et la place Saint-Gervais, une ligne de tramway empruntait déjà l'axe passant par l'Ile durant la première moitié du siècle passé, avant que les lignes de tram ne soient démantelées pour être remplacées par des bus ou des trolleybus (fig. 1).

C'est en 1951 que furent décidées la reconstruction des ponts de l'Ile et la disparition des rails de tramways sur cet ouvrage. L'ensemble des quatre ponts indépendants de l'actuel franchissement de l'Ile fut entièrement achevé en 1954². Il constitue actuellement un maillon essentiel, puisque la place Bel-Air fait l'objet d'environ 2500 mouvements des Transports publics genevois (bus et trolleybus).

Depuis près de neuf ans, Genève remet progressivement en place un réseau de tramways. Le projet de l'infrastructure ferroviaire qui doit relier la gare de Cornavin à Bernex en passant par le Petit-Lancy et Onex, le projet du TCOB, prévoit la construction de 6500 mètres de double voies à écartement métrique. L'investissement global pour l'ensemble du projet représente 320 millions de francs. Les travaux, débutés en novembre 2008, aboutiront à la mise en service sur cette nouvelle infrastructure de deux nouvelles lignes de tramways en décembre 2011, voire d'une troisième à l'horizon 2015.

Le tracé choisi implique le retour des rails sur les ponts de l'Ile après une absence d'environ 60 ans. L'ouvrage existant, qui n'est pas à même d'assumer les charges des tramways, va être intégralement reconstruit.

Démolir et reconstruire au cœur de Genève

Le défi majeur du projet consiste à réaliser des travaux de haute technicité, dans des délais extrêmement serrés et dans un environnement particulièrement contraignant :

- travaux sur le Rhône avec des vitesses de courant importantes;
- proximité des constructions (les culées des ponts sont en partie solidaires aux fondations des bâtiments existants);
- présence sur le lit du bras gauche du fleuve de la conduite d'eau potable Prieuré-Arquebuse (alimente le centre ville);
- présence de nombreux services;
- important trafic routier, en particulier des lignes de bus qui doivent être maintenues pendant les travaux.

¹ En 58 avant J.-C., Jules César vint à Genève et fit détruire le pont afin de décourager les ardeurs voyageuses des Helvètes.

² Cette reconstruction avait fait l'objet d'une publication dans les N^{os} 21 et 22 du Bulletin technique de la Suisse romande, 1953.

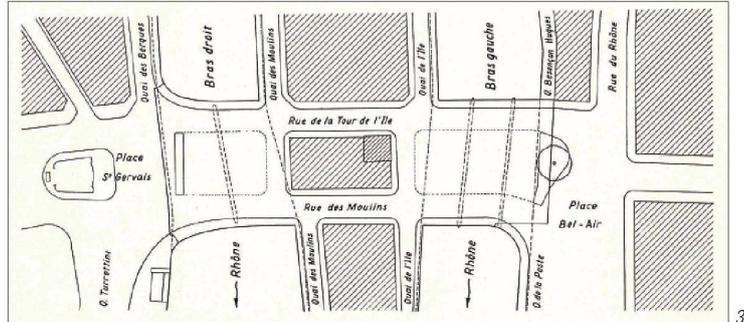


Fig. 1 : Le pont de l'île au début du XX^e siècle (Photo collection SNOTPG)

Fig. 2 : Vue aérienne des ponts de l'île avant le chantier

Fig. 3 : Plan de situation des ponts de l'île (Document BTSR, N° 21, 1953)

Fig. 4 : Vue du pont en chantier, bras droit (Photo Antonio Puig)



Finalement, le chantier étant situé au cœur de la ville de Genève (fig. 2 à 4), la question de son approvisionnement est très délicate, le trafic déjà important du centre subissant des perturbations supplémentaires liées à l'ensemble des travaux du TCOB.

A partir de l'existant

Les ponts de l'île, construits entre 1951 et 1953, doivent être démolis et reconstruits pour le passage du futur tram. En effet, compte tenu de l'état de conservation de l'ouvrage, les travaux de renforcement qui auraient dû être mis en œuvre auraient non seulement été laborieux, mais ils n'auraient, de plus, pas permis de garantir la durabilité exigée. Quant aux fondations des ouvrages actuels, dont certaines reposent sur d'anciens pieux en bois, elles ne permettaient pas de supporter les nouvelles charges.

La dalle constituant le tablier du pont actuel sur le bras gauche est une large dalle pleine (45 m) en béton précontraint, continue sur trois travées de 14 à 15,6 m de portée et qui s'appuie sur les piles et culées de l'ouvrage antérieur à celui reconstruit en 1954 (fig. 5). La dalle a une épaisseur

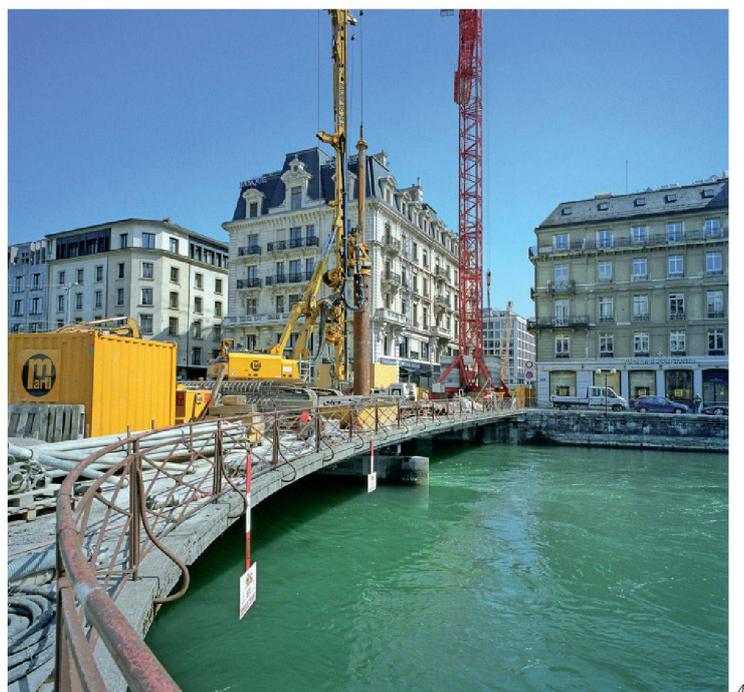
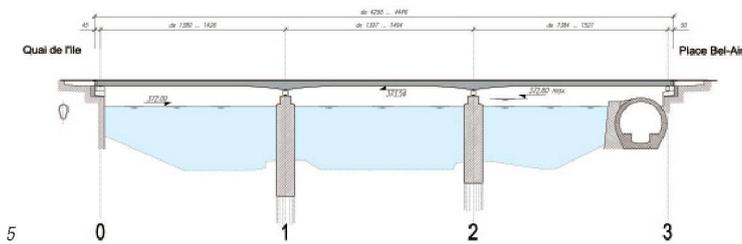


Fig. 5 : Coupe du vieux pont aval, bras gauche

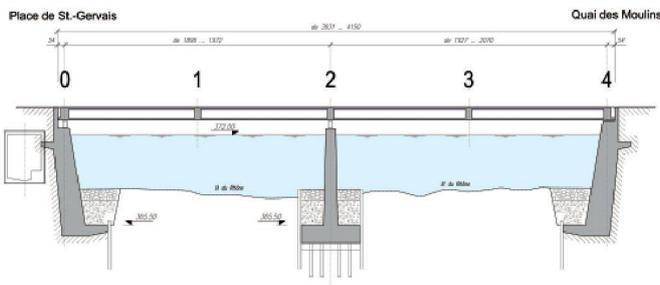
Fig. 6 : Coupe du vieux pont amont, bras droit

Fig. 7 : Coupe du nouveau pont, bras gauche

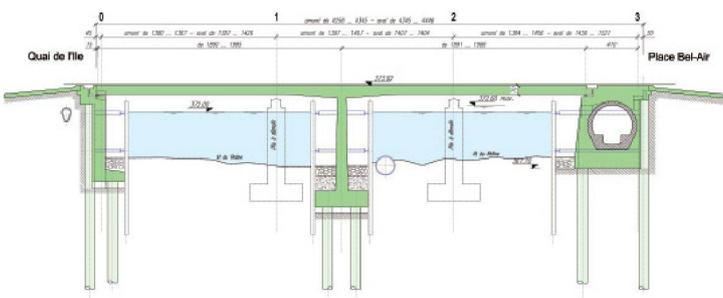
Fig. 8 : Coupe du nouveau pont, bras droit



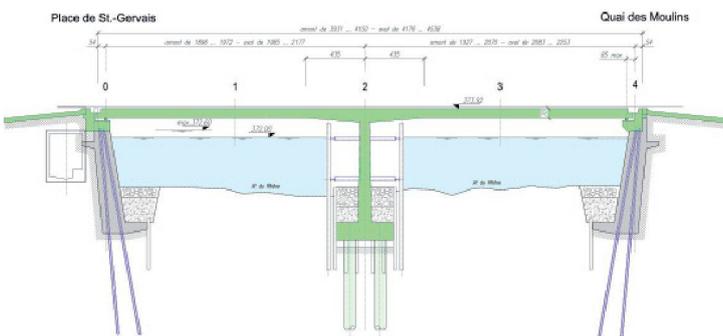
5



6



7



8

de 40 cm en travée et 70 cm sur appui. Transversalement, les appuis de la dalle ne sont pas continus, mais concentrés sur des appuis ponctuels distants de 2,38 m les uns des autres. Le point fixe se situe du côté du Quai de l'île. Sur la rive gauche, la dernière travée enjambe un collecteur primaire, qui sera également reconstruit sur approximativement 90 m dans le cadre du TCOB. Les fondations des piles et des culées n'ont pas été refaites lors de la dernière reconstruction des ponts du bras gauche en 1953; elles correspondent donc à celles qui supportaient l'ouvrage antérieur, un pont en acier riveté qui datait de la fin du 19^e siècle, bien plus léger que l'ouvrage projeté (fig. 1).

Le tablier du bras droit est quant à lui constitué d'une dalle évidée à inertie constante présentant une hauteur statique de 92 cm (fig. 6). Il franchit le bras du Rhône par deux travées de 18 à 22 m de portée et s'appuie sur une pile médiane qui, à l'instar des culées, a été reconstruite en 1953. La pile centrale est fondée sur 200 pieux en bois, fichés dans la couche d'argile de retrait.

Les ouvrages actuels sont limités à 16 to et la résistance des trottoirs est largement insuffisants par rapport aux normes en vigueur.

Ouvrages projetés

Sur le bras gauche, la décision de reconstruire le collecteur primaire d'eaux usées en rive gauche a permis de redéfinir l'extrémité de l'ouvrage, en le faisant correspondre avec le mur du quai actuel (fig. 7). Du fait de déplacer la culée située du côté de la Place Bel-Air, la distance à franchir devient ainsi la même que celle du bras droit, ce qui a rendu possible de proposer des ouvrages similaires pour les deux bras. Dès lors, les deux piles intermédiaires du bras gauche seront démolies pour n'en reconstruire qu'une seule au centre.

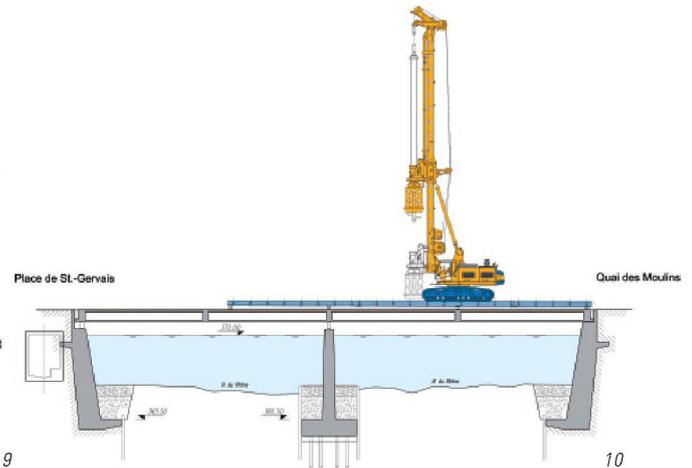
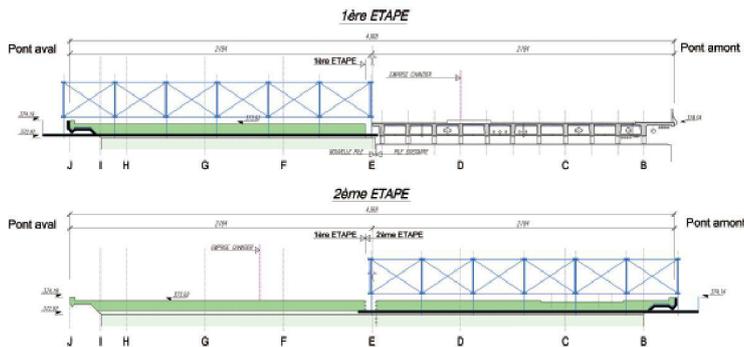
Sur le bras gauche, les culées et les piles existantes seront intégralement démolies et reconstruites, ce qui nécessite d'importants travaux de blindage de fouille et la mise en oeuvre de batardeaux. Sur les rives, le blindage prévu consiste à réaliser une paroi de pieux sécants de 80 cm de diamètre et, dans le Rhône, à mettre en place un rideau de palplanche étanche par vibro-fonçage. L'ensemble de l'ouvrage reposera sur de nouvelles fondations constituées de pieux en béton de 90 cm de diamètre et de 30 à 35 m de longueur, fichés dans la couche inférieure de moraine wurmienne consolidée.

Sur le bras droit, la position actuelle des appuis est conservée, mais les nouvelles charges à reprendre nécessitent le renforcement des fondations (fig. 8). Les culées seront consolidées par l'exécution de 100 micropieux de 70 to

Fig. 9 : Coupe en travers, 1^{ère} et 2^e étape, bras droit

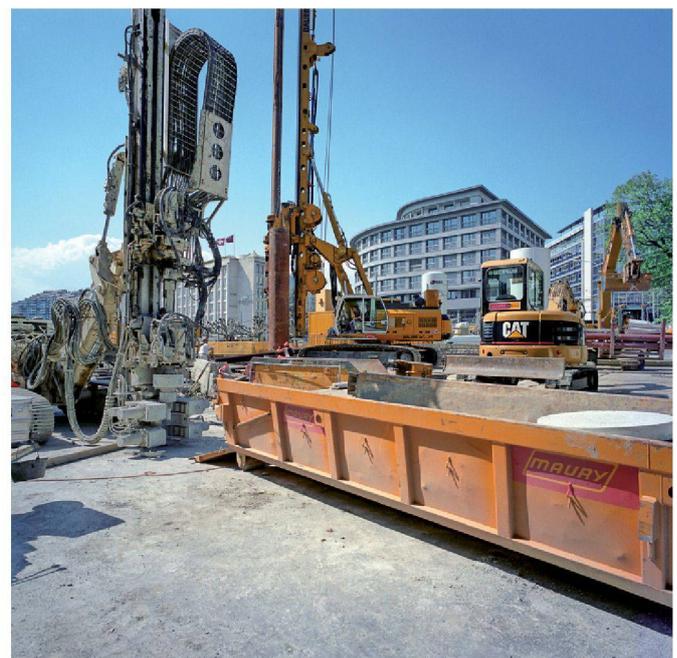
Fig. 10 : Renforcements du pont pour les engins lourds

Fig. 11 : Engins lourds
(Photo Antonio Puig)



de capacité, espacés d'environ un mètre. La pile centrale, quant à elle, sera démolie et reconstruite; elle reposera sur de nouvelles fondations profondes constituées de 24 pieux en béton de 90 cm de diamètre. Les pieux et micropieux, qui ont une longueur de 25 à 35 m, sont fichés dans la couche inférieure de moraine wurmienne consolidée.

Le projet prévoit de démolir l'ouvrage existant par étapes et de reconstruire deux ouvrages identiques sur les bras droit et gauche, avec des travées de 18 à 22 m. Compte tenu des contraintes de tirant d'air à respecter, l'ouvrage projeté est fait d'une dalle pleine en béton fortement précontraint longitudinalement (48 câbles 19T155), avec une surépaisseur sur l'appui central. L'espace occupé par la structure porteuse du tablier est compris entre les niveaux 373.22 et 373.92. L'épaisseur de la dalle est de 70 cm, avec une réduction de 10 cm dans les zones de pose des rails de trams. La pile centrale est liée monolithiquement au tablier, alors qu'aux extrémités, le tablier repose sur des appuis glissants, ce qui assure à l'ensemble un bon comportement vis-à-vis des charges dynamiques.



11

Fig. 12 à 14 : Phasage des travaux sur les ponts « aval » : après avoir réalisé les pieux et micropieux, le pont est démolí par sciage (12) ; réalisation du batardeau, réalisation des fondations, culées et piles centrales (13) ; pose du cintre supérieur et construction du tablier (14)



En deux étapes

Chaque ouvrage est longitudinalement divisé en deux moitiés indépendantes, séparées par un joint, ce qui définit naturellement deux étapes de démolition et de reconstruction (fig. 9). Afin de maintenir le trafic permettant de franchir le Rhône par les ponts de l'île, les travaux se dérouleront par demi-chaussée. Ils commenceront sur la partie « aval » des ouvrages, puis sur la partie « amont ».

Les travaux particuliers à mener depuis le tablier du pont existant nécessitent l'intervention d'engins sophistiqués, avec du personnel fortement spécialisé. Pour respecter les délais relativement serrés et assurer les différentes phases de démolition, consolidation et reconstruction de chaque demi-pont et une mise en service après 18 mois, il est indispensable d'assurer l'intervention simultanée de plusieurs ateliers de travail, avec parfois des engins très lourds – jusqu'à 90 tonnes – et encombrants. La succession des différentes tâches nécessite une mise au point rapide des nouveaux processus afin de soutenir le rythme imposé par le planning général des travaux, et pouvoir enchaîner les étapes successives.

Pour assurer l'accès des machines les plus lourdes sur le pont existant, il a fallu être inventif et exploiter au maximum la résistance de l'ouvrage, sans compromettre la sécurité structurale de l'ensemble. Cela a parfois conduit à des situations où les engins des travaux spéciaux étaient juchés sur des structures métalliques fortement élancées, leur donnant des allures de funambule sur une corde (fig. 10).

Le programme des travaux retenu pour les ponts de l'île s'étend sur une période d'environ trois ans. Les étapes principales d'exécution consistent à démolir et reconstruire les

ponts « aval », puis les ponts « amont » avec un joint de clavage intermédiaire entre les deux ouvrages.

Au cours de la première étape, les deux ponts aval seront réalisés simultanément et la circulation sera concentrée sur l'ouvrage amont. La deuxième étape verra la circulation transiter par l'ouvrage aval (qui sera dans son état final), pour permettre la mise en place de la structure amont.

Afin d'éviter la mise en place de lourdes et coûteuses plates-formes de travail, les travaux spéciaux pour le renforcement des fondations seront réalisés depuis le tablier de l'ouvrage existant. Les principales phases de chacune des étapes (fig. 12 à 17) peuvent être synthétisées de la façon suivante :

- réalisation des pieux de la pile centrale (en cours),
- réalisation des micropieux pour le renforcement des culées (en cours),
- démolition du tablier par sciage,
- mise en place des batardeaux,
- réalisation des fondations et piles centrales,
- pose d'un cintre supérieur,
- mise en place du coffrage de l'intrados,
- pose de l'armature passive et de précontrainte,
- bétonnage du tablier en une seule étape (représentant un volume de 750 m³),
- mise en tension de la précontrainte longitudinale,
- dépose du cintre,
- travaux de finition.

Le clavage longitudinal des deux ouvrages aura lieu après la mise en tension des câbles de précontrainte. Il conviendra alors de prendre des mesures pour minimiser les déplacements sous trafic.

Fig. 15 à 17 : Phasage des travaux sur les ponts « amont » : principe de démolition du tablier par sciage (15) ; réalisation du batardeau, réalisation des fondations, culées et piles centrales (16) ; pose du cintre supérieur et construction du tablier (17)

Fig. 18 : Vue générale du chantier
(Photo Antonio Puig)

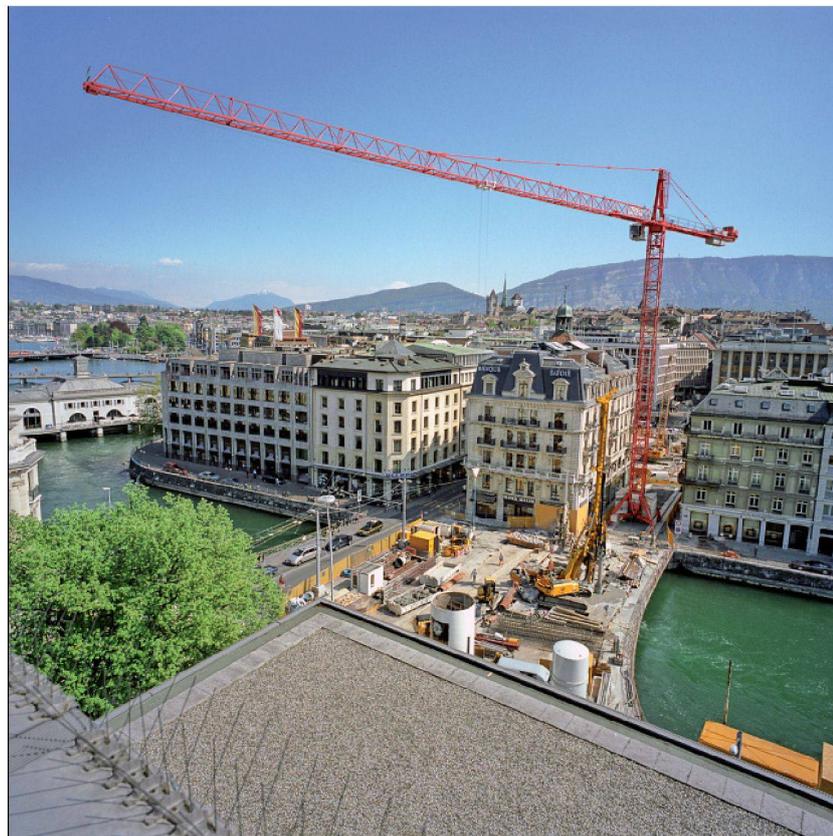


Organisation des travaux

Le chantier de la ligne de Tram Cornavin Onex Bernex (TCOB) est décomposé en plusieurs lots. Les travaux dont il est question ici correspondent à un montant global de 80 millions de travaux, répartis sur trois ans, qui a été attribué au consortium d'entreprises IMMACO. Ce consortium, organisé en deux équipes, réalise tous les travaux de génie civil ; la pose proprement dite des voies ainsi que les travaux d'alimentation et de ligne de contact sont traités par des entreprises spécialisées mandatées directement par le maître d'ouvrage. La première équipe est en charge des travaux de génie civil lié à la réalisation des voies du tram, à la réfection des réseaux et à l'aménagement de la voirie entre Cornavin et la rue de l'Arquebuse soit deux kilomètres de voies. La seconde équipe s'occupe des interventions sur les ponts de l'île et sur le collecteur place Bel Air qui sont l'objet de cet article.

Le chantier a démarré en novembre 2008 par le déplacement des lignes de bus et de trolley bus pour préparer l'installation de chantier en janvier 2009. A partir de cette date, les travaux ont consisté à dégrader l'ouvrage existant et à dévier les réseaux enterrés pour pouvoir débiter les fondations des futurs ouvrages.

Les premiers travaux de rénovation sont essentiellement souterrains et visent au renforcement des fondations existantes ou la réalisation de nouvelles fondations. Du côté de la culée Bel-Air, ils concernent un rideau de pieux jointifs de 80 cm de diamètre, fait de huit pieux armés de 40 m et de 52 pieux de 8 m. Ce rideau créera un mur de soutènement à l'abri duquel on pourra démolir et reconstruire le collecteur actuel qui longe les murs du quai.



18



19

Les acteurs de la rénovation des ponts de l'île

Maîtrise d'ouvrage

Pilotage :

Etat de Genève

Département des constructions et technologies de l'information

en partenariat avec :

Ville de Genève

Département des constructions et de l'aménagement

Mandataires

Groupement CONTACT

Ingénieurs civils :

ZS ingénieurs civils SA (génie civil)

Perreten et Milleret SA (ouvrages d'art)

Architectes :

Atelier d'architectes A. Spitsas & D. Zanghi

Géomètres :

Morand+Bovier S.A.

Réalisation

Consortium d'entreprises IMMACO :

Implénia construction SA

Marti Genève SA

Colas Genève SA

On procède aussi maintenant dans cette zone à la réalisation de onze pieux tubés de 40m destinés à reprendre le futur mur de culée du pont. A cet endroit, la future culée est placée à l'avant de la culée existante, ce qui la situe sous la première travée de l'ouvrage actuel (fig. 5 et 7). Il est donc nécessaire de carotter le tablier pour réaliser dans le Rhône des pieux dont l'arasée se situe au niveau du lit existant.

Bras gauche

Sur le pont du bras gauche, on est en train de construire des pieux de diamètre 90cm et de 40m de profondeur qui sont destinés à la future pile centrale. Les conditions actuelles de circulation, qui limitent les charges à 45 tonnes, ont fait que le bras, le contrepoids et la louvoyeuse n'ont pu être montés sur la pelle qu'une fois celle-ci positionnée sur le tablier, à l'axe de la pile existante. Les limitations de charge ont en outre nécessité la pose de profilés de renforcement de pile à pile pour supporter la louvoyeuse de 11 tonnes. Cette dernière, qui ne permet d'appliquer que des efforts de traction limités, est utilisée principalement pour maintenir le tubage et exercer des rotations.

Les deux premiers pieux ont été réalisés sous bentonite à l'aide d'un grappin et avec un tubage en tête placé à travers un percement préalablement foré dans le tablier. Ce procédé ne s'est pas avéré concluant, puisque les pieux ont été allésés par le va et vient du grappin en cours de creuse. De plus, les arrêts pendant les week-ends et les nuits ont engendré un resserrement du terrain.

La méthode a été donc adaptée pour les pieux suivants. On utilise depuis un tubage de 90cm extérieur sur toute la longueur du pieu, à l'intérieur duquel le forage se réalise toujours au grappin. Pour éviter que le terrain adhère au tubage et que l'effort pour retirer ce dernier soit supérieur aux possibilités de la louvoyeuse, l'interface avec le terrain est lubrifiée par rotation du tubage et adjonction de bentonite. Cette solution permet de soutenir un rythme de deux pieux par semaine. Ce rythme est toutefois perturbé, tous les deux pieux, par un double carottage du tablier nécessaire à l'exécution des pieux suivants : ces forages coupent systématiquement un ou deux câbles de précontraintes, rendant la portance du pont insuffisante pour supporter le poids de la machine. Les pieux doivent donc être réalisés en reculant, afin que la pelle à câble repose toujours sur une zone de l'ouvrage pas encore affaiblie par le percement du tablier.

L'évacuation des matériaux de forage doit être réalisée avec de petites bennes et le bétonnage à l'aide de la grue. Le repli définitif de la machine nécessitera un renforcement provisoire de l'ouvrage à l'aide de plusieurs HEB 500.

Bras droit

Deux types de travaux sont actuellement en cours sur le bras droit. Il s'agit d'abord de réaliser, sous les murs de la culée existante, une série de micro-pieux afin de renforcer les fondations en place. Sur les ponts avals, 48 micro-pieux (24 par culées) sont réalisés lors de la première étape de travaux. Pour traverser les murs actuels des culées et atteindre le terrain sous la fondation existante, il est nécessaire de carotter verticalement dans l'axe du mur sur toute la hauteur, soit entre huit et neuf mètres (fig. 8).

Le choix de carotter les murs plutôt que d'utiliser un forage destructif, permet de conserver l'intégrité des murs de culées existant pour le nouveau pont. Le forage des micro-pieux sous les murs de culée a aussi débuté. Ils sont composés de tube 114.3-16, forés sur 38 à 40 m, et sont injectés sur 13 m. Les cadences de forages sont garanties par la présence de quatre ateliers.

Au centre du pont, ce sont douze pieux qui sont réalisés de part d'autre de la fondation de la pile existante, ceci à l'aide d'une foreuse de 65 tonnes qui a été placée sur le

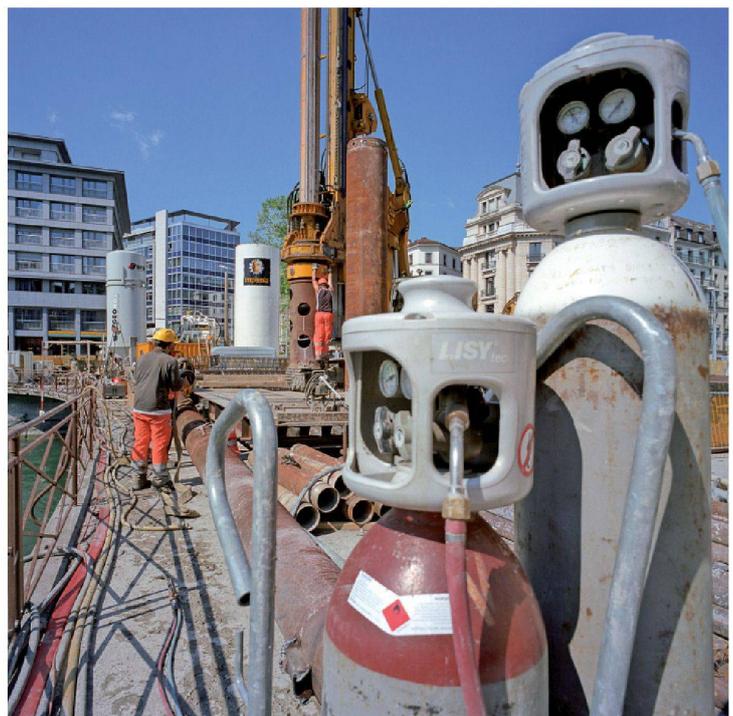
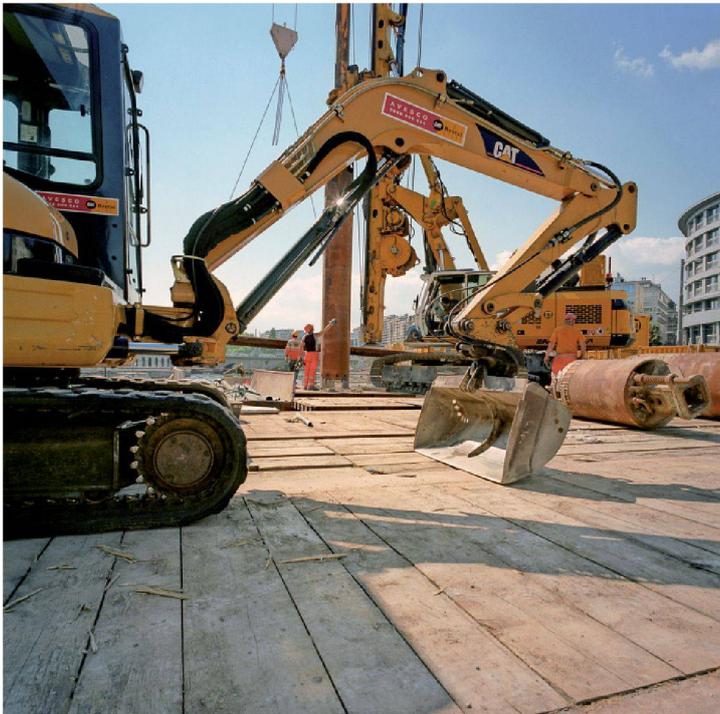


Fig. 21 : Engins lourds (Photo Antonio Puig)

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs.)



21

tablier, à l'axe de la pile. Son poids a impliqué le renfort du pont existant par la pose de quatre profilés métallique HEB 400 constituant un pont lourd provisoire. La capacité de cet élément est toutefois insuffisante pour franchir les 22 m de portée, si bien qu'il a fallu le caler sur le pont au centre de la portée, pour tendre vers une répartition de l'ordre de 50/50 des sollicitations entre le pont existant et le pont provisoire. Le dispositif était conçu de façon à ce que le pont existant commence à participer à la résistance dès que la déformation des profilés atteint 10 cm. Les pieux forés sont réalisés dans un tubage de 40 m. On a recours au même procédé de lubrification que sur le pont gauche. Des ponts lourds de répartition ont aussi été installés sur le tablier pour répartir les efforts de la foreuse.

Démolition et reconstruction

Une fois le renforcement des fondations achevé, la prochaine étape de travaux comprendra la démolition des tabliers des deux ponts avals. Elle s'effectuera par sciage au câble et au disque de blocs de 4 à 12 tonnes, la taille des blocs dépendant de la capacité de la grue. Un calpinage détaillé de chaque bloc a été défini afin d'assurer la stabilité

de l'ouvrage lors de son démontage. Ces travaux démarrent par le pont droit en juillet. Ils dureront un mois et demi pour chaque pont. Une fois les tabliers démontés, il s'agira de s'attaquer aux anciennes piles, qui seront démolies par sciage à l'abri de batardeaux mis en place pour des raisons de sécurité.

La mise en place de batardeaux au milieu du Rhône risque de s'avérer complexe. L'utilisation d'une pelle à câble de 45 tonnes pour le battage des palplanches requiert la construction préalable de plateformes afin d'atteindre les zones de travail. C'est ainsi que chaque pieux des futurs piles contient un HEB 300 pour supporter le platelage destiné à accueillir la pelle utilisée pour le battage et le maintien des guides des palplanches. La solution pour la fermeture du batardeau contre la pile amont n'est pas encore définitivement arrêtée. A noter encore que les conséquences de la réduction de la section du fleuve due à la présence de deux batardeaux dans le bras gauche du Rhône, doivent encore être évaluées par les hydrauliciens. En cas de verdict défavorable, la démolition des deux anciennes piles du pont bras gauche ne pourrait se faire simultanément.

Si on excepte qu'elle doit se faire à l'intérieur de batardeaux et tenir compte d'embaras d'étais, la reconstruction des nouvelles piles est relativement classique. On peut toutefois craindre quelques difficultés liées à la présence des anciennes fondations constituées de pieux en bois.

La reconstruction des tabliers sera réalisée à l'aide de cintres par-dessus, avec un coffrage suspendu, une solution qu'impose le faible espace à disposition entre le tablier et l'eau du Rhône. Lors du décintrement et du décoffrage, deux options sont encore en analyse pour pouvoir ressortir le coffrage. La première consisterait à utiliser un bateau qui serait positionné sous les tables de coffrages à l'aide de deux palans ancrés aux piles. On pourrait alors y récupérer le panneau de coffrage (de manière hydraulique ou en utilisant ses ballasts), qui serait ensuite repris par la grue. La seconde option serait de munir les tables de coffrage de flotteurs et de les récupérer à la grue, une fois que le courant les aurait sorties de l'emprise du tablier. Là aussi, le mode opératoire exact doit encore être étudié.

René Leutwyler, ing. civil EPF
Directeur des ouvrages d'art, Office du Génie civil
Rue David-Dufour 5, CH – 1211 Genève 8

Julien Treleani, ing. civil EPF
Perreten et Milleret SA, Ingénieurs-conseils
Rue Jacques-Grosselin 21, CH – 1227 Carouge

Christian Maillot, ing. civil EPF
Consortium IMMACO, Marti Genève SA
Chemin du Vieux Bureau 81, CH – 1217 Meyrin