

PONT COMMÉMORATIF VIMY Structure emblématique pour un site du patrimoine mondial de l'UNESCO

**Par : Sylvain Montminy, P. Eng., ing.
Vice-Président
Parsons**

Introduction

Une nouvelle traverse de la rivière Rideau, à la hauteur des avenues Strandherd et Armstrong, était une priorité pour la Ville d'Ottawa, faisant partie du Plan directeur des transports de la Ville depuis 2003. La rapide croissance des communautés adjacentes, combinée à la grande distance entre les ponts existants, surachalandés en permanence, a accentué la nécessité d'un nouveau pont.

La Ville d'Ottawa a octroyé à Parsons le mandat de concevoir une structure traversant la rivière Rideau dans le sud d'Ottawa. À cet emplacement, la rivière fait partie du réseau du canal Rideau, un site national historique au Canada et un site inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO.

L'objectif de ce projet était de créer un pont qui satisferrait aux multiples exigences fonctionnelles, environnementales et esthétiques des sites patrimoniaux, tout en répondant aux conditions strictes de conception fixées par la Ville d'Ottawa et les autorités gouvernementales fédérales.



Le Canal Rideau, site inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO

En tant que consultant principal, Parsons fut responsable de l'avant-projet, du développement du concept, de la conception préliminaire et détaillée, de la production des documents contractuels, ainsi que des services d'ingénierie et de supervision pendant la construction.

Les multiples exigences pour le nouveau pont

Au-delà du grand besoin pour le pont, l'objectif de ce projet était de créer un pont qui satisferrait aux exigences fonctionnelles ainsi qu'aux multiples exigences environnementales et esthétiques relatif à un site de grande importance culturelle et patrimoniale. Les exigences de conception fonctionnelle exigent un enjambement complet du cour d'eau ayant une largeur de 80m, tout en accommodant un dégagement officiel pour la navigation de 6,7m de haut sur une largeur de 45m, ainsi que d'un dégagement de 3,0 m au-dessus du sentier pédestre qui longe la rivière. De plus, les exigences de conception fonctionnelle requièrent un tablier de plus de 40,6m de large, composé de huit voies de circulation, incluant deux voies réservées aux autobus et le transport en commun, ainsi que deux voies réservées aux cyclistes, et deux pistes multifonctionnelles. De l'autre côté, les exigences esthétiques demande un pont qui est plaisant à l'œil de loin et de près, jour et nuit; présente une qualité emblématique approprié qui répond

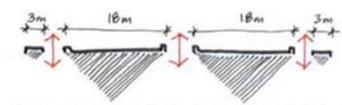
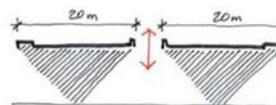
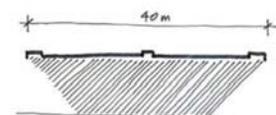
à l'importance du canal Rideau et est en harmonie avec son cadre naturel pittoresque; qui soit une expression de son temps, moderne et innovateur, tout en respectant l'aspect historique du canal Rideau; crée une expérience agréable et mémorable pour les utilisateurs, à la fois sur le pont et sous le pont; et maximise la légèreté et la transparence et l'ouvrage. De plus, la Commission de la capitale nationale, une agence fédérale, ajoute les désirent suivant pour le nouveau pont : étonner et inspirer les usagers du pont et des pistes multifonctionnelle avoisinantes; améliorer l'expérience des usagers du canal Rideau; éviter la lourdeur et réduire l'ampleur apparente du pont; explorer les moyens pour que la lumière naturelle pénètre le pont; et d'utiliser un aménagement paysagiste naturaliste et améliorer l'expérience de la marche sur les rives.

Le développement d'un pont unique et emblématique

L'une des idées clés qui a mené au concept privilégié, fut celle de briser les effets liés à l'échelle du pont en introduisant trois ouvertures dans le tablier pour favoriser le passage de la lumière et créer un sentiment de transparence.

Ces ouvertures, une fois intégré au concept, offrent un espace pour que la structure pénètre le tablier. Plusieurs types de structure furent considérés mais des arches supérieures furent sélectionnées pour les raisons suivantes :

- Des arches supérieures peuvent alléger le tablier;
- Forme classique dans l'historique de l'architecture et du génie des ponts;
- Approprié pour un pont enjambant une rivière, le profil de l'arc se reflète dans l'eau;
- Fournit un intérêt visuel au-dessus du pont pour tous les usagers;
- Donne une opportunité pour des effets d'éclairage attrayants par nuit; et
- Les arches font partie intégrante du caractère des ponts existants de la rivière et du canal Rideau.



Briser l'échelle avec des ouvertures



Visualisations du concept de pont privilégié

La configuration finale du pont

Le pont commémoratif Vimy est entièrement unique dans sa configuration et son apparence esthétique. Il supporte quatre voies de circulation, dont une dédiée aux transports publics, et une voie cyclable par direction prenant place entre les trois arcs. Deux trottoirs, à l'extérieur des arcs, complètent le profil en travers. L'importante largeur du tablier – 54,7 m sur culée et 58,7 m au centre – est atténuée par les espaces ménagés pour le passage des arcs, favorisant un éclairage naturel des berges sous le tablier.



Configuration du tablier sur le pont finale

L'ouvrage a une longueur totale de 143 m. Les arcs, culminant à 21 m au-dessus de la chaussée, ont une ouverture de 125 m. Chaque arc est constitué par un treillis de tubes formant un triangle de 4,25 m de large par 3,50 m de haut pour l'arc central et de 3,50 m par 2,50 m pour les arcs latéraux. Les tubes, de 508 mm de diamètre, sont cintrés avec un rayon d'environ 90 m. Les deux tubes supérieurs sont reliés entre eux par des entretoises en « K » et avec la membrure inférieure par des entretoises diagonales. Ces entretoises, également en tube, ont un diamètre variant de 219 mm à 273 mm.



Vue rapproché de l'arc centrale

Sur les cent mètres centraux, ces arcs supportent un tablier mixte par l'intermédiaire de vingt-cinq paires de suspentes. Les 21 suspentes centrales sont composées de câbles multitorons galvanisés gainés cirés, avec sept torons pour les suspentes des parties routières et quatre pour celles des passerelles. Leur longueur entre ancrages varie entre 7,9 m en rive et 20,4 m au centre de l'ouvrage. Les suspentes sont relativement verticales, présentant un angle compris entre 4° et 17°. Aux extrémités, les deux dernières suspentes sont constituées par des tubes comportant un système à double axe pour permettre leur rotation. La longueur de ces suspentes varie entre 1,8 m et 7,0 m. Compte tenu de ces faibles longueurs, des suspentes en câbles ne peuvent pas être utilisées à ces endroits.



Vue des suspentes

Aux extrémités, entre la dernière suspente et la culée, le tablier s'appuie des colonnes en acier reposant sur le massif d'appui des arcs.

La dalle en béton, de 225 mm, est portée par un grillage constitué par des poutres caisson en acier dans les deux directions. En zone courante, les caissons transversaux sont rectangulaires, avec une largeur de 500 mm pour une hauteur de 900 mm. Les caissons formant longeron ont une forme trapézoïdale, avec une base de 1200 mm et une hauteur de 900 mm.

La poussée des arcs est transférée vers la fondation par des blocs de poussée en béton associés à la culée. Ce système repose sur quinze caissons de 1,80 m de diamètre ancrés au rocher.



Vue de la charpente métallique sous le tablier

Fabrication des arches

Les arcs ont une portée de 125m et une flèche de 25,3 m au-dessus des blocs d'appui. Les arcades du centre sont 4,25 m de diamètre de 3,5 m de profondeur et les arches extérieures sont 3,0 m de diamètre de 2,5 m de profondeur. Les tubes ont un diamètre de 508 mm et une épaisseur variant de 28 mm à 76 mm. Ces tubes sont cintrés avec un rayon d'environ 90 m. Toutes les connexions des arcs sont soudées.



Fabrication des arches en usine

Tous les tubes des arcs et des contreventements sont constitués d'acier de qualité API 5L X52. Leur approvisionnement s'est fait auprès de différents pays, dont la Corée du Sud, l'Espagne, la Thaïlande et le Royaume-Uni. La protection anticorrosion est un système à trois couches agréé par le ministère des Transports de l'Ontario recouvert par une couche claire supplémentaire pour prolonger la vie du système.

Les tubes des arcs ont été cintrés par un procédé à froid en usine, à Houston au Texas.



Érection des segments d'arche

Les arcs ont été fabriqués à Dartmouth en Nouvelle-Écosse par Cherubini Metal Works. Chaque arc a été scindé en dix tronçons pour être transportés sur site. Une fois livrés, ces tronçons sont raboutés entre eux par soudage.

Construction

L'entrepreneur a choisi d'utiliser un principe de montage complexe qui a demandé de construire une structure temporaire sur le canal de navigation. Cette structure comprenait quatre poutres treillis de section rectangulaire reposant sur douze palées provisoires.

L'ouvrage a été mis en place selon le principe suivant : Une fois la partie centrale de l'ouvrage – tablier, arcs et suspentes – assemblée en rive Est sur des supports temporaires, des poutres de transfert provisoires sont installées aux extrémités des arcs et reliées par des câbles afin d'équilibrer la poussée. Les supports temporaires sont alors retirés, mettant les arcs en charge, et la structure est « glissée » sur un système de rails supportés par des palées en rivière. Cette opération terminée, les extrémités des arcs sont ajoutées et le système de rails est retiré. L'ouvrage est descendu sur ses blocs de poussée, permettant de retirer les câbles d'équilibrage et les massifs de transfert. Le bétonnage de la dalle intervient, puis le réglage final des suspentes et enfin la pose des équipements.



Vue de l'ouvrage en cours de lancement



Poutre de transfert provisoire – Modèle numérique et structure réelle

Ce mode de construction a bien sûr constitué un des principaux défis, mais c'était une réponse élégante pour limiter les interactions avec la rivière, l'une des contraintes majeures du projet. Ainsi, à l'exception d'une courte période, la rivière est toujours restée libre, notamment vis-à-vis de la navigation.

Défis relevés en conception et construction

La complexité de la conception du pont Commémoratif Vimy a surgi principalement de la disparité des exigences fonctionnelles nécessitant un pont très large, et des exigences esthétiques d'élaborer une structure légère et transparente. Ce défi fut à la source de la création d'une structure unique et emblématique. Parmi les autres défis à relever, les plus significatifs ont été :

- L'approvisionnement des tubes, en provenance de différents pays européens et asiatiques ;
- Le cintrage à froid des tubes, compte tenu de leurs diamètre et épaisseurs significatives ;
- L'alignement des différents éléments d'arc pour leur soudage, la structure est en effet entièrement soudée à l'exception du raboutage des longerons ;
- La justification des nœuds d'assemblage dont la géométrie particulière n'est pas traitée dans le code canadien ni dans la littérature spécialisée.

Outre les nœuds d'assemblage, objet d'analyses aux éléments finis, aux justifications classiques se sont ajoutés :

- La prise en compte d'un impact de véhicule sur un arc ;
- Le remplacement d'une suspente avec une circulation réduite ;
- La perte accidentelle d'une suspente isolée, ou de deux suspentes d'un même nœud.
- Une analyse de spectre de réponse multi-modal a été utilisée pour l'analyse sismique de la structure.

Ces études se sont appuyées sur les recommandations du PTI en matière de haubans.

Si cet ouvrage exceptionnel a pu voir le jour, c'est grâce à l'acier. Sans la relative légèreté de la charpente, le lançage n'aurait pas été possible, entraînant des conséquences environnementales évidentes. Sans la résistance du matériau et sa souplesse d'utilisation, un ouvrage aussi transparent et aérien n'aurait pas été envisageable.

Éclairage du pont

Des appareils d'éclairage LED, installés sur les arches, sont utilisés pour réduire considérablement la consommation d'énergie, ainsi que pour grandement améliorer leur durabilité vis-à-vis toute autre système d'éclairage comparable. De plus, le système d'éclairage sert un double objectif d'éclairage direct de la chaussée et des trottoirs, ainsi que de l'éclairage architectural indirectement des arches en reflétant l'excès de lumière à l'aide de déflecteurs. Ces déflecteurs aident également à réduire significativement le déversement de lumière sur la rivière et les environs.



Vue générale de l'éclairage LED sur le pont

Conclusions

La complexité de la conception du pont Commémoratif Vimy a surgi principalement de la disparité des exigences fonctionnelles nécessitant un pont très large, et des exigences esthétiques d'élaborer une structure légère et transparente. Ce défi fut à la source de la création d'une structure unique et emblématique.

Lors de l'ouverture à la circulation, le 12 juillet 2014, l'ouvrage a été très apprécié par les élus, municipal, provincial et fédéral, ainsi que par le grand public. Les objectifs environnementaux, le respect de ce site patrimonial et bien sûr l'amélioration de la circulation ont donc été atteints et sans doute même dépassés.

Lors des cérémonies d'ouverture, le maire d'Ottawa M. Jim Watson, compara le pont à la tour Eiffel et à l'arche de St-Louis, déclarant le pont un nouveau site d'intérêt touristique et de grande fierté communautaire.

Le 8 septembre 2014 lors d'une cérémonie officielle, le pont est nommé le Pont Commémoratif Vimy, commémorant la bataille de la crête de Vimy, l'une des plus importantes réalisations militaires du Canada. Le nom est synonyme d'honorer ceux qui ont combattu et dans de nombreux cas ont donné leur vie, à la crête de Vimy.

A ce jour, le projet a été octroyer 6 prix d'excellence provenant de l'AQTr, ICCA, CCE, CEO, MarCom et incluant la prestigieuse médaille Gustav Lindenthal du « International Bridge Conference ».



Vue générale aérienne de pont complété