

La réfection du pont Turcotte à Sorel-Tracy

Gaétan Couture, ing., M.Sc.A.

Chargé de projets

Directeur – Structure / Ouvrages d’art

Teknika HBA

Michaela Aldea, ing.

Coordonnateur responsable structures

Direction territoriale de l’Est-de-la-Montérégie

Ministère des Transports du Québec

Bernard Pilon, ing., M.Sc.A.

Service Entretien - Direction des Structures

Ministère des Transports du Québec

P

résentation du Pont Turcotte

Le pont Turcotte relie les deux rives de la rivière Richelieu à son embouchure sur le fleuve, en plein cœur du secteur industriel de la ville de Sorel-Tracy. Sa travée centrale levante permet l'accès aux navires de grands gabarits se dirigeant vers les industries localisées en amont, ainsi qu'aux embarcations de plaisance se dirigeant vers le lac Champlain.



La longueur totale du pont est de 271 mètres et sa largeur est de 12 mètres. Le pont Turcotte est constitué de trois systèmes structuraux différents :

- ❑ les travées d'approches sont constituées de 10 portées de 13,7 mètres. La structure est composée de 6 portées du côté de Tracy et 4 du côté de Sorel ainsi que de poutres et dalles en béton armé;
- ❑ les travées de part et d'autre de la travée centrale ont chacune 36,6 mètres de portée et sont constituées de structures d'acier composées notamment de deux poutres triangulées à tablier supérieur sur lesquelles reposent les dalles en béton armé;
- ❑ la portée centrale a une longueur totale de 61 mètres et est constituée de deux structures d'acier (poutres triangulées à tablier intermédiaire) basculant chacune sur un axe au niveau des piles.

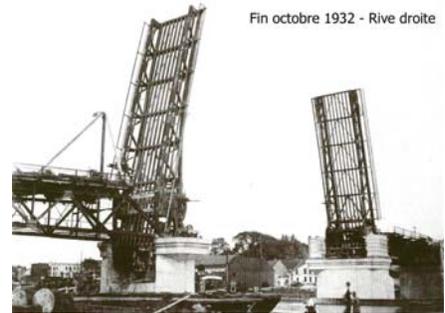
Toutes les fondations du pont reposent sur des pieux de bois enfoncés dans l'argile molle du Saint-Laurent et dont la capacité est essentiellement développée en friction.

Son histoire en bref

Le pont Turcotte a été construit en 1932 par la Dominion Bridge co. de Montréal.

Voici quelques faits historiques tirés du dossier du pont :

- ❑ À la fin des années 70, le pont était opéré jusqu'à 400 fois par année, le temps d'opération variant de 5 à 25 minutes.
- ❑ En 1978, première mention d'un impact avec un navire. Il y a eu deux autres impacts importants soit en 1996 et en 2001.
- ❑ Dans les années 90, le nombre d'ouvertures baisse jusqu'à 13. Au début des années 2000, il est opéré moins de 5 fois par année. Cette réduction des opérations s'explique en partie par la baisse des activités industrielles en amont mais aussi par le fait que, depuis plusieurs années, l'opération du pont devenait de plus en plus problématique et risquée.
- ❑ En 1999, la DT développe une programmation et les travaux sont réalisés de 2001 à 2004.



Présentation des travaux planifiés par le MTQ

À Sorel-Tracy, le parc industriel qui comptait à l'origine plusieurs usines et commerces en amont ne compte plus aujourd'hui qu'une seule industrie importante : GEC Alstom. Une remise en état du pont permettait d'espérer l'implantation de nouvelles industries pouvant bénéficier de l'avantage d'une voie maritime navigable et ainsi stimuler l'économie de la nouvelle ville fusionnée, Sorel-Tracy. Au niveau routier, le renforcement du pont serait également bénéfique pour la circulation routière en éliminant la limitation de charge (20 tonnes).

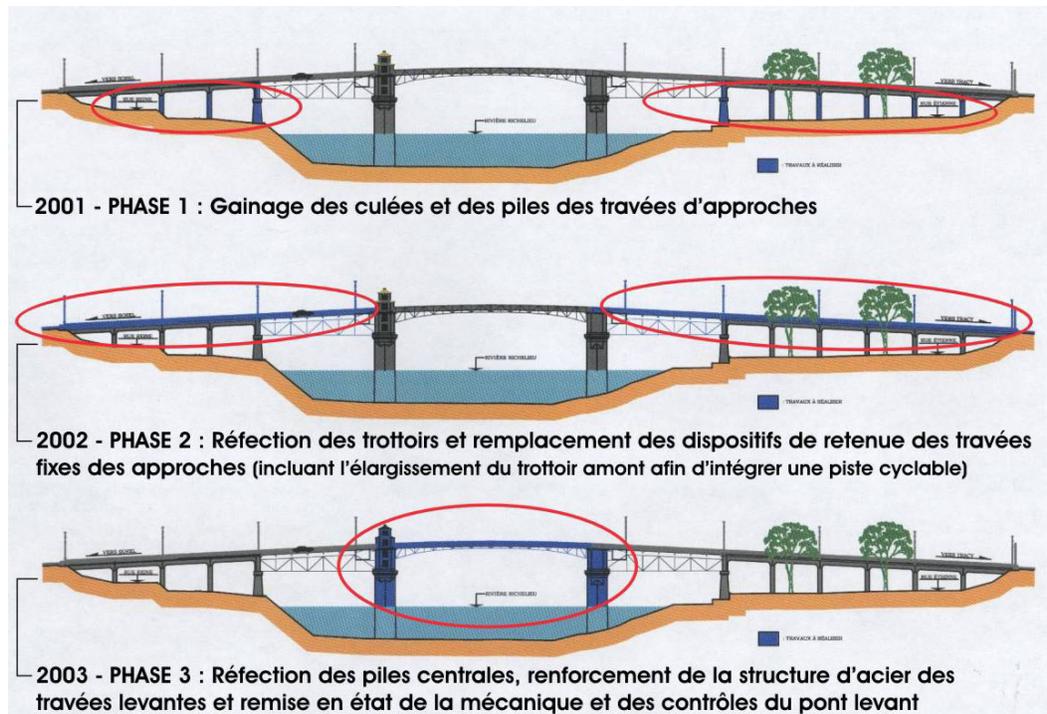
Convaincue de la nécessité d'intervenir rapidement afin de maintenir opérationnel ce pont historique, la Direction de l'Est-de-la-Montérégie du ministère des Transports du Québec décidait de réaliser les travaux sur une période de trois ans afin de restaurer et renforcer sa structure et de remettre sa mécanique en état. Le mandat, exécuté en trois phases, débuta en 2001.

Les principales activités prévues étaient :

Phase 1 : Gainage des culées et des piles des travées d'approches.

Phase 2 : Réfection des trottoirs et remplacement des glissières sur le pont (sauf travée centrale, incluant l'intégration d'une piste cyclable en amont nécessitant l'élargissement du trottoir sans en augmenter le poids).

Phase 3 : Réfection des piles centrales, renforcement de la structure d'acier des travées levantes et remise en état de la mécanique et des contrôles du pont levant.



Fonctionnement du pont levant

Les occasions de travailler sur une structure mobile de l'ampleur du pont Turcotte sont rares au Québec : la majorité des voies navigables appartiennent au fédéral (voie maritime, Canal Lachine et Canal de Chambly). Le MTQ compte peu de telles structures. Il est donc intéressant d'analyser le fonctionnement «statique» et «mécanique» d'un tel ouvrage.

Pont en service

Lorsque le pont est en service, les deux parties mobiles sont en équilibre sur leur pile respective. Le contrepoids est ajusté pour créer cet équilibre. De cette façon, lorsque le pont est levé par pivotement autour de l'axe horizontal, seuls les effets de la friction, du vent et de l'inertie (par accélération et décélération) font forcer le groupe moteur. La dernière poutre transversale de chacune des parties fixes vers le côté mobile est utilisée comme appui de sécurité empêchant le pont de continuer sa descente vers la rivière. Les charges mobiles doivent donc être analysées avec les travées fixes et mobiles puisque la partie mobile

cherchera à soulever la partie fixe. Actuellement, le joint central comporte un mécanisme fabriqué comme une paire de pince ce qui empêche les déplacements différentiels verticaux.

Pont en position ouverte

Lorsque le pont est ouvert, il n'y a évidemment plus de circulation sur aucune partie de la structure et seuls les effets du vent génèrent des efforts dans celle-ci. Toutefois, le tablier du pont de la partie mobile a été initialement construit avec un tablier de bois offrant une pleine résistance au vent. Il a été remplacé par un caillebotis de même poids mais offrant une moins bonne résistance au vent.

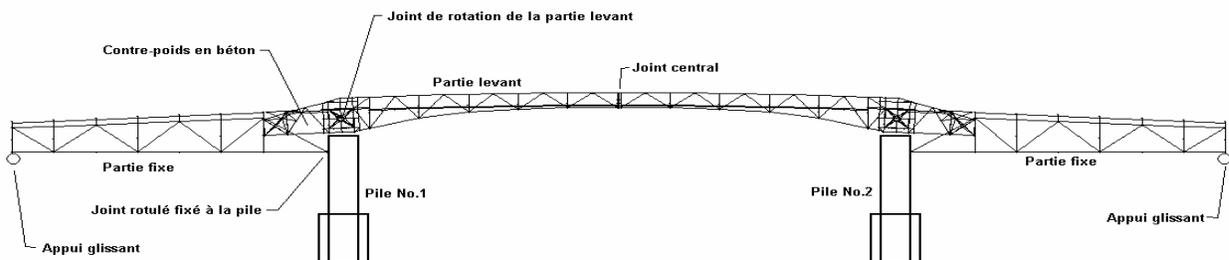


Figure No 1 Pont Turcotte

Évaluation du pont

Tous les différents systèmes structuraux du pont Turcotte avaient fait l'objet d'une évaluation par le service d'évaluation de la Direction des Structures. Il avait été calculé que les structures d'approches en béton avaient une capacité suffisante pour ne pas nécessiter d'affichage. Pour leur part, les travées fixes adjacentes à la travée centrale requéraient peu de renforcement. Selon les évaluations préliminaires cependant, c'est la structure des deux systèmes structuraux des travées centrales qui contrôle la capacité du pont limitée à 20 tonnes depuis les années 60.

Dans le cadre du projet de réfection, ce sont donc les structures d'acier des parties fixes et de la travée centrale qui ont fait l'objet d'une modélisation. L'analyse structurale a d'abord permis d'identifier les éléments structuraux devant faire l'objet d'un renforcement. Par la suite et particulièrement dans le cas de la structure d'acier de la travée centrale qui était très difficile d'accès, des visites « doigt sur la pièce » ont été réalisées par l'évaluateur afin d'apporter les ajustements requis au modèle servant à l'évaluation finale.

L'évaluation finale, après renforcements et inspection finale, confirme que le pont peut dorénavant accueillir les camions avec surcharge.

P

articularités des travaux

PHASE 1 -- gainage des piles

En 2001, la première phase des travaux a été consacrée au gainage des piles. Cette phase relativement simple des travaux devait toutefois tenir compte d'un facteur important. La fondation de chaque pile du pont Turcotte repose sur des pieux de bois enfoncés dans l'argile molle du Saint-Laurent et développant leur capacité en friction. Dans un tel contexte, le gainage des piles devait être réalisé sans augmenter le poids des piles : les dimensions originales devaient donc être conservées. Lors de la réalisation des travaux par *Stellaire Construction* de Québec, un béton moins sain que prévu a permis de facilement satisfaire cet objectif. Toutefois, le noyau résiduel de béton sain était tellement petit qu'il a été nécessaire d'intervenir rapidement pendant ces travaux afin de réduire la longueur d'élançement des colonnes en attendant la mise en place du béton. Heureusement, tel qu'il est recommandé dans le manuel d'entretien, les devis spécifiaient de ne pas travailler sur deux colonnes adjacentes en même temps, ce qui, dans notre cas, s'est avéré très pertinent.



Avant les travaux



Pendant les travaux



Après les travaux

PHASE 2 -- remplacement des trottoirs et réparation d'une travée complète à la suite de l'impact d'un navire

La phase 2 des travaux se voulait une continuité de la réfection entamée l'année précédente. La préparation du projet a cependant pris une tournure tout à fait différente le 22 décembre 2001, alors qu'un navire de fort gabarit frappait de plein fouet la poutre triangulée aval du côté « Sorel » (est).

Première appelée sur les lieux, la coordonnatrice de projet a fermé le pont à la circulation en attendant une inspection plus approfondie. Une inspection « doigt sur la pièce » avec le chargé de projet de *Teknika* et un spécialiste en accès sur corde d'*Altus Expertise* a pu être rapidement organisée le 24 décembre et un rapport de recommandations a été remis le 26 décembre 2001. Avec la préoccupation de desservir le plus rapidement possible la population locale, la Direction de l'Est-de-la-Montérégie décide d'entreprendre des travaux d'urgence. L'objectif de ces travaux est de permettre le plus rapidement possible la réouverture des voies à la circulation routière et cela, sans entraves supplémentaires à celles déjà en place avant l'accident.

Dès le 28 décembre, une rencontre est organisée sur place avec les représentants de la Direction des structures. Lors de cette rencontre, les principes généraux de l'intervention à apporter sont établis. Ainsi, les travaux devront être réalisables à basse température et ce, dans des délais très courts. Parce que la poutre aval de la travée d'approche a été fortement endommagée, les travaux devront se faire sans y ajouter de charges. De plus, puisque cette poutre triangulée allait devoir être remplacée de façon permanente à l'été suivant, les travaux de renforcement devaient idéalement intégrer cet aspect dans leur conception.



Le navire coupable



Les dommages

Tous ces éléments pris en compte, la stratégie adoptée fut d'installer, au-dessus du trottoir, des poutres de renfort temporaires au droit de la poutre triangulée affaiblie. De cette façon, toutes les entretoises du tablier pouvaient être suspendues aux poutres temporaires à l'aide de barres crénelées.



L'inspection

Les poutres de renfort devaient être disponibles très rapidement. À la suite d'un inventaire des poutres que détenait le Ministère, la décision fut prise d'utiliser des poutres récupérées de la démolition du pont des Voltigeurs à Drummondville quelques années auparavant. Ces poutres avaient une portée suffisamment longue pour que leurs assises soient situées de part et d'autre de la travée endommagée sans s'appuyer sur cette dernière.

Le renforcement a été conçu pour reprendre les charges mortes du tablier ainsi qu'une charge vive de 20 tonnes. Cette charge n'était pas plus limitative qu'auparavant puisque le pont Turcotte était interdit aux camions depuis quelques années déjà. Afin de supporter ces charges, deux poutres de l'ancien pont des Voltigeurs allaient devoir être utilisées. Les deux poutres allaient être mises en place côte à côte sur le trottoir. Une fois le renfort effectué, la poutre endommagée ne supporterait théoriquement plus aucune charge sauf son propre poids.

La rencontre avec les quatre soumissionnaires invités s'est tenue sur les lieux du pont le 14 janvier. Une semaine plus tard, le contrat des travaux était accordé à la firme Stellaire Construction. Cette dernière a pris possession des poutres de renforcement à Drummondville et a effectué les modifications nécessaires au cours de la semaine suivante. Au cours de cette même semaine, les travaux préparatoires de démolition du trottoir et des glissières sur le pont ont aussi été effectués.

Les poutres de renfort ont été mises en place au-dessus de la poutre triangulée abîmée les 28 et 29 janvier. Pour mettre en place les deux poutres, l'entrepreneur a utilisé deux grues positionnées respectivement au-dessus du contrepoids de la travée centrale mobile et au-dessus de la dernière travée d'approche en béton. Une évaluation des capacités de ces travées avait été effectuée par la Direction des structures lors de la conception des renforcements et avait démontré qu'il était possible d'en effectuer la mise en place de cette façon sous certaines conditions.



Une fois les poutres en place, les tiges à haute résistance ont pu être installées entre ces dernières et les entretoises existantes, complétant ainsi le renforcement. Puisque les poutres de renfort étaient assez massives et assez près des voies de circulation, celles-ci servaient également de glissières. À la grande satisfaction de tous, la circulation a pu être rétablie complètement sur le pont le 30 janvier soit seulement cinq semaines après sa fermeture et ce, en dépit des congés de Noël et du jour de l'An.

Ainsi, en 2002, aux travaux déjà prévus devait donc s'ajouter le remplacement presque complet de la poutre triangulée aval et de son tablier (incluant les entretoises), puisqu'il s'est avéré que les efforts générés par l'impact du navire ont affecté presque tous les éléments



structuraux du pont. Le remplacement du tablier a dû être réalisé en maintenant la circulation sur le pont, à l'exception d'une fin de semaine. Une méthode de remplacement utilisant les poutres de renfort temporaires a été imposée dans les devis et les travaux ont été réalisés sans accroc majeur. Les travaux de la phase 2 ont été réalisés par Les *Constructions Bé-Con inc.* de Québec.



PHASE 3 -- Réfection des piles centrales, renforcement de la structure d'acier des travées levantes et remise en état de la mécanique et des contrôles du pont levant

Les travaux de la phase 3 ont été caractérisés par l'intégration peu habituelle de travaux de génie mécanique dans un projet de génie civil. Suite au processus d'appel d'offres, les travaux ont été accordés à *Construction Injection EDM* de Québec. Bien que l'étendue des travaux en mécanique ait été bien cernée, les travaux de réparation de l'acier ont mis en



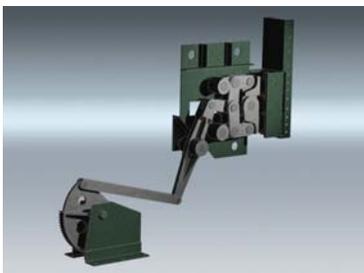
évidence des dommages plus importants que prévus causés par la rouille noire, dommages que l'inspection préalable ne pouvait laisser deviner. Plusieurs kilogrammes d'acier ont dû être ajoutés pour compenser les importantes pertes de section causées par la rouille noire. De plus, chaque kilogramme d'acier devait être compensé par environ 4 kg de béton dans le contrepoids, afin de maintenir l'équilibre de la travée. Compte tenu de la volonté de ne pas ajouter trop de poids sur les fondations (pieux en friction) et considérant la nécessité d'augmenter la capacité du pont, les choix de renforcement s'avéraient particulièrement importants. Pour compléter le travail sur la structure d'acier, un peinturage par encapsulage de toute la structure d'acier fut intégré aux travaux. Une peinture de type «alkyde au sulfonate de calcium» a été utilisée.

Comme il a été mentionné précédemment, la remise en état de la mécanique comprenait un niveau d'incertitude avec lequel les entrepreneurs en génie civil étaient peu familiers. Les éléments de la mécanique qui pouvaient être inspectés ont pu être identifiés comme étant à remplacer, à reconditionner ou à nettoyer et graisser. Pour les autres éléments cependant, l'ampleur des travaux à réaliser ne pouvait être évaluée sans que les éléments de mécanique ne soient démontés, c'est-à-dire au moment même des travaux. Pour pallier à ces imprévus, une enveloppe budgétaire a été réservée dans le bordereau des prix.

Pour la remise en état de la mécanique et des contrôles, il a été décidé par l'équipe technique de remplacer toutes les motorisations et les contrôles. Par contre, on a cherché à conserver autant que possible les engrenages et arbres de rotation. Certains paliers et engrenages trop usés ont été remplacés, mais la majorité se sont avérés encore en bon état et n'avaient besoin que d'un reconditionnement et d'un bon graissage.



Ainsi, tous les éléments de la mécanique originale ayant encore une durée de vie utile et pouvant être reconditionnés ont été conservés. Quant aux éléments désuets, ils ont été remplacés par des équipements modernes, à la fine pointe de la technologie, comme par exemple toutes les composantes des motorisations principales remplacées par des moteurs à vitesse variable. Il est maintenant possible de mieux contrôler la vitesse de déplacement du pont-levis grâce à l'installation de tels moteurs.



Barrure centrale



Barrure d'extrémité

Conclusion

Pendant les trois phases des travaux, le maintien de la circulation et la minimisation de l'impact sur la population furent le leitmotiv du Ministère et de **Teknika HBA**. Finalement, tout au long des trois phases du projet, très peu d'interruptions complètes ont été requises compte tenu de la nature des travaux.

Avec ces renforcements, le pont Turcotte est dorénavant en mesure de reprendre adéquatement les camions avec surcharge et n'a plus à être affiché avec un tonnage limité. Les dommages causés par la rouille noire et par l'impact du navire marchand ont été entièrement réparés. L'aspect sécurité a également été considéré : de nouveaux garde-corps et des systèmes d'arrêt d'urgence ont été installés et les passerelles existantes dédiées à l'entretien de la mécanique ont été remplacées par des passerelles plus pratiques pour l'entretien et aussi plus sécuritaires. De plus, un trottoir plus large a été construit en amont, permettant l'intégration d'une piste cyclable et ce, sans augmenter le poids de la structure.

La mécanique du pont bénéficie dorénavant d'une nouvelle vie : les ouvertures et fermetures des deux travées sont très impressionnantes; plus aucune vibration ni grincement ne viennent perturber le déplacement des deux structures levantes pesant plus de 500 000 kilos chacune. Et pourtant, les moteurs n'ont que 40 HP de puissance!!! Dorénavant, l'entretien de la mécanique du pont sera bien encadré et réalisé deux fois par année, sa structure sera régulièrement nettoyée et l'on empêchera les navires de s'approcher du pont, de sorte que le vieux pont Turcotte sera en mesure d'offrir de bons et loyaux services pour encore plusieurs années.

