

DÉFIS DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION DU PONT D'ÉTAGEMENT DU BOULEVARD DES GALERIES D'ANJOU

Frédéric Gendron, ing., M.Sc.A. (CIMA+), Marie-Ève Gagné, ing., M.Sc.A. (CIMA+), Tomasz Pietraszek, ing., Ph.D., FCSCE (CIMA+) et Munzer Hassan, ing., Ph.D., FCSCE (École de Technologie supérieure)

RÉSUMÉ

Le pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou est situé au-dessus de l'autoroute métropolitaine A-40 à Montréal. Le pont a été construit pour remplacer un pont existant à tablier en béton précontraint à trois travées qui est arrivé à la fin de sa vie utile.

La reconstruction de ce pont dans un environnement urbain et au-dessus d'une des autoroutes les plus achalandées au Canada a amenée plusieurs défis de conception et l'utilisation de méthode de construction innovatrice. Il a été démontré que l'option d'un pont à travée unique de 61,2 m offrait la meilleure solution à la fois pour la mobilité dans la région et pour les besoins de développement futurs. Ainsi, aucune fermeture de voie à long terme n'est requise sur l'autoroute 40 pendant la construction en plus d'offrir un espace plus large pour les véhicules.

Le critère de conception le plus restrictif était de fournir un dégagement vertical de 5,1 m comme l'exigent les normes en vigueur alors que le pont existant avait un dégagement vertical de 4,6 m. De plus, le pont existant a souffert des impacts des camions au cours des dernières années et il était impératif de rehausser le nouveau pont. Il a été démontré que la conception d'une structure à travée simple selon une construction conventionnelle n'était pas possible sans devoir rehausser les intersections voisines ou avoir des pentes non sécuritaires aux approches.

L'ouvrage a été conçu et construit selon une méthode de construction innovante qui consistait en l'utilisation d'un support temporaire au centre du pont lors de la première étape de construction. Ainsi, les poutre-caissons de la superstructure ont été conçues et construites comme des poutres à deux travées lors de la première étape de construction jusqu'à ce que la dalle du tablier soit coulée et atteigne la résistance requise. Ensuite, le support temporaire a été retiré pour obtenir la structure à travée unique. Cela a permis d'optimiser la conception et d'avoir un tablier moins épais par rapport au pont conventionnel à travée unique permettant ainsi d'avoir le dégagement vertical requis et les pentes sécuritaires aux approches.

INTRODUCTION

Le pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou se situe dans la ville de Montréal au-dessus d'une des autoroutes les plus achalandées au Canada, soit l'autoroute métropolitaine A-40 et ses voies de desserte et ce, directement à l'ouest de l'échangeur de l'autoroute A-25. L'autoroute A-40 scinde l'arrondissement d'Anjou en deux et le pont d'étagement du Boul. Galeries d'Anjou représente un des principaux liens pour assurer la connexion entre la partie Nord et Sud de cet arrondissement. Au Sud du pont d'étagement se trouve un des plus grands centres commerciaux de l'est de Montréal et au Nord, un secteur résidentiel et commercial. La Figure 1 présente la localisation du projet.



Figure 1 : Localisation du pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou

Le pont d'étagement existant du Boul. des Galeries d'Anjou a été construit en 1975 et le tablier a été reconstruit en 1991. Ce pont de trois travées d'une longueur totale de 75,4 m était composé de poutres préfabriquées en béton précontraint et d'une dalle mince de béton armé. Le tablier de 22 m de largeur, qui était divisé en 2 tabliers indépendants, supportait quatre voies de circulation et deux trottoirs. Le tablier de la structure reposait sur deux (2) piles-murs de grande dimension et deux culées de type pile-culée où le mur de front repose sur des colonnes en béton armé. Les fondations des piles et des culées étaient composées de semelles sur pieux. La structure existante est présentée à la Figure 2



Figure 2 : Structure existante du pont d'étagement du boul. des Galeries d'Anjou

La structure présentait plusieurs défauts et une dégradation importante au niveau des poutres, chevêtre et murs en retour. Des activités de suivi de fissuration étaient requises en raison de la présence de fissures de cisaillement aux appuis des poutres en béton précontraints. De plus, le dégagement insuffisant de 4,6m sous la structure nuisait à la circulation des marchandises. La structure a d'ailleurs subi un impact d'un poids lourd causant des dommages importants sur deux poutres qui a mené à la fermeture permanent d'une voie.

Le remplacement du pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou était requis à court terme et représentait une opportunité pour le Ministère et la Ville de Montréal d'améliorer la mobilité du secteur. Les avantages du scénario retenu d'un pont à une seule travée seront présentés ainsi que les défis de conception et construction que cela a représenté.

DESCRIPTION DU CONCEPT STRUCTURAL RETENU

La nouvelle structure du pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou respecte plusieurs critères de conception et contraintes du site.

- Afin d'assurer la mobilité des citoyens et usagers, la circulation sur le boulevard des Galeries d'Anjou devait être maintenue tout au long des travaux. De plus, les fermetures de l'autoroute 40 devaient être minimisées.
- Le profil du pont devait être conçu pour limiter les pentes à 6%, minimiser les zones de visibilité restreinte dans la courbe verticale et limiter les interventions aux intersections afin d'assurer le confort et la sécurité des usagers, dont les cyclistes.
- Un dégagement vertical de 5,1 m au-dessus des voies de l'autoroute A-40 et un dégagement de 5,0 m au-dessus des voies de desserte devaient être respectés.
- La configuration des voies de circulation devait inclure la présence de trottoirs piétonniers, d'une piste cyclable bidirectionnelle séparée des voies de circulation routière et 2 voies carrossables dans chacune des directions.

Le concept final du nouveau pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou est un pont d'une simple travée d'une portée de 61,2 m. Selon les scénarios étudiés, il a été démontré que l'option d'un pont à une travée offrait le meilleur ratio avantages/inconvénients améliorant la visibilité des usagers et l'intégration dans l'environnement urbain, en plus d'être la plus bénéfique pour les usagers pendant la construction et d'avoir des coûts d'entretien moins élevés. Le pont est composé de deux (2) tabliers de ponts distincts reposant sur deux (2) culées communes de part et d'autre. Les tabliers sont mixtes, ils sont composés d'une dalle de béton armé de 200 mm d'épaisseur et de trois (3) poutre-caissons en acier de 2300 mm de largeur et de 2000 mm de hauteur à la mi-travée. Des contreventements intermédiaires verticaux et horizontaux sont présents dans chacune des poutre-caissons afin d'assurer la stabilité des poutres. Des contreventements externes entre les poutre-caissons sont aussi présents. Les largeurs des tabliers sont d'environ 13 m avec trois (3) voies de circulation et un trottoir piétonnier pour le pont Ouest en direction Sud et deux (2) voies de circulation, un piste cyclable bidirectionnelle et un trottoir piétonnier pour le pont Est en direction Nord. Les culées sont en béton armée et reposent sur une fondation superficielle dans le dépôt naturel de till, malgré la construction en phase de la structure, la partie Est et la partie Ouest sont jointes structurellement. De part et d'autre des culées, des murs en terre stabilisée mécaniquement retiennent le remblai d'approche requis pour le profil de la route. La Figure 3 montre une vue en élévation du pont et la Figure 4 montre une section transversale du tablier du pont Ouest en travée et une section transversale du tablier du pont Est sur la culée. La Figure 5 montre deux photos du pont prises de côté et du dessous.

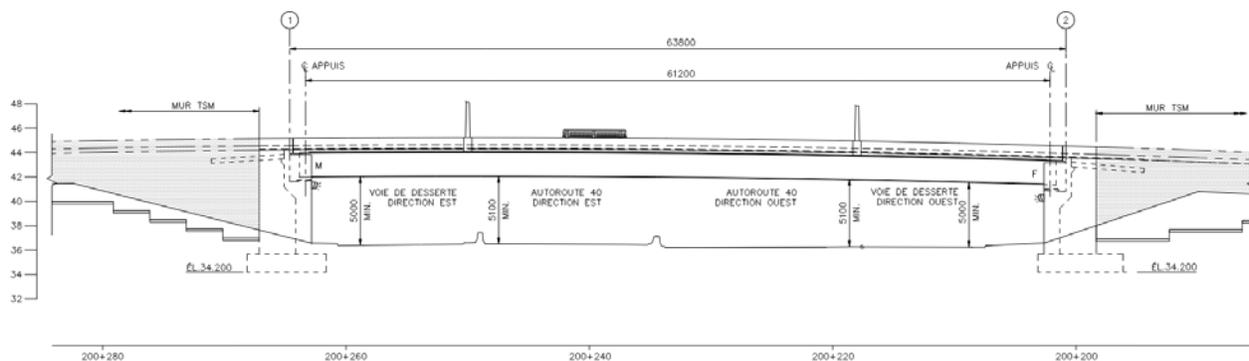


Figure 3 : Vue en élévation du pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou

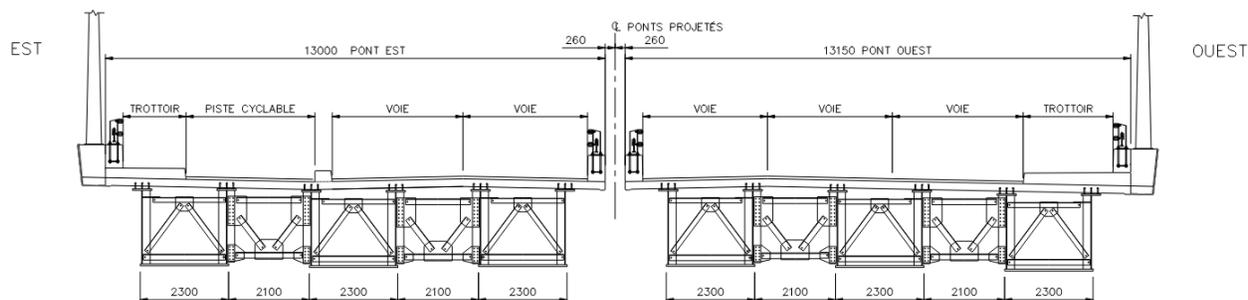


Figure 4 : Coupes transversales du tablier du pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou



Figure 5 : Photographies du pont d'étagement du Boul. des Galeries d'Anjou

L'élimination des piles entre les voies de l'autoroutes et les voies de dessertes en concevant un pont à travée simple, favorise une meilleure mobilité des usagers puisqu'aucune fermeture de voies de longue durée n'est nécessaire sur l'autoroute 40 pendant les travaux. L'espace disponible a permis d'installer le support temporaire entre les directions Est et Ouest de l'autoroute tout en maintenant les trois voies de circulation actuelle dans chacune des directions. Bien que les voies aient été légèrement déviées et réduites en largeur, cela a permis de maintenir une capacité presque maximale de l'autoroute métropolitaine aux heures de pointe pendant les travaux. Quelques fermetures partielles de nuit ont été requises pour réaliser les travaux. L'élimination des piles situées près des voies de circulation va permettre de minimiser les coûts d'entretien et de maximiser la durée de vie de la structure. Par ailleurs, les pile de l'ancienne structure étaient endommagées de façon importante, malgré les réparations qui avaient été réalisées dans les années 1990.

La dissociation des tabliers permet une construction par phasage et une diminution des impacts sur la circulation tout en conservant une circulation continue sur le boulevard des Galeries d'Anjou ce qui représente un avantage considérable pour les usagers. Lors de la première année des travaux, la circulation fut déviée sur la partie Ouest du pont existant afin de permettre la

démolition de la partie Est de la structure existante et sa reconstruction dans l’empreinte de l’ancienne structure. Lors de la deuxième année des travaux, cette séquence fut répétée avec l’autre partie du pont. La démolition de chacune des parties Est et Ouest des tabliers et des piles fut exécutée lors d’une fermeture complète, d’une durée de 12 heures, de la circulation du boulevard des Galeries d’Anjou et de l’autoroute A-40 pendant une fin de semaine.

CONCEPTION ET CONSTRUCTION DU TABLIER DU PONT

Parmi les contraintes énoncées précédemment, un critère important pour la conception de la nouvelle structure était le respect d’un dégagement de 5,1 m au-dessus des voies d’autoroute et de 5,0 m au-dessus des voies de desserte avec un pont d’une seule travée de 61,2 m. Le respect du dégagement vertical de 5,1 m par rapport au dégagement existant de 4,6 m implique un rehaussement du profil de 500 mm. De plus, le nouveau concept de pont à travée simple implique une augmentation de l’épaisseur du tablier en raison de l’augmentation des efforts par rapport à la structure existante qui avait un tablier existant de trois travées d’une épaisseur d’environ 1550 mm au centre. Il a été démontré que le rehaussement du profil combiné avec une structure à travée simple ne peut pas être réalisé en utilisant un mode de construction conventionnel sans devoir déroger de la pente maximale aux approches ou devoir réaménager les intersections avoisinantes.

Une attention particulière a été portée à la conception d’un tablier mixte composé d’une dalle de béton armé et de poutre-caissons en acier afin de minimiser son épaisseur totale pour obtenir les dégagements verticaux minimums et pour limiter les pentes des approches et les interventions aux intersection situées de part et d’autre de la structure. Pour diminuer la reprise des charges mortes par les poutre-caissons d’acier seules, et ainsi limiter l’épaisseur du tablier, la nouvelle structure a été construite en utilisant une méthode de construction novatrice pour optimiser la reprise des efforts par la section mixte du tablier. Un support temporaire au centre de la structure a été utilisé pendant la construction et des appareils d’appuis temporaire aux extrémités. Ainsi le système structural lors de la construction est composé de deux travées jusqu’à ce que la dalle de tablier soit complétée. Ensuite, le support temporaire est retiré pour conserver la configuration à une travée et les appareils d’appuis permanents sont mis en place. Cela permet de supporter le poids de la charpente d’acier et de la dalle de tablier sur la section mixte, permettant ainsi de diminuer la profondeur des poutre-caissons et de limiter la cambrure. Le support temporaire utilisé en chantier, présenté à la Fig. 8, consiste en une charpente d’acier composée d’une poutre de transfert supportée par des colonnes appuyées sur un système de poutres d’acier. Ce support est mis en place sous les poutre-caissons avant le montage de la charpente d’acier et le bétonnage de la dalle. Un raidisseur additionnel a été ajouté aux âmes des poutre-caissons à la localisation exacte du support temporaire pour assurer leurs résistances à reprendre la réaction d’appuis.

Afin de prendre en compte toutes les particularités de ce type de construction, la structure a été conçue selon les résultats d’un modèle de grillage et d’un modèle par éléments finis en trois dimensions pour chacune des étapes de construction. Des modélisations ont été réalisées en considérant l’état à deux travées pendant la construction et l’état final à travée simple. Une

illustration du modèle par éléments finis 3D qui a été utilisé est présenté à la Figure 6. La Figure 7 illustre les diagrammes des efforts de flexion dans les caissons dans la phase de construction à deux travées et dans la phase finale en service à travée simple. Ces modélisations ont ainsi permis de connaître avec précision la répartition des efforts dans la structure pendant les différentes phases de construction et les mouvements produits pendant le retrait du support temporaire. La Figure 8 illustre la cambrure requise pour contrer la flèche de la structure lors du retrait du support temporaire.

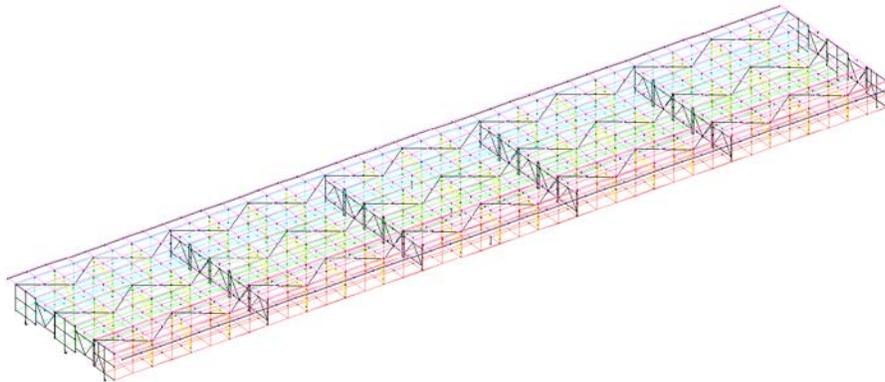
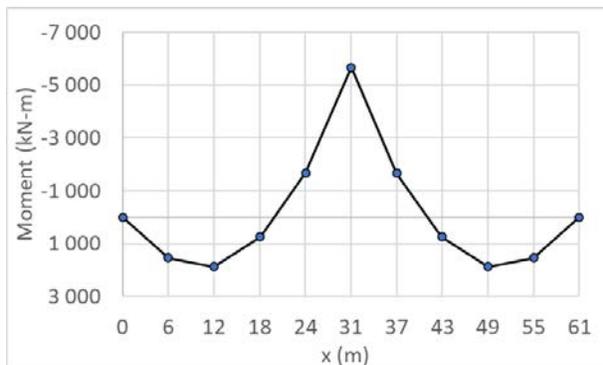
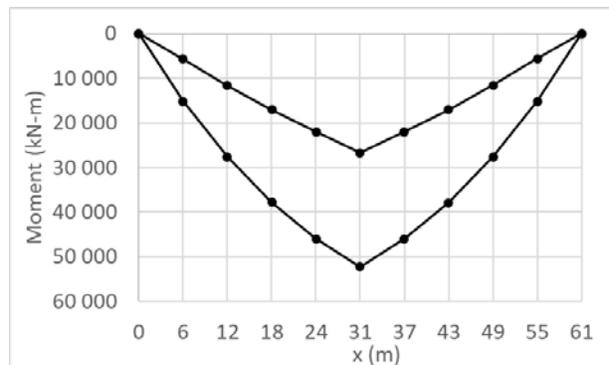


Figure 6 : Modèle par éléments finis 3D



a. État temporaire à deux travées (construction)



b. Condition finale à travée simple
(Enveloppe - ELUL)

Figure 7 : Diagrammes des efforts de flexion dans les caissons

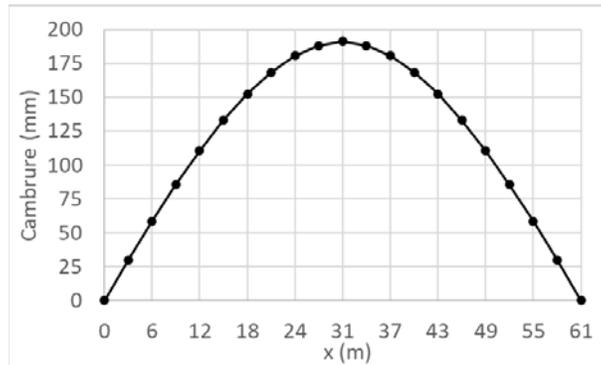


Figure 8 : Cambrure nécessaire pour compenser la déformation lors du retrait du support temporaire

Lors des différentes étapes de construction, le support temporaire doit être positionné à une élévation donnée et reprendre les charges appropriées afin d'assurer la cambrure finale adéquate. L'élévation des poutres du support temporaire est fixée selon les charges réelles dans le support temporaire. Les charges à atteindre au support temporaire pour assurer une bonne répartition des efforts dans la structure pendant la construction sont les deux tiers de la charge morte totale. Cette charge correspond à la réaction de l'appui central pour une poutre continue soumise à une charge uniformément répartie. Pour faciliter le montage, l'élévation théorique des poutres était déterminée afin d'installer le support temporaire directement à l'élévation prévue. La charge réelle a été mesurée au moyen de manomètres reliés aux vérins servant à l'ajustement de l'élévation de la structure. Afin d'éviter les tassements différentiels entre les poutres, les vérins étaient tous reliés sur un même circuit hydraulique. Une fois l'élévation fixée sous les charges mortes de la charpente d'acier seulement, la partie mobile des colonnes peut être boulonnée afin de verrouiller l'élévation. Le support est appuyé sur des fondations superficielles déposées sur un remblai contrôlé accompagné de plaques de transfert en acier. Le support temporaire est présenté à la Figure 9



c. Vue selon l'axe longitudinal du pont



d. Vue selon l'axe transversal du pont



e. Vue générale

Figure 9 : Photographies des installations du support temporaire

Afin de vérifier la rigidité du support temporaire et d'assurer une cambrure finale adéquate, un suivi journalier du tassement du support temporaire a été réalisé par l'entrepreneur. De plus, des mesures ont été prises avant et pendant le bétonnage de chacune des phases de bétonnage de la dalle. Il était demandé que si le tassement observé dépassait la limite permise, l'entrepreneur devait corriger l'élévation de la structure avant la prise initiale du béton. Lors de la construction, le tassement réel mesuré a respecté la limite prescrite et aucun ajustement n'a été nécessaire.

Le retrait du support temporaire a été effectué en respect avec les particularités et critères de conception mentionnés à la section suivante. Pour retirer le support temporaire, une décente graduelle a été respectée par des paliers de diminution de la charge totale de 10% incluant des pauses de quelques minutes. Tel que prévu, les descentes réelles de chacun des ponts ont été légèrement inférieures aux estimations de conception puisque des valeurs conservatrices de modules d'élasticité du béton avaient été utilisées lors des calculs. À titre indicatif, une déflexion

de 190 mm maximale était attendue lors de l'enlèvement du support temporaire alors que la descente mesurée a été de l'ordre de 150 mm. Il est à noter qu'en raison de la variabilité des matériaux et des conditions différentes de murissement des dalles de tablier, les déflexions entre le pont Est et Ouest sont légèrement différentes, soit approximativement 5 mm, ce qui n'a pas d'incidence sur l'utilisation de la structure.

PARTICULARITÉS POUR LA DALLE DE TABLIER

Lors de la décente de la structure suivant le retrait du support temporaire la dalle de tablier est comprimée de façon permanente dans l'axe longitudinal de la structure. Cela peut être comparé à une structure avec une dalle précontrainte. Ainsi, la dalle de tablier a été analysée et conçue en considérant la méthode de construction de la structure et les différences qui existent par rapport à une dalle sur poutres conventionnelle.

Tout d'abord, lors de la conception, il a été déterminé que le béton devait avoir atteint 45 MPa et une valeur minimale de module d'élasticité de 31 GPa avant l'enlèvement du support temporaire afin d'assurer une résistance suffisante et une rigidité adéquate pour obtenir le dégagement requis sous la structure. Lors de l'exécution des travaux, l'entrepreneur a démontré préalablement au bétonnage que le mélange de béton proposé respectait ces exigences par des essais. Suite au bétonnage de la dalle, des essais ont été réalisés à 7, 14, 21 et 28 jours pour chacune des phases sur des cylindres témoins muris dans les mêmes conditions. À 21 jours, le béton de la dalle de tablier a montré des propriétés mécaniques supérieures à ce qui a été exigé, soit une résistance d'environ 68 MPa et 65 MPa et les modules élastiques étaient approximativement de 38 GPa et de 35 GPa respectivement pour les ponts Est et Ouest.

Le contrôle du fluage de la structure à long terme a été assuré par la mise en place d'une cure humide sur une période minimale de 21 jours. Pendant cette période, le béton devait être maintenu à une température minimale de 15°C. À cet effet, l'entrepreneur a assuré un suivi de la température du béton à l'aide d'un total de 21 thermocouples répartis sur la superficie de la dalle de tablier et il a installé une protection contre le froid dans le cas où la température devait chuter sous le minimum spécifié. Pour le pont Est, des imprévus ont causés des retards, ce qui amené la dalle de tablier à être bétonnée à la fin du mois d'octobre. Une protection contre le froid de type 3 du Ministère a donc dû être installée afin de respecter les critères de cure. Tel que montré à la Fig. 9, ce type de protection consiste d'envelopper la totalité du dessous de la structure incluant les portes à faux de toiles isolantes. Des unités de chauffage sont installées dans les caissons, entre les caissons et en dessous des portes à faux. De cette façon, la structure est chauffée par le dessous et des toiles isolantes sont placées sur le dessus de la dalle à la fin du bétonnage pour maintenir la chaleur. L'analyse des données provenant des thermocouples a permis d'observer que cette protection contre le froid a été suffisante pour respecter les critères établis en conception, sans devoir allonger la période de cure. La Fig. 10 illustre l'évolution de la température du béton de la dalle de tablier pendant la période de protection contre le froid pour un des thermocouples. Le pont Ouest a été bétonné en août et donc aucune mesure de protection contre le froid n'a été requise.



Figure 10 : Photographie de la protection par temps froid installée au pont Est

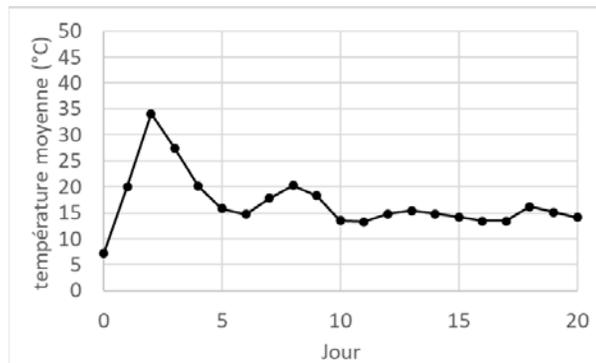


Figure 11 : Évolution de la température pendant la période de protection contre le froid pour un des thermocouples installés

Ainsi, selon ces critères particuliers pour la dalle de tablier, le retrait du support temporaire ne peut être effectué que lorsque les trois conditions suivantes sont respectées soit : lorsque le béton a atteint une résistance à la compression 45 MPa, un module élastique d'au moins 31GPa et il devait s'être écoulé au moins 21 jours depuis le bétonnage de la dalle. Ces conditions permettent ainsi d'assurer que la structure se comporte correctement à toutes les étapes de sa vie. Selon les données recueillies des différentes mesures et essais réalisés au chantier, c'est le critère du contrôle de fluage avec la cure humide de 21 jours qui a été le plus restrictif. La résistance à la compression visée a été généralement atteinte à 7 jours et le module élastique visé a été atteint à 7 ou 14 jours.

APPAREILS D'APPUI TEMPORAIRES

Lors du retrait du support temporaire, la structure subit un déplacement important. Aux extrémités du pont, la décente du tablier cause une rotation et un déplacement importants au niveau des appareils d'appuis. Il a été démontré lors de la conception que les mouvements totaux du tablier, en considérant la rotation causée par le retrait du support temporaire, dépasse le maximum applicable pour des appareils d'appui de type élastomère confinés. Considérant que ce mouvement n'arrive qu'une fois dans la vie de la structure et afin d'éviter de devoir utiliser des appareils d'appuis plus complexes et inhabituels pour ce type de portée, il a été choisi que les appareils d'appui permanent soit installés seulement une fois que le support temporaire ait été retiré et que les charges, déplacements et rotations pendant la construction du tablier soit repris par un système temporaire. Ainsi, il a été possible d'utiliser des appareils d'appui en élastomère confiné qui sont conçus pour reprendre les charges et déplacements seulement à partir du moment où le support temporaire est retiré.

En chantier, le système d'appuis temporaires choisi consiste à utiliser des appareils d'appui mobiles avec des plaques de glissement aux deux culées et d'utiliser un appareil d'appui fixe au support temporaire. Pour éviter l'endommagement des poutre-caissons et les contraintes résiduelles, aucune soudure temporaire ne pouvait être réalisée sur les poutre-caissons pour les appuis temporaires. Aux culées, les appareils d'appui temporaires étaient boulonnés aux plaques permanentes soudées aux poutres et utilisée pour les appareils d'appui permanents. Les appareils d'appui mobiles temporaires utilisés ont exactement la même épaisseur que les appareils d'appui permanents ce qui permet de s'assurer que les élévations aux appuis sont conformes.

Étant donné que la condition d'appui du tablier pendant la construction, c'est-à-dire des appuis mobiles aux deux culées, est différente que la condition d'appui finale, c'est-à-dire un appui mobile à une culée et un appui fixe à l'autre, des mouvements longitudinaux du tablier sont survenus pendant la construction. Des tolérances d'installation additionnelles de ± 10 mm dans la direction longitudinale et de ± 5 mm dans la direction transversale étaient prévues pour la position finale des appareils d'appuis permanents suite à l'enlèvement du support temporaire. Malgré cela, il a été requis en chantier de pousser sur la structure pour la replacer dans l'axe longitudinal afin de respecter les tolérances.

Également, les joints de tablier ont été installés après le retrait du support temporaire afin d'éviter qu'ils ne soient affectés par les mouvements importants lors de la décente de la structure. Cela a ainsi permis d'éviter de devoir prévoir des joints de tablier à plusieurs garnitures, qui sont coûteux et qui demandent beaucoup d'entretiens.

CONCLUSION

Dans cet article, il a été question de montrer la démarche de conception et de la reconstruction du pont d'étagement du Boul. des galeries d'Anjou dans un environnement urbain avec plusieurs contraintes du site à prendre en compte en conception. Entre autres, le remplacement d'une

structure à trois travées par une structure à travée simple, avec un tablier nécessairement plus épais et l'augmentation du dégagement vertical sous la structure ont été des défis importants pour le projet. Il a été montré qu'une construction conventionnelle d'une structure à travée simple ne pouvait pas être réalisée en respectant les pentes maximales aux approches et sans devoir réaménager les intersections avoisinantes.

Un mode de construction inhabituel a été utilisé pour répondre à ces contraintes, c'est-à-dire un tablier mixte construit avec un support temporaire jusqu'à ce que la dalle de béton ait atteint les propriétés désirées. De cette façon la totalité des charges sont supportées par la section mixte, ce qui permet de diminuer l'épaisseur requise du tablier.

Le mode de construction avec support temporaire a mené à certaines particularités, qui ont été prises en compte en conception et pendant la construction. Tout d'abord, la structure a été modélisée en considérant les différentes étapes de construction et la répartition des charges pour chacune de ces étapes. Ensuite le béton de la dalle de tablier a reçu une cure de 21 jours afin de contrôler le fluage de la structure pendant laquelle la température et les propriétés du béton ont été suivies de façon serrée. Un module élastique minimal du béton de la dalle de tablier a été exigé afin d'assurer une rigidité suffisante pour respecter les critères de conception. Finalement, un système d'appuis temporaires a été utilisé afin de reprendre les charges et mouvements pendant la construction en fonction de la conception des appareils d'appui permanents.

En conclusion, la reconstruction d'une structure située dans un environnement urbain et localisée au-dessus d'une route stratégique pour la mobilité de la région a été réalisée avec succès en utilisant un mode de construction avec un support temporaire. Cela a permis l'utilisation d'une structure à travée simple représentant le meilleur aménagement pour les usagers du secteur et pour les besoins futurs, ce qui n'aurait pas été possible en utilisant une construction conventionnelle. Les modélisations par modèle de grillage et par modèle par élément finis en trois dimensions ont permis de bien prédire le comportement de la structure à chaque étape de construction. Des exigences spéciales concernant le béton de la dalle de tablier et le système d'appui temporaire pendant la construction ont permis d'assurer un bon comportement de la structure à court, moyen et long terme.

REMERCIEMENTS

Un tel travail ne peut être réalisé sans l'importante contribution d'un grand nombre d'intervenants. Les auteurs de cet article tiennent à remercier les partenaires suivants qui ont contribué de façon importante au projet : le ministère des Transports et de la mobilité durable du Québec à titre de donneur d'ouvrage et propriétaire de la structure, la ville de Montréal également propriétaire de la structure, le consortium Stantec/FNX-innov, qui a réalisé la surveillance des travaux, la firme AtkinsRéalis, qui a réalisé l'étude géotechnique et l'entrepreneur général Tisseur, qui a exécuté les travaux.

RÉFÉRENCES

1. AASHTO/NSBA Steel Bridge Collaboration. (2006). Guidelines for Design Details.
2. Association canadienne de normalisation. (2006. Réimprimé avec modifications en mars 2013). Code canadien sur le calcul des ponts routiers CAN/CSA-S6-06.
3. Gritec. (2020). Advance design america [logiciel].
4. Beauchemin-Beaton-Lapointe ingénieurs conseils. : Viaduc des galeries d'Anjou (1967).
5. Ministère des transports et de la mobilité durable. (2020). Collection Normes – Ouvrages routiers - Tome III – Ouvrages d'art. Les publications du québec.