

## **État du pont Champlain** **Sécurité et mobilité grâce à un suivi rigoureux en continu**

**Montréal, le 20 octobre 2017** – À l'occasion d'un briefing technique aux médias tenu conjointement avec les partenaires du projet de corridor du nouveau pont Champlain (CNPC), Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI) a fait le point ce matin sur l'état du pont Champlain et les activités d'entretien et de vigie.

« Le pont Champlain demeure sécuritaire. Notre équipe d'experts chevronnés attitrée au pont Champlain veille de près à l'opération et l'entretien de la structure pour maintenir ce lien névralgique pour la mobilité et l'économie de Montréal jusqu'à la mise en service du nouveau pont Champlain », explique M. Glen P. Carlin, Premier dirigeant chez PJCCI.

D'importants travaux de renforcement jumelés à un monitoring rigoureux de la structure, grâce à plus de 300 capteurs mesurant en temps réel le comportement du pont et à des inspections détaillées, permettent d'assurer le maintien d'un lien sécuritaire. PJCCI demeure vigilante dans la gestion de cette infrastructure en fin de vie utile et déploie les mesures préventives nécessaires.

D'autre part, PJCCI collabore étroitement avec Infrastructure Canada et le Groupe Signature sur le Saint-Laurent dans la réalisation de l'important projet du CNPC afin de minimiser l'impact sur les usagers. À cet égard, une analyse de risque a été réalisée à la demande du gouvernement afin d'évaluer la possibilité de prolonger la durée de service du pont Champlain si la livraison du nouveau pont devait être retardée. À la lumière des recommandations émises par son consultant-expert, PJCCI a ciblé les interventions prioritaires et a déjà lancé les démarches pour planifier et réaliser les travaux préventifs requis afin de maintenir les standards de sécurité et de service.

### **À propos de PJCCI**

Gestionnaire d'ouvrages majeurs, Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée est une société d'État fédérale, établie en 1978, responsable des ponts Jacques-Cartier et Champlain, de l'Estacade du pont Champlain, du pont de contournement de l'île des Sœurs, des sections fédérales de l'autoroute Bonaventure et du pont Honoré-Mercier, ainsi que du tunnel de Melocheville. La Société assure au quotidien le passage sécuritaire de milliers d'usagers par la gestion, l'entretien et la réfection de ces infrastructures d'importance pour le Grand Montréal. Elle veille également à ce que ces infrastructures critiques demeurent sécuritaires, pleinement fonctionnelles et attrayantes, aujourd'hui et pour demain. [www.JacquesCartierChamplain.ca](http://www.JacquesCartierChamplain.ca)

SEPTEMBRE 2017  
LES PONTS JACQUES CARTIER ET CHAMPLAIN INCORPORÉE (PJCCI)

# PONT CHAMPLAIN

IMPACTS RÉSULTANT DE RETARDS POSSIBLES DANS L'OUVERTURE DU NOUVEAU  
PONT







ADDRESSE COWI North America Ltd  
101-788 Harbourside Drive  
North Vancouver, BC V7P 3R7  
Canada

TEL +1 604 986 1222  
FAX +1 604 986 1302  
WWW cowi-na.com

SEPTEMBRE 2017  
LES PONTS JACQUES CARTIER ET CHAMPLAIN INCORPORÉE (PJCCI)

# PONT CHAMPLAIN

IMPACTS RÉSULTANT DE RETARDS POSSIBLES DANS L'OUVERTURE DU NOUVEAU  
PONT

NO. DU PROJET NO. DU DOCUMENT  
2038 2038-RPT-GEN-011-FR

VERSION DATE D'ÉMISSION DESCRIPTION  
0 14 Sept 2017

PRÉPARE PAR VÉRIFIÉ PAR APPROUVÉ PAR  
Andrew Griezic, ing. Darryl Matson, P.Eng. Darryl Matson, P.Eng.





## CONTENU

1	Objectif	11
2	Description de la structure	12
3	Risques liés au pont	13
3.1	Section 6 – Travées de treillis en acier	13
3.2	Sections 5 et 7 – Travées en béton	14
3.3	Sections 5 et 7 – Dalle du tablier routier	15
3.4	Sections 5 et 7 – Poutres en béton	17
3.5	Sections 5 et 7 – Diaphragmes en béton	20
3.6	Sections 5 et 7 – Chevêtres	21
3.7	Sections 5 et 7 – Colonnes des piles	22
3.8	Sections 5 et 7 – Bases et fondations des piles	23
4	Mesures d’atténuation des risques	24
5	Conclusions	26

## ANNEXE

	Annexe A Description du pont actuel	30
A.1	Description de la structure	30
A.2	Section 6 – Travées de treillis en acier	30
A.3	Sections 5 et 7– Travées en béton	31
	Annexe B Plan d’atténuation des risques mis à jour recommandé	33





# 1 Objectif

Le 26 juillet 2017, Infrastructure Canada a informé Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI) que le remplacement de l'actuel pont Champlain pourrait être retardé. PJCCI a indiqué ne pas être au courant du retard actuellement prévu dans la mise en service du nouveau pont Champlain. Infrastructure Canada a demandé à PJCCI d'examiner les conséquences de deux scénarios de retard de douze mois et vingt-quatre mois au-delà de la date du 1er décembre 2018 initialement prévue pour la mise hors service de l'actuel pont Champlain.

Depuis 1991, COWI a, pour le compte de PJCCI, exécuté de nombreuses tâches d'ingénierie sur le pont Champlain. Au cours des 4 dernières années, COWI a été mandatée par PJCCI pour procéder à l'évaluation de la structure, assumer la responsabilité de la coordination générale du programme d'atténuation des risques de PJCCI et pour agir, de concert avec Stantec, à titre d'ingénieur désigné pour les mesures de réhabilitation visant à maintenir le pont sécuritaire pour le public.

Avec cette connaissance approfondie du pont et de son contexte, PJCCI a demandé à COWI d'évaluer l'impact des scénarios de retard possibles ainsi que leur effet sur la façon dont le pont actuel est géré. Le présent rapport résume les conclusions et recommandations de COWI.

## 2 Description de la structure

L'actuel pont Champlain a été ouvert à la circulation en 1962. Il s'agit d'une structure de 3,4 km de longueur comprenant sept travées de treillis en acier (collectivement appelées la « section 6 ») et 50 travées de poutres en béton (sections 5 et 7). Le pont compte six voies de circulation, trois dans chaque direction. Voir la figure 1 pour un aperçu de l'ensemble du pont. L'annexe A comprend une description plus détaillée du pont.



Figure 1 Vue générale du pont Champlain

### 3 Risques liés au pont

En 2011, Delcan a procédé à une évaluation du pont (réf. PJCCI: 61445) et résumé son état comme suit:

*« Dans l'ensemble, nous pensons que le pont est dans un état qui exige une vigilance extrême afin de le maintenir en service en toute sécurité, même pour une période relativement courte. Une partie de la détérioration observée est très sévère. Ce type de détérioration a tendance à progresser de façon exponentielle, le taux d'augmentation de la détérioration s'accroissant avec le temps, augmentant ainsi les préoccupations en ce qui concerne le pont. »*

La détérioration du pont s'est considérablement aggravée au cours des six années qui se sont écoulées depuis que l'évaluation de 2011 a été complétée. Cette détérioration a été clairement démontrée par la défaillance d'une poutre, survenue en 2013, qui a entraîné la fermeture partielle du pont pendant plusieurs semaines et requis l'installation de la super-poutre pour stabiliser la poutre.

On retrouve de nombreux types de travées et de nombreuses composantes de pont dans chacune des travées qui constituent l'actuel pont Champlain. Certaines composantes du pont sont plus détériorées que d'autres et, par conséquent, les risques associés à la performance de chacune des composantes sont différents. Cette partie du rapport est, en conséquence, séparée en sections qui portent sur chacune des composantes majeures du pont. Pour chaque composante majeure, COWI a inclus une évaluation du niveau de risque ainsi que la façon dont ces risques pourraient évoluer en fonction des différents scénarios de retard dans le but de donner au lecteur une idée de la gravité de chacun des risques.

#### 3.1 Section 6 – Travées de treillis en acier

Sur la base des informations issues de l'inspection annuelle de la section 6, les travées de treillis en acier sont considérées comme étant en bon état. Les treillis présentent peu de corrosion, le tablier a été remplacé au début des années 90 et

continue de bien performer, et les piles ont récemment été réparées et ne présentent aucun signe majeur de détérioration ou de détresse.

Des inspections additionnelles ont été entreprises pour évaluer l'état de la section 6 et sont présentement en cours. COWI a, de plus, réalisé une évaluation de la capacité portante, laquelle a établi qu'il n'y avait pas de problèmes structuraux majeurs avec les travées de treillis en acier. À l'issue des inspections, à l'automne 2017, COWI révisera l'évaluation de la capacité portante et intégrera les effets de la corrosion identifiés lors des inspections. Sur la base des conclusions préliminaires des inspections déjà reçues par COWI, aucun changement aux conclusions n'est prévu.

COWI estime par conséquent que le risque associé à la performance de toute composante de la section 6 est faible. Ce niveau de risque ne devrait pas changer s'il y a un délai de douze mois pour le nouveau pont, mais dans un scénario de retard de vingt-quatre mois, il pourrait s'élever à moyen si aucune mesure d'atténuation supplémentaire n'est prise.

### 3.2 Sections 5 et 7 – Travées en béton

Une détérioration grave s'est produite dans les sections 5 et 7 du pont. Depuis de nombreuses années, PJCCI a déployé beaucoup d'efforts pour réparer et réhabiliter ces sections du pont. En 2013, COWI a étudié l'état général des poutres de rive des travées en béton du pont Champlain. À l'époque, COWI avait recommandé et PJCCI avait mis en place un plan d'action stratégique afin de pallier à l'état du pont et de maintenir un niveau acceptable de risque pour la structure jusqu'à la mise hors service du pont. Ce plan d'action incluait ce qui suit:

- > des mesures de renforcement d'urgence devant être mises en place au plus tard à la fin de septembre 2013;
- > des actions à court terme devant être complétées avant la fin 2014;
- > un plan quinquennal devant être complété avant la fin 2018.

Au cours des 4 dernières années, le plan d'action élaboré en 2013 a été mis à jour de façon continue et des mesures additionnelles ont été requises en raison de l'accélération exponentielle de la détérioration des poutres et des piles. La figure 2 montre le nombre d'interventions sur les poutres ainsi que le total des dépenses consacrées, sur une base annuelle, aux réparations générales au pont Champlain depuis les premières interventions en 1986. Cette figure montre l'augmentation du nombre d'interventions sur les poutres du pont Champlain qui ont, au fil du temps, été requises afin de maintenir la sécurité des usagers et maintenir le pont ouvert à la circulation. La figure montre aussi l'importance des montants investis par PJCCI dans la réhabilitation du pont depuis la défaillance, en 2013, de l'une des poutres de

rive, laquelle a été occasionnée par la corrosion continue et la détérioration de la structure.

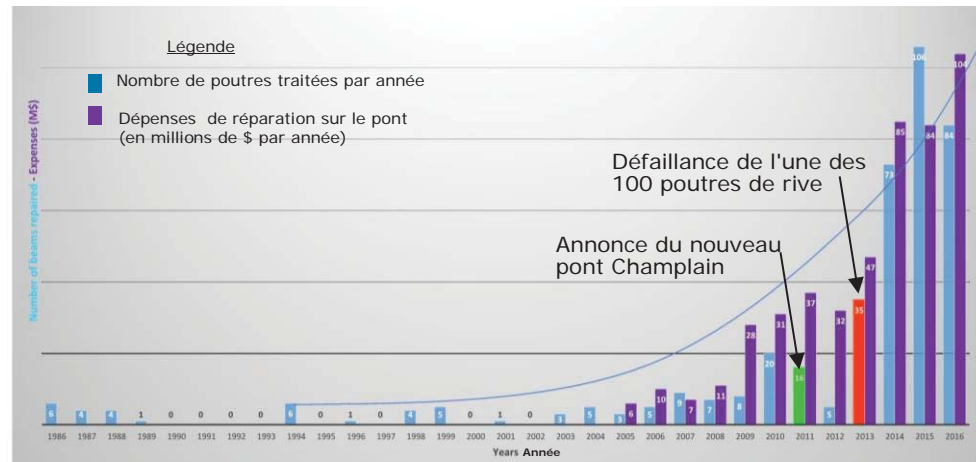


Figure 2 Historique des réparations des poutres du pont Champlain depuis les premières interventions en 1986

### 3.3 Sections 5 et 7 – Dalle du tablier routier

La dalle du tablier routier des travées en béton est le tablier en béton précontraint original. Elle présente des signes de détérioration importante et, compte tenu des détails structuraux, très peu de choses peuvent être faites pour réparer en permanence les endroits gravement corrodés. Dans ces circonstances, PJCCI continue à réparer le tablier localement lorsque des signes de détérioration apparaissent.

La figure 3 montre des signes de détérioration typiques observés sur le soffite des dalles intercalaires du tablier. À certains endroits, on constate des signes de corrosion des câbles de post-tension transversale dans le tablier et ces câbles sont essentiels pour assurer l'intégrité transversale de la dalle de tablier.

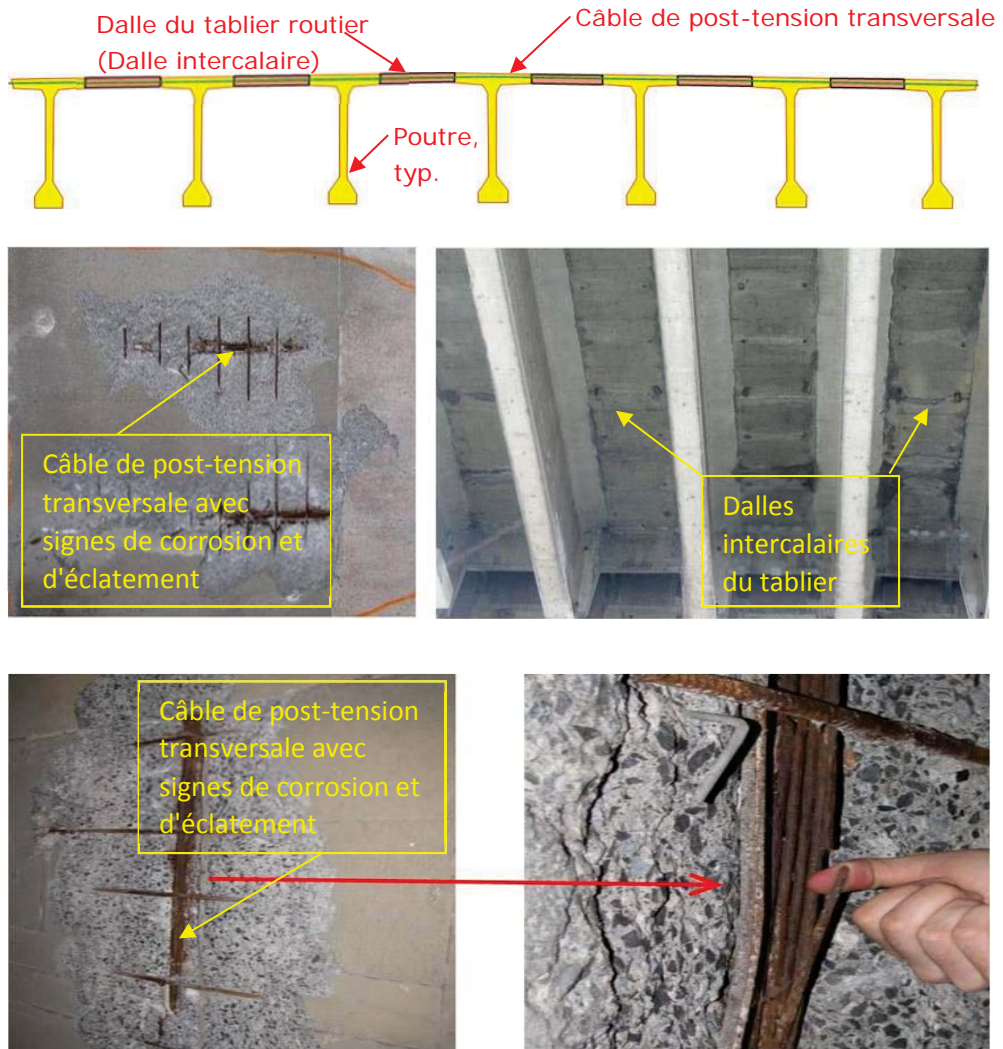


Figure 3 Signes de détérioration observés sur le soffite de la dalle du tablier

COWI prévoit qu'au fil du temps, le nombre de réparations localisées requises sur le tablier sur une base annuelle continuera à augmenter.

Le risque associé au tablier si un problème grave n'est pas identifié par l'équipe d'inspection de PJCCI est une défaillance localisée dans le tablier. Le résultat le plus probable d'une telle défaillance serait la fermeture à court terme d'une ou de deux voies de circulation (dépendant de l'ampleur de la défaillance locale).

Des inspections sont en cours sur le tablier pour aider à gérer les risques. COWI croit que le risque de défaillance localisée est faible et qu'il devrait le demeurer dans les deux scénarios de retard, soit celui de douze mois et celui de vingt-quatre mois. Cependant, plus le nouveau pont sera retardé, plus le nombre de défaillances locales nécessitant des réparations augmentera.

### 3.4 Sections 5 et 7 – Poutres en béton

Les 50 travées des sections 5 et 7 sont constituées de 350 poutres en béton et ces dernières sont parmi les composantes les plus sérieusement détériorées du pont.

L'utilisation de sels de déglacage, le manque de drainage adéquat du tablier dans les 30 premières années de service et l'absence de membrane d'étanchéité ont créé un environnement où l'eau chargée de sel a pénétré dans les poutres en béton, soit en provenance du tablier soit par un écoulement libre par le côté du tablier du pont sur les poutres de rive en béton. La corrosion la plus importante se retrouve dans la post-tension à l'intérieur des poutres, ce qui a entraîné une forte dégradation du béton des poutres ainsi qu'une importante perte de capacité portante: en fait, en 2013, une des poutres en béton a fait l'objet d'une défaillance et une réparation d'urgence a été requise pour sécuriser la structure.

Les signes initiaux de la détérioration du béton et de la corrosion de la post-tension ont été observés dans les années 80 et, au cours des 30 dernières années, des signes croissants de détérioration ont été observés, principalement dans les poutres de rive. Les figures 7 et 8 montrent des signes typiques de détérioration des poutres observés sur un grand nombre des 50 travées en béton. La figure 4 montre les fissures graves observées sur la surface des poutres qui ont été causées par la corrosion des câbles de post-tension. La figure 5 montre des signes de détérioration sévère et d'éclatement sur le soffite de la poutre, au niveau de la mi- travée. La grave détérioration et la défaillance d'une partie de la post-tension ont aussi été observées par des ouvertures exploratoires dans les poutres en béton qui ont été effectuées pour évaluer l'état des câbles de post-tension.

Il est très difficile de déterminer la quantité de perte de section des câbles de post-tension dans une poutre car seules des ouvertures localisées ou des observations en surface sont possibles. Bien que l'on ait tenté de réaliser des essais non destructifs pour déterminer les niveaux de corrosion, il existe encore une incertitude quant à l'état réel et à la perte de section des câbles de post-tension et, par conséquent, quant à la capacité portante des poutres.

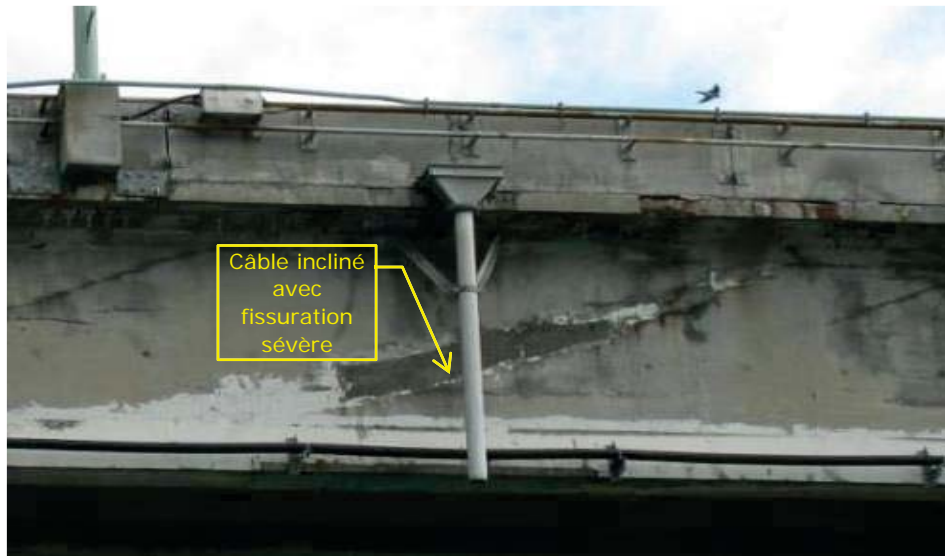


Figure 4 Fissuration sévère, signe de détérioration de la post-tension interne des poutres

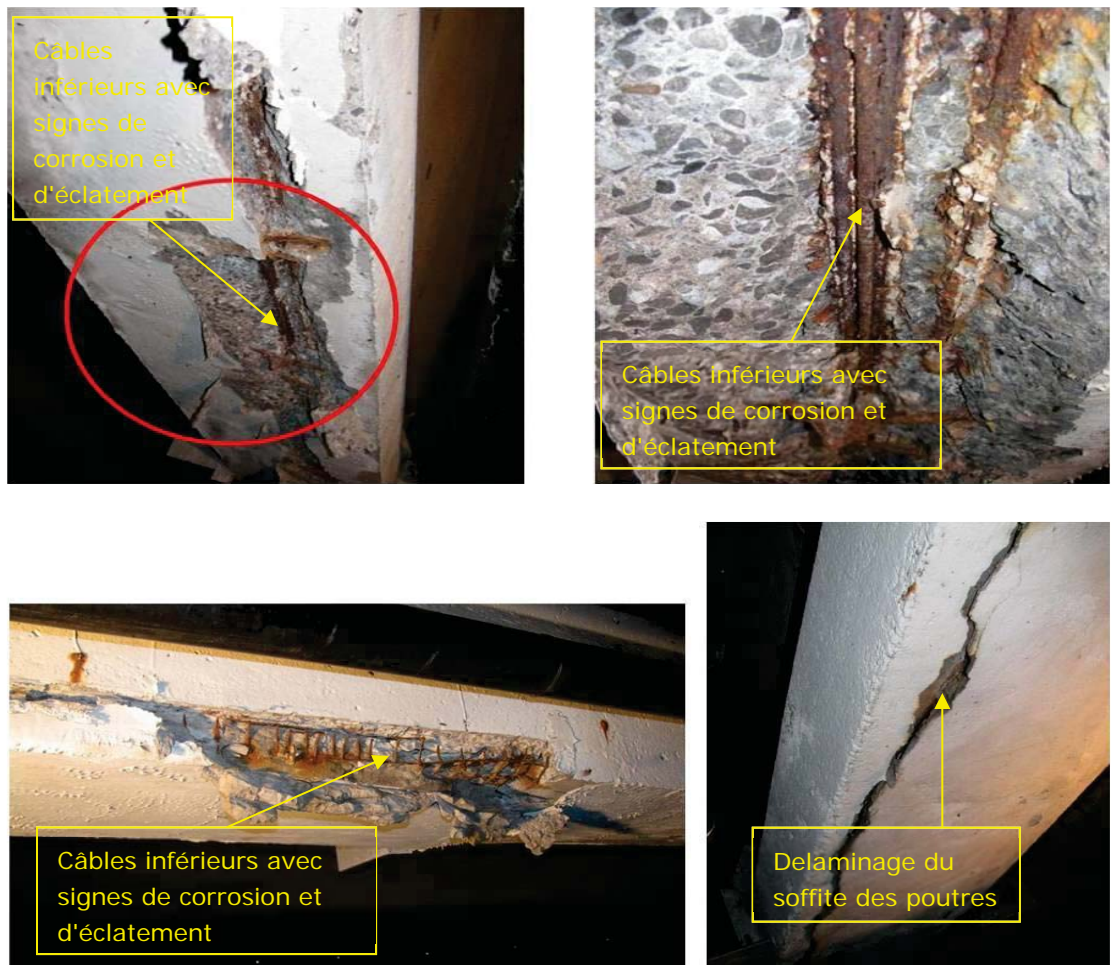


Figure 5 Signes de détérioration des poutres de rive observés



### 3.4.1 100 Poutres de rive en béton

En 2013, l'une des 100 poutres de rive a fait l'objet d'une défaillance structurale très alarmante. Heureusement, dans le cadre de l'approche proactive de PJCCI pour gérer la détérioration du pont, une poutre de support en acier (« super-poutre ») avait été fabriquée en 2009 et entreposée près du pont, prête à être utilisée dans l'éventualité d'une telle défaillance. Suite à la défaillance de cette poutre, PJCCI a mis à jour son programme d'atténuation des risques et lancé une importante campagne de renforcement des poutres pour assurer l'intégrité structurale de l'ensemble des 100 poutres de rive.

Au cours des 4 dernières années, des treillis de support (voir la figure 6) ont été placés sous toutes les poutres de rive en béton, à l'exception de 4 travées où d'autres systèmes de renforcement étaient plus adaptés ou plus économiques et ces treillis ont été conçus pour supporter la totalité de la charge qui résulterait de la défaillance d'une poutre de rive. Comme l'installation des treillis a été achevée sur toutes les travées en mars 2017, le risque de défaillance d'une poutre de rive a été traité efficacement et est considéré comme très faible (et devrait le demeurer dans les deux scénarios de retard, soit celui de douze mois et celui de vingt-quatre mois). Cependant, COWI continue de surveiller le comportement des 100 poutres de rive en béton sur une base quotidienne à l'aide de capteurs et d'un système de surveillance sophistiqué pour évaluer tout changement dans la déformation des poutres.



Figure 6 Treillis de support installés sous les poutres de rive en béton

### 3.4.2 250 Poutres intérieures en béton

On retrouve 250 poutres intérieures en béton dans les sections 5 et 7. Certaines poutres intérieures présentent des signes de détérioration importante et, par

conséquent, le risque associé à ces poutres doit être géré. Des mesures de renforcement ont été conçues, dont certaines ont déjà été mises en œuvre; d'autres le seront en 2018. PJCCI a instrumenté 31 des poutres intérieures les plus détériorées avec des jauges de déformation, et des consultants retenus par PJCCI continuent à inspecter et à surveiller ces poutres de près. COWI considère que le risque de défaillance d'une poutre intérieure est moyen et que, si le nouveau pont est retardé de douze ou de vingt-quatre mois, il augmentera à un niveau « élevé » si les mesures d'atténuation actuelles sont suivies. COWI considère que ce risque demeurera moyen dans les deux scénarios de retard, soit celui de douze mois et celui de vingt-quatre mois, si le plan d'atténuation mis à jour décrit à l'Annexe A est suivi.

Dans l'éventualité improbable d'une détresse majeure dans l'une des poutres intérieures, PJCCI a fait fabriquer 3 « super-poutres » de support, disponibles à être déployées pour sécuriser la poutre en béton en détresse.

L'utilisation d'une super-poutre, installée au-dessus du tablier du pont, pour sécuriser une poutre intérieure aurait un impact important sur la circulation, entraînant la fermeture de deux ou trois voies de circulation. De plus, durant la période pendant laquelle la super-poutre se trouve sur le tablier du pont, il est probable que l'accès au pont soit interdit aux camions et que la voie réservée aux autobus ne soit pas disponible. Cette solution est acceptable en tant que solution de renfort temporaire mais l'installation d'un treillis permanent, en dessous de la poutre défaillante et sous le tablier du pont, serait nécessaire afin de permettre l'enlèvement de la super-poutre et de rétablir la circulation.

### 3.5 Sections 5 et 7 – Diaphragmes en béton

Dans les sections 5 et 7, un grand nombre des 1 272 diaphragmes en béton entre les poutres sont en mauvais état et présentent des signes de détérioration importante (voir la figure 7). À certains endroits, on a observé la corrosion des armatures, l'éclatement du béton et des fissures. Les diaphragmes en béton répartissent la charge entre les poutres sous la circulation et la détérioration de ces composantes augmente la demande sur les poutres et, par conséquent, le risque. Au cours des 4 dernières années, plusieurs diaphragmes ont été renforcés.

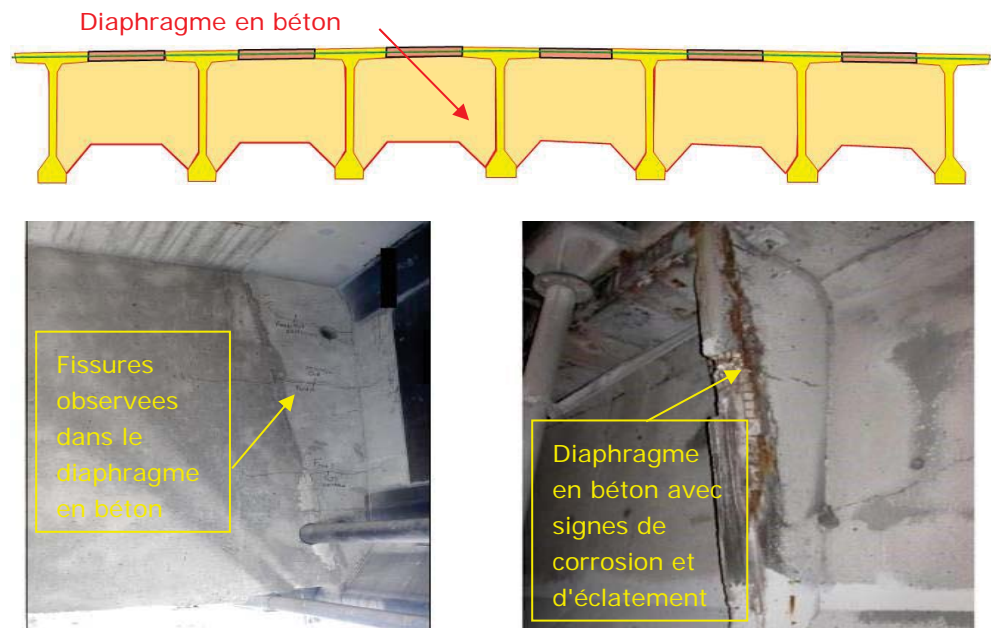


Figure 7 Signes de détérioration observés sur les diaphragmes en béton.

COWI considère que le risque de défaillance d'un diaphragme en béton est moyen et que, si les mesures d'atténuation actuelles sont suivies, le risque augmenterait à « élevé » si quelque délai survenait par rapport au nouveau pont.

La défaillance d'un diaphragme en béton peut nécessiter une fermeture de voie sur le pont jusqu'à ce que le diaphragme soit réhabilité. PJCCI continue de mener des inspections fréquentes pour suivre de près les signes de détresse dans les diaphragmes afin de permettre la mise en œuvre des mesures de renforcement. Dans l'éventualité de la défaillance d'un diaphragme, PJCCI a chargé COWI d'élaborer des concepts pour un diaphragme de remplacement d'urgence dans le cadre du programme d'atténuation des risques mis à jour. COWI considère donc que le risque de défaillance d'un diaphragme en béton demeurera moyen dans les deux scénarios de retard, soit celui de douze mois et celui de vingt-quatre mois, si le plan d'atténuation des risques mis à jour décrit à l'Annexe A est suivi.

### 3.6 Sections 5 et 7 – Chevêtres

Les chevêtres des travées en béton ont fait l'objet de réfection à maintes reprises au cours des années – les interventions les plus importantes ont été réalisées entre 2002 et 2013. À l'époque, une détérioration importante des chevêtres, incluant des fissures structurales, a été observée. Des inspections récentes des chevêtres ont identifié des fissures qui, pourraient être indicatives de détresse structurale (voir la figure 8).



Figure 8 Signes de détérioration observés sur les chevêtres (présentée)

Même avec la réfection et les systèmes de renforcement qui ont été ajoutés aux chevêtres, ils sont très fortement sollicités. En outre, en raison de la détérioration continue, il existe une possibilité qu'il y ait, dans les chevêtres, des défauts non visibles qui pourraient potentiellement affecter leur capacité portante. Comme les chevêtres n'ont pas de redondance, la détresse grave d'un chevetre entraînerait la fermeture complète du pont, et une défaillance totale d'un chevetre entraînerait l'effondrement de deux travées du pont.

COWI considère le risque associé aux chevêtres comme étant moyen. Si les mesures d'atténuation actuelles sont suivies, le risque augmenterait à « élevé » dans un scénario de retard de douze mois et à « très élevé » dans un scénario de retard de vingt-quatre mois. Si le plan d'atténuation mis à jour inclus à l'Annexe A est suivi, COWI considère que le risque associé aux chevêtres diminuera à « faible » d'ici la fin de 2018, puisqu'à ce moment, tous les chevêtres auront été réhabilités.

Des consultants retenus par PJCCI mènent des inspections et effectuent la surveillance de ces importantes composantes sur une base fréquente, ainsi que des analyses détaillées de ces dernières. Suite à l'annonce des retards qui pourraient se prolonger jusqu'à vingt-quatre mois au-delà de la date initiale de mise en service du nouveau pont, PJCCI a pris la décision préventive, que les retards dans le nouveau pont se matérialisent ou non, de mettre en œuvre les mesures d'atténuation additionnelles pour les chevêtres immédiatement, étant donné que le risque est tellement élevé et le fait que les retards ne peuvent être quantifiés au moment présent.

### 3.7 Sections 5 et 7 – Colonnes des piles

Les colonnes des piles ont présenté une certaine détérioration au fil du temps et ont généralement été réparées. Cependant, comme la majeure partie de la charge sur

les colonnes est verticale, la corrosion de l'armature dans les colonnes des piles n'est pas une préoccupation majeure.

COWI considère que le risque associé à la défaillance des colonnes des piles est faible, mais qu'il augmentera à « moyen » si quelque délai survenait par rapport au nouveau pont. Il est à noter que ce niveau de risque est sujet aux conclusions d'inspections futures et d'analyses d'ingénierie.

### 3.8 Sections 5 et 7 – Bases et fondations des piles

La partie des piles qui se trouve sous l'eau (soit la base) ainsi que leurs fondations sont difficiles à inspecter, et n'ont, par conséquent, été inspectées qu'à quelques reprises au cours des dernières années. PJCCI procède à des inspections sous-marines supplémentaires de trois des piles en automne 2017 et mènera 11 inspections supplémentaires d'ici la mi-2018. Les résultats de ces inspections pourraient entraîner l'obligation de procéder à des réfections. Cependant, sur la base des informations actuellement disponibles, COWI estime que le risque associé aux bases et aux fondations des piles est faible et, en supposant que les inspections en cours n'identifient aucun problème, il demeurera faible dans les deux scénarios de retard, soit celui de douze mois et celui de vingt-quatre mois. Il est à noter que ce niveau de risque pourrait changer considérablement suite aux conclusions des inspections sous-marines en cours.

## 4 Mesures d'atténuation des risques

L'actuel pont Champlain a été ouvert à la circulation en 1962. Compte tenu du fait qu'il est relativement jeune, il serait raisonnable de s'attendre à ce que le pont soit en bien meilleur état qu'il ne l'est. Ce n'est malheureusement pas le cas, en raison de détails de conception et de caractéristiques du matériau de béton qui ont entraîné une détérioration prématurée – dont les premiers signes se sont manifestés 25 ans après l'ouverture du pont, ce qui est beaucoup plus tôt que prévu. Au cours des 30 dernières années, le niveau de détérioration n'a cessé d'augmenter, au point où l'actuel pont Champlain est considéré comme étant l'un des ponts d'importance les plus gravement détériorés au Canada.

Depuis de nombreuses années, PJCCI réussit à atténuer le risque associé au pont et c'est sur une base régulière que cette dernière fait face à de nouveaux problèmes en raison de l'incertitude quant à la nature de la détérioration. Les détails de conception et les caractéristiques du matériau de béton intégrés dans le pont d'origine ne permettent cependant pas d'éliminer les problèmes, et les mesures de réhabilitation sont, au mieux, conçues pour réduire le risque. Maintenir le pont ouvert jusqu'à la mise en service initialement prévue du nouveau pont représente déjà un défi. Prolonger la vie du pont au-delà de décembre 2018 exigera d'importantes mesures d'atténuation additionnelles, lesquelles sont résumées dans le présent rapport.

L'actuel programme stratégique d'atténuation des risques est le fruit d'une coopération étroite entre PJCCI et les consultants responsables des travaux d'évaluation (principalement COWI et Stantec), laquelle a permis une approche coordonnée et proactive du maintien du pont. Le programme stratégique d'atténuation des risques a été essentiel pour garantir avec succès un niveau acceptable de sécurité publique et permettre au pont de demeurer ouvert à la circulation. La planification d'atténuation des risques réalisée à ce jour l'a été, en totalité, sur la base que le pont serait mis hors service en décembre 2018. Avec la possibilité que cette date soit retardée pour une période pouvant se prolonger jusqu'à vingt-quatre mois (jusqu'en décembre 2020), des mesures d'atténuation

additionnelles devront être mises en œuvre immédiatement. Le plan d'atténuation des risques mis à jour recommandé par COWI est résumé à l'annexe B.

Comme on a pu le constater en 2013 avec la défaillance inattendue d'une poutre de rive, la capacité portante du pont peut changer très rapidement. La réhabilitation du pont est essentielle pour gérer le risque et maintenir un niveau acceptable de sécurité publique. Cela ne permet cependant pas d'éliminer la possibilité d'une défaillance structurale. Par conséquent et ce, même en procédant à la réhabilitation sur une base continue, des risques considérables subsistent aussi longtemps que le pont demeurera ouvert, incluant le risque accru de fermetures de voies et de fermetures complètes du pont à long terme, et même la possibilité accrue d'un effondrement d'une portion du pont. Étant donné qu'aussi longtemps que le pont demeurera ouvert, ces risques continueront d'augmenter, COWI recommande vivement que PJCCI informe Infrastructure Canada que tout doit être mis en œuvre pour éliminer ou minimiser les retards dans l'ouverture du nouveau pont.

## 5 Conclusions

L'actuel pont Champlain a été ouvert à la circulation en 1962. Compte tenu du fait qu'il est relativement jeune, il serait raisonnable de s'attendre à ce que le pont soit en bien meilleur état qu'il ne l'est. Ce n'est malheureusement pas le cas, en raison de détails de conception et caractéristiques du matériau de béton qui ont entraîné une détérioration prématurée, dont les premiers signes se sont manifestés 25 ans après l'ouverture du pont, ce qui est beaucoup plus tôt que prévu.

Depuis de nombreuses années, PJCCI réussit à atténuer le risque associé au pont et c'est sur une base régulière que cette dernière fait face à de nouveaux problèmes en raison de l'incertitude quant à la nature de la détérioration. Les détails de conception et les caractéristiques du matériau de béton intégrés dans le pont d'origine ne permettent cependant pas d'éliminer les problèmes, et les mesures de réhabilitation sont, au mieux, conçues pour réduire le risque. Maintenir le pont ouvert jusqu'à la mise en service initialement prévue du nouveau pont représente déjà un défi. Prolonger la vie du pont au-delà de décembre 2018 exigera d'importantes mesures d'atténuation additionnelles, lesquelles sont résumées dans le présent rapport.

En 2011, Delcan a procédé à une évaluation du pont et résumé que le pont est dans un état qui exige une vigilance extrême afin de le maintenir en service en toute sécurité, même pour une période relativement courte.

La détérioration du pont s'est considérablement aggravée au cours des six années qui se sont écoulées depuis l'achèvement du rapport Delcan. En 2013, PJCCI a mis en place un plan quinquennal d'atténuation des risques afin de faire face aux niveaux croissants de détérioration et de maintenir un niveau de sécurité structurale acceptable jusqu'à la mise hors service du pont prévue en 2018. Ce plan a, au cours des 4 dernières années, été mis à jour régulièrement et mis en œuvre efficacement, et a même été confronté à la défaillance d'une poutre qui est survenue en 2013 et entraîné la fermeture partielle du pont pendant plusieurs semaines. Cependant, puisque le nouveau pont est maintenant possiblement retardé de douze ou vingt-quatre mois, un nouveau plan d'atténuation des risques doit être élaboré et mis en



place afin de maintenir un niveau de sécurité structurale acceptable au-delà de décembre 2018.

COWI estime que l'actuel pont Champlain a largement excédé sa durée de vie effective et qu'il est « entre la vie et la mort ». Le niveau de détérioration n'a cessé d'augmenter, au point où l'actuel pont Champlain est considéré comme étant l'un des ponts d'importance les plus gravement détériorés au Canada.

Compte tenu de l'état gravement détérioré du pont et de l'augmentation exponentielle projetée de la détérioration au fil du temps, la possibilité de devoir maintenir le pont actuel opérationnel pendant une ou deux années supplémentaires au-delà du 1er décembre 2018 posera d'importants défis. Par conséquent, COWI recommande vivement que PJCCI informe Infrastructure Canada que tout doit être mis en œuvre pour éliminer ou minimiser les retards dans l'ouverture du nouveau pont. Plus l'actuel pont Champlain demeurera ouvert à la circulation longtemps, plus il s'avèrera difficile pour PJCCI d'assurer la sécurité publique.

L'actuel pont Champlain comporte de nombreuses composantes différentes, dont certaines sont plus détériorées que d'autres. Le tableau ci-dessous résume l'évaluation par COWI du niveau de risque pour chaque composante majeure du pont et la façon dont ces risques pourraient évoluer en fonction des différents scénarios de retard et des différents plans d'atténuation. Les « mesures d'atténuation actuelles » sont celles qui ont été planifiées et mises en œuvre par PJCCI en fonction de l'ouverture du pont en décembre 2018, alors que le « plan d'atténuation mis à jour » est le plan requis pour maintenir le pont actuel ouvert à la circulation à cause du retard de douze ou vingt-quatre mois dans l'ouverture du nouveau pont.

Composante du pont	Niveau de risque (Voir note 1)			
	Sept 2017	Déc 2018	Déc 2019 Retard de 12 mois	Déc 2020 Retard de 24 mois
<b>Section 6 – Toutes les composantes (travées de treillis)</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Faible	Faible	Faible	Moyen
Plan d'atténuation mis à jour	Faible	Faible	Faible	Moyen
<b>Sections 5 et 7 – Dalle du tablier routier</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Faible	Faible	Faible	Faible
Plan d'atténuation mis à jour	Faible	Faible	Faible	Faible
<b>Sections 5 et 7 – 100 Poutres de rive (Voir note 2)</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
Plan d'atténuation mis à jour	Très faible	Très faible	Très faible	Très faible
<b>Sections 5 et 7 – 250 Poutres intérieures</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Moyen	Moyen	Élevé	Élevé
Plan d'atténuation mis à jour	Moyen	Voir note 3	Voir note 3	Voir note 3
<b>Sections 5 et 7 – 1 272 Diaphragmes</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Moyen	Moyen	Élevé	Élevé
Plan d'atténuation mis à jour	Moyen	Voir note 3	Voir note 3	Voir note 3
<b>Sections 5 et 7 – Chevêtres (Voir note 4)</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Moyen	Élevé	Très élevé	Très élevé
Plan d'atténuation mis à jour	Moyen	Voir note 4	Voir note 4	Voir note 4
<b>Sections 5 et 7 – Colonnes des piles</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Faible	Faible	Moyen	Moyen
Plan d'atténuation mis à jour	Faible	Voir note 5	Voir note 5	Voir note 5
<b>Sections 5 et 7 – Bases et fondations des piles</b>				
Mesures d'atténuation actuelles	Faible	Faible	Faible	Faible
Plan d'atténuation mis à jour	Faible	Voir note 6	Voir note 6	Voir note 6

**Notes:**

1. Les estimations pour les niveaux de risque futurs sont incertaines, car il est impossible de prédire les effets de la détérioration.
2. Le risque a été traité efficacement, puisque l'installation des treillis sur toutes les travées a été achevée en mars 2017.
3. Le niveau de risque demeure moyen pour le plan d'atténuation mis à jour, mais PJCCI disposera d'outils pour sécuriser les composantes dans l'éventualité de détresse pour réduire le risque au-delà de décembre 2018.
4. Les chevêtres sont actuellement considérés comme présentant un risque moyen et, avec une possible détérioration, le risque serait considéré « élevé ». À l'heure actuelle, la fréquence des inspections est passée de 6 mois à 3 mois et compte tenu des retards possibles dans l'ouverture du nouveau pont, il est prévu que des mesures d'atténuation additionnelles seront mises en œuvre. Il est à noter que les chevêtres sont présentement les composantes les plus critiques du pont compte tenu de leur état et des conséquences de leur défaillance.
5. Le niveau de risque est sujet aux conclusions d'inspections futures et d'analyses d'ingénierie.
6. Le niveau de risque pourrait changer considérablement suite aux conclusions des inspections sous-marines.

COWI estime que chacun des risques susmentionnés est présentement à un niveau acceptable pour que PJCCI puisse maintenir le pont ouvert à la circulation. Les mesures d'atténuation recommandées dans le présent rapport incluant, en particulier, le renforcement des chevêtres, doivent être mises en œuvre. Dans l'éventualité où des inspections ou la surveillance révélaient de nouveaux défauts structuraux ou de détériorations du matériau, il pourrait devenir nécessaire de procéder à la fermeture de certaines voies ou peut-être même du pont en entier pour une durée indéterminée.

Il est très difficile d'estimer le montant du financement qui sera nécessaire pour réhabiliter et renforcer le pont en raison des incertitudes quant à son état actuel et à la progression de la détérioration jusqu'à l'ouverture du nouveau pont à la circulation. COWI recommande toutefois que PJCCI dispose d'un financement d'un montant pouvant aller jusqu'à 250 millions de dollars si le nouveau pont accuse un retard de vingt-quatre mois. Si le nouveau pont accuse un retard de douze mois, un montant de 200 millions est recommandé.

Il est essentiel, pour gérer les risques et maintenir un niveau acceptable de sécurité publique, de suivre le plan d'atténuation mis à jour ce qui, cependant, ne peut éliminer la possibilité d'une défaillance structurale. Par conséquent et ce, même en procédant à la réhabilitation sur une base continue, il demeure qu'aussi longtemps que le pont demeurera ouvert, des risques considérables subsistent, incluant le risque accru de fermetures de voies et de fermetures complètes du pont à long terme, et même la possibilité accrue d'un effondrement d'une portion du pont. La fermeture du pont aurait un impact dévastateur sur le public voyageur et sur l'économie de la région de Montréal.

En résumé, COWI est d'avis que PJCCI doit continuer à être vigilant en inspectant, en surveillant, en évaluant et, lorsque nécessaire, en renforçant le pont. Infrastructure Canada doit faire tous les efforts possibles pour éliminer ou pour réduire considérablement le retard dans l'ouverture du nouveau pont.

## Annexe A Description du pont actuel

### A.1 Description de la structure

L'actuel pont Champlain a été ouvert à la circulation en 1962, Il s'agit d'une structure de 3,4 km de longueur comprenant une travée principale de treillis en acier en porte-à-faux au-dessus de la Voie maritime du Saint-Laurent flanquée, de chaque côté, de deux travées de treillis en acier (collectivement appelées la « section 6 »), et 50 travées en béton (sections 5 et 7). Le pont compte six voies de circulation, trois dans chaque direction. Voir la Figure A9 pour un aperçu de l'ensemble du pont.



Figure A9 Vue générale du pont Champlain

### A.2 Section 6 – Travées de treillis en acier

La Figure A10 montre l'agencement général de la section 6, constituée de quatre travées de treillis en acier sous le tablier et 3 travées principales de treillis. Ces 7 travées sont supportées par 8 piles en béton (4W à 4E).

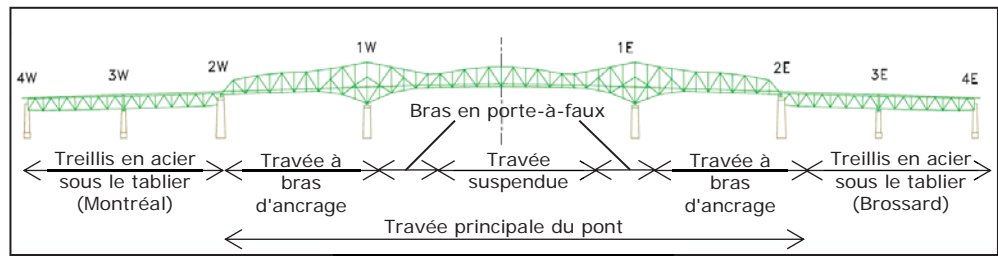


Figure A10 Agencement général des travées de treillis en acier dans la section 6

Chacune des quatre travées de treillis sous le tablier (78,0 m pour les travées 4W-3W, 3E-4E et 78,5 m pour les travées 3W-2W et 2E-3E – voir la Figure A10) est constituée de quatre treillis en acier en appui simple surmontés d'un tablier orthotrope qui supporte la circulation routière.

La travée principale du pont est constituée de trois treillis en acier de type porte-à-faux s'étendant sur trois travées. Chaque treillis est constitué de cinq parties distinctes : deux travées à bras d'ancrage (117,5 m), deux bras en porte-à-faux (48,9 m) et une travée suspendue (117,5 m) comme le montre la Figure A10. La circulation est supportée par un tablier orthotrope, situé près de la membrure inférieure des treillis.

### A.3 Sections 5 et 7– Travées en béton

Chacune des 50 travées en béton dans les sections 5 et 7 est un système en appui simple et possède une coupe transversale de 7 poutres préfabriquées précontraintes (voir la Figure A11). La dalle du tablier entre les semelles supérieures des poutres au niveau du tablier est constituée de dalles intercalaires coulées en place. Il y a des diaphragmes entre les poutres, à la fois aux points d'appui et à l'intérieur de la travée. Le tablier est précontraint dans la direction transversale dans la dalle et dans les diaphragmes. Les semelles supérieures des poutres et des dalles intercalaires coulées en place constituent le tablier sur lequel on retrouve une surface de roulement en asphalté. Il en résulte une structure hautement intégrée, à la fois dans la direction longitudinale et dans la direction transversale.



Figure A11 Travée en béton typique dans les sections 5 & 7

La longueur des travées en béton varie de 51,4 m à 53,7 m. Une poutre en béton typique est renforcée avec vingt-quatre câbles internes de post-tension. Les câbles ont un profil parabolique, avec quatorze câbles ancrés aux extrémités de la poutre et jusqu'à dix câbles ancrés sur le dessus de la poutre. La Figure A12 montre une coupe typique du tablier du pont ainsi qu'un aperçu de l'élévation des câbles de post-tension de la poutre.

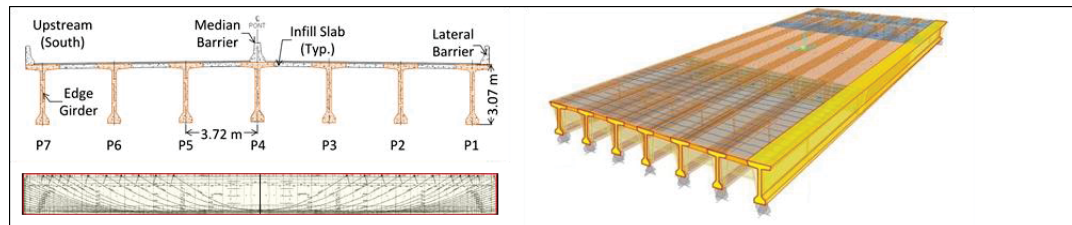


Figure A12 Coupe transversale d'un tablier de travée en béton typique, dans les sections 5 et 7, et l'élévation d'un système de post-tension interne de poutre

## Annexe B Plan d'atténuation des risques mis à jour recommandé

En raison du retard possible de douze ou vingt-quatre mois dans l'ouverture du nouveau pont et afin de maximiser la possibilité de maintenir le pont ouvert à la circulation jusqu'à ce que le nouveau pont soit ouvert à la circulation, COWI recommande que les mesures d'atténuation existantes se poursuivent comme prévu et recommande de plus ce qui suit:

- 1 Augmenter la fréquence d'inspection des poutres intérieures les plus détériorées dans les sections 5 et 7 à deux fois par année. (COWI définira quelles sont ces poutres, mais on s'attend à ce que ce soit approximativement 50 des 250 poutres intérieures).
- 2 Augmenter la fréquence d'inspection des chevêtres dans les sections 5 et 7 à une fois tous les 3 mois jusqu'à ce que des mesures de réhabilitation puissent être mises en place.
- 3 Procéder immédiatement à la conception de mesures de réhabilitation pour tous les chevêtres dans les sections 5 et 7 (cible pour l'achèvement de la conception: avant mi-octobre 2017).
- 4 Mettre en place, dans les plus brefs délais, les mesures de réhabilitation pour tous les chevêtres dans les sections 5 et 7 (cible pour l'achèvement: avant la fin de 2018). COWI établira la priorité des installations en fonction des informations recueillies dans le cadre des inspections ainsi que des calculs afin de traiter en priorité les chevêtres les plus critiques.
- 5 Développer, dans les plus brefs délais, un ensemble de mesures de réhabilitation pouvant servir de réparation d'urgence pour les chevêtres des sections 5 et 7 dans l'éventualité où une défaillance soudaine doit être traitée (cible pour l'achèvement de la conception: mi-octobre 2017 et pour la fabrication : fin février 2018).
- 6 Concevoir et mettre en place des mesures de réhabilitation pour la partie sous-marine des piles si des problèmes sont découverts au cours des inspections ou si des calculs d'ingénierie démontrent que des réparations sont nécessaires.
- 7 Au fur et à mesure que le temps passe et que la détérioration accélère, il pourrait devenir nécessaire d'installer des instruments de mesure additionnels sur un plus grand nombre de poutres intérieures dans les sections 5 et 7, telles qu'identifiées par COWI. (Un total de 50 poutres est à prévoir, dont 31 ont déjà été équipées). Cible pour l'achèvement de l'installation : fin décembre 2017.
- 8 Installer des instruments de mesure sur certains des chevêtres dans les sections 5 et 7 (cible pour l'achèvement de l'installation: fin décembre 2017).
- 9 Concevoir et fabriquer, d'ici l'été 2018, un treillis d'urgence qui sera, en cas de besoin, installé entre les piles sous une poutre intérieure.
- 10 Concevoir et fabriquer un diaphragme de remplacement d'urgence qui sera, en cas de besoin, installé sur un diaphragme en difficulté.