

**RAPPORT SYNTHÈSE
PROJET DE RECHERCHE R 392-1**

**Conception de systèmes d'ancrages et
de supports de conduits de services publics
attachés aux ponts**

RAPPORT SYNTHÈSE PROJET DE RECHERCHE R 392-1

CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ANCRAGES ET DE SUPPORTS DE CONDUITS DE SERVICES PUBLICS ATTACHÉS AUX PONTS

Produit par :

Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU)
321, rue de la Commune Ouest
Bureau 200
Montréal, Québec
H2Y 2E1

*Tous droits réservés. Le contenu de cet ouvrage ne peut être reproduit,
en tout ou en partie, sans autorisation écrite du CERIU et du Ministère des Transports
du Québec.*

**RAPPORT SYNTHÈSE
PROJET DE RECHERCHE R 392-1**

**CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ANCRAGES ET DE SUPPORTS DE CONDUITS DE SERVICES
PUBLICS ATTACHÉS AUX PONTS**

Liste des membres du Comité technique pour la réalisation du projet de recherche :

| | |
|---|--|
| M. Louis-Marie Bélanger , ing. | Ministère des Transports du Québec Direction des Structures |
| M. Ronald F. Blanchet , ing. M. Sc. | Ministère des Transports du Québec Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures Chargé du projet de recherche |
| M. Serge A. Boileau , ing. M.gest. | CERIU Chercheur principal |
| M. Denis Bordeleau | Bell Canada |
| M. Martin Champoux , ing. | Commission des services électriques de la Ville de Montréal |
| M. Raymond Cossette , ing. | Hydro-Québec |
| M. Joseph Jovenel Henry , ing. M.ing | CERIU Rédacteur du Rapport, secrétaire du Comité technique |
| M. Pierre Lavallée , ing | Gaz Métro |
| M. Florent Memme , ing. M.B.A. | CERIU Chercheur principal |
| M. Michel Meunier , ing. | Ville de Montréal Direction Transport et Réseau artériel |
| M. Claude Sabourin , ing. | Ministère des Transports du Québec Direction Laval Mille-Îles |

**RAPPORT SYNTHÈSE
PROJET DE RECHERCHE R 392-1**

**CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ANCRAGES ET DE SUPPORTS DE CONDUITS DE SERVICES
PUBLICS ATTACHÉS AUX PONTS**

Liste des personnes invitées à diverses rencontres du Comité technique :

| | |
|--|---|
| Madame Lucie Parrot , ing. M.ing. | CVS Services professionnels en Analyse de la Valeur |
| M. Pierre-Denys Cliche | Bell Canada |
| M. Michel Martin , ing | Hilti (Canada) Corporation |
| M. John D'Agata | FRE COMPOSITES Inc. |
| M. Bryan W. Kinard | BRIDGES KNOWLEDGE Consultant |
| M. Yves Rajotte | Chercheur IREQ |

**RAPPORT SYNTHÈSE
PROJET DE RECHERCHE R 392-1**

**CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ANCRAGES ET DE SUPPORTS DE CONDUITS DE SERVICES
PUBLICS ATTACHÉS AUX PONTS**

Liste des personnes tenues informées du projet de recherche:

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| M. Richard Charpentier | Ministère des Transports du Québec |
| M. Jean Audet | Ville de Gatineau |
| M. Claude Goulet | Ville de Québec |
| M. Paul Laberge | Ville de Montréal |
| M. Jean Binette | Ville de Longueuil |
| M. Alain Caissy | Hydro-Québec |
| M. André Aubin | Ville de Montréal |
| M. Emmanuel Morin | GazMétro |
| Madame Nancy Rancourt | Bell Canada |
| M. Pierre Ménard | Vidéotron Inc. |

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Le but de ce projet de recherche, réalisé dans le cadre des projets de Réseaux Techniques Urbains et du contrat 2520-02-BD05 avec le ministère des Transports du Québec, est d'évaluer et d'améliorer les pratiques concernant les systèmes d'ancrages et de support de conduits de services publics sur les ponts.

Le projet de recherche vise les conduits de services publics, faisant partie, notamment des réseaux de distribution d'énergies et de télécommunications.

Le projet couvre également les dispositions relatives à la protection ou la relocalisation des conduits, ainsi qu'à l'amélioration des façons de faire chez tous les intervenants propriétaires ou locataires des dits conduits de services publics lors des travaux d'entretien de réfection ou de reconstruction de ponts.

La méthodologie retenue pour développer de nouveaux concepts d'ancrage et de support repose sur :

- Réalisation d'une revue de la littérature concernant les pratiques d'installation de conduits de services publics aux ponts et les différents systèmes de supports et d'ancrages utilisés.
- Consultation de spécialistes, soit les deux fabricants distributeurs de conduits et de systèmes d'ancrages, et recherche technologique approfondie auprès des concepteurs internes ou externes des entreprises de services publics.
- Consultation supplémentaire sur des questions aux niveaux normatif et réglementaire.
- Analyse et valorisation des concepts et systèmes de supports et d'ancrages, selon le plan de travail de l'analyse de la valeur.
- Identification des opportunités d'ajustement ou d'élaboration des normes, avec une grille multicritères et tableau résumé.
- Création d'un Cahier de charges fonctionnelles détaillées, selon la norme de l'Association française de l'analyse de la valeur.
- Élaboration des processus de conception (ingénierie) conjointe pour les projets d'installation de conduits sur les ponts et réciproquement pour les projets d'entretien ou de construction de ponts.
- Rédaction de rapports d'étapes et du rapport final, selon les normes de rédaction des rapports de recherche

Tous les partenaires du projet de recherche en sont venus à un consensus afin d'optimiser la conception des projets afin de minimiser les inconvénients reliés à la présence conduits de services publics attachés aux ponts.

Le projet de recherche aura permis de :

- Établir que l'installation de conduits de services publics sur les ponts ne peut être réalisée qu'en tout dernier ressort;
- Introduire les innovations nécessaires pouvant contribuer au développement de meilleures pratiques au Ministère, aux municipalités et dans les entreprises;
- Normaliser les pratiques en matière d'installation de conduits sur les ponts et ouvrages d'art;
- Élaborer les processus de conception (ingénierie) conjointe des projets.

Ce projet de recherche servira de guide pour l'élaboration de normes, de procédures et d'autres documents visant à consigner les bonnes pratiques relatives à l'installation des systèmes d'ancrages et de support de conduits de services publics sur les ponts.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| SOMMAIRE EXÉCUTIF | 6 |
| TABLE DES MATIÈRES | 8 |
| ACRONYMES ET DÉFINITIONS | 9 |
| 1. INTRODUCTION | 11 |
| 1.1 APERÇU HISTORIQUE ET CONTEXTE | 11 |
| 1.2 CHARTE, OBJECTIFS, MÉTHODOLOGIE DU PROJET | 12 |
| 1.3 DOCUMENTATION SUR LES PRATIQUES COURANTES | 15 |
| 1.4 SITUATION ACTUELLE AU QUÉBEC | 15 |
| 2. ÉTAT DES ÉCHANGES AU SEIN DU COMITÉ TECHNIQUE | 16 |
| 2.1 RENCONTRES ET SUJETS ABORDÉS | 16 |
| 2.2 ORIENTATIONS DÉGAGÉES | 18 |
| 2.3 CONTRIBUTION ET ADHÉSION DES PARTENAIRES RTU | 20 |
| 3. COMPOSANTES DU PROJET DE RECHERCHE APPLIQUÉE | 22 |
| 3.1 RAPPORT D'ÉTAT DES CONNAISSANCES | 22 |
| 3.2 UTILISATION DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNELLES | 27 |
| 3.3 ÉTABLISSEMENT D'UN CAHIER DES CHARGES POUR CHAQUE TYPE DE SERVICES PUBLICS | 28 |
| 3.4 DÉMARCHE D'INGÉNIERIE CONJOINTE ET FICHES –PROJET (POUR LES DEUX TYPES DE DEMANDES) | 29 |
| 4. BILAN ET PERSPECTIVE | 33 |
| 4.1 BILAN | 33 |
| 4.2 PERSPECTIVE POUR CHAQUE PARTENAIRE | 37 |
| 4.3 CERIU | 42 |
| 5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS | 44 |
| 5.1 CONCLUSION | 44 |
| 5.2 RECOMMANDATIONS | 44 |
| ANNEXE | 45 |

ACRONYMES ET DÉFINITIONS

| | |
|-------------------------------|--|
| AASHTO | American Association of State Highway and Transportation |
| CdCF | Cahier des Charges Fonctionnelles |
| Comité technique | Comité de travail chargé de; réaliser le plan de travail pour le projet de recherche. Il est composé des représentants de chacune des entreprises. |
| CSEM | Commission des Services Électriques de Montréal |
| Demande d'intervention | Formulaire descriptif officiel à remplir par le requérant pour initier l'analyse d'un dossier d'intervention et émettre le consentement municipal |
| Emprise routière | Surface occupée par une route et ses dépendances et incorporée au domaine de la collectivité publique |
| Entreprise (s) RTU | Désigne une ou des entreprises impliquées dans la distribution de services RTU |
| FRE | Fibre Renforcée d'Époxy |
| Intervenant | Toute personne concernée lors des travaux sur les ponts |
| IREQ | Institut de recherche d'Hydro-Québec |
| MTQ | Ministère des Transports du Québec |
| Ouvrage d'art | Construction nécessaire à l'établissement et à l'exploitation d'une voie de communication tels un pont, un tunnel, un mur. |
| Partenaire | Définit les participants au projet de recherche |
| Pont | Ouvrage d'art permettant de franchir un cours d'eau, des voies de circulation routière ou ferroviaire ainsi que tout autre obstacle |

| | |
|-------------------------------|---|
| Pont d'étagement | Ouvrage d'art permettant de franchir des voies de circulation routière ou ferroviaire (Au Québec, le terme viaduc est généralement associé à ce qu'il est convenu d'appeler un pont d'étagement) |
| Propriétaires de ponts | Au Québec, la majorité des ponts sont sous juridiction du Ministère des Transports ou des Municipalités |
| RTU | Désigne les réseaux techniques urbains qui comprennent entre autres, l'électricité, le gaz naturel, le chauffage urbain, les télécommunications et la cablô-distribution |
| Services publics | Désigne l'ensemble des réseaux de services publics présents dans une emprise routière y incluant, sans s'y limiter, les RTU, l'éclairage, les signaux lumineux, les conduites d'aqueduc et d'égouts |

1. INTRODUCTION

1.1 APERÇU HISTORIQUE ET CONTEXTE

Le projet de recherche qui fait l'objet du présent rapport s'inscrit dans le cadre plus large du Guide de Gestion des Réseaux Techniques Urbains. Dans ce Guide déjà, une section a été incluse dans le chapitre 4 concernant les mécanismes de concertation de conduits de services publics sur les ponts. En fait, ce projet a été initié au sein du comité directeur des projets RTU (Réseaux Techniques Urbains).

Le projet de recherche a été conçu, en concertation avec les grandes entreprises de services publics et partenaires du CERIU (Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines), afin de répondre à de multiples besoins au niveau technique, ainsi qu'au niveau monétaire. Des économies importantes sont recherchées par une conception conjointe des projets.

Les propriétaires de ponts ont souvent autorisé dans le passé l'installation de conduits sur des ponts sans évaluer d'une façon rigoureuse les impacts techniques et économiques de leur présence sur l'entretien à long terme de ces ponts.

Les propriétaires de ponts ont aussi procédé, depuis de nombreuses années, à la réfection et la reconstruction des ponts. L'âge des dites structures entraîne le besoin d'actions concrètes pour les rendre conformes aux nouvelles normes de sécurité et de conception des structures. Lors de ces travaux, la présence de conduits occasionne des frais additionnels aux entreprises et aux propriétaires pour leur protection ou leur relocalisation. Ces conduits de services publics ont été installés avec l'autorisation ou le consentement du Ministère et des municipalités, sans toujours tenir compte de la planification à moyen et long terme des activités d'entretien et d'exploitation de ces équipements attachés ou souvent enfouis dans les ponts.

Les conduits de services publics installés sur les ponts du Ministère et des municipalités peuvent être contraignants en raison de leur positionnement, de leurs systèmes d'ancrage ou la dimension des dits conduits. Cela a pour effet de rendre plus complexes et plus onéreuses, les activités d'inspection, d'entretien, de réfection et de reconstruction des ponts.

Ce projet touche l'ensemble des ponts routiers et autres ouvrages d'art présents sur tous les types de routes du Ministère et des municipalités, incluant les ponts autoroutiers et les ponts d'étagement, ainsi que les réseaux de conduits de services publics pour la distribution d'énergie et de télécommunications.

Ce projet de recherche concerne la conception pour l'installation, l'inspection et l'entretien de systèmes d'ancrages et de supports de conduits de services publics, lorsque ces conduits sont autorisés par les propriétaires de ponts. Ce projet se situe donc dans le cadre des démarches de gestion globale des services publics à l'intérieur des emprises routières du Ministère.

Le projet couvre également les dispositions à prendre pour la protection, la modification, la relocalisation des conduits de services publics attachés aux ponts. Lesquels ponts doivent faire l'objet d'inspections, de travaux d'entretien, de réfection et de reconstruction.

Une évaluation du dossier au cours des cinq dernières années, a permis d'identifier des opportunités d'économie et d'amélioration des pratiques chez toutes les entreprises de services publics, propriétaires d'emprises.

1.2 CHARTE, OBJECTIFS, MÉTHODOLOGIE DU PROJET

1.2.1 Charte du projet

La charte, présentée à l'annexe 1, a été élaborée avec les partenaires préalablement au projet. Elle couvre les éléments suivants : but, objectifs spécifiques, bénéfiques, inclusions, exclusions, livrables, stratégie, échéancier, mode de réalisation.

1.2.1.1 Livrables

Les livrables du projet de recherche sont ainsi répertoriés :

- Rapport d'état des connaissances locales, comme à l'échelle mondiale
- Processus de communication, incluant l'analyse des pratiques
- Cahier des charges fonctionnelles et grille d'évaluation des systèmes d'ancrage
- Liste des innovations potentielles et pistes de solutions
- Proposition d'études détaillées
- Rapport synthèse suivi d'un rapport final.

1.2.1.2 Stratégie

Ce projet de recherche a été mené en synergie avec les entreprises de services publics ainsi qu'avec les fournisseurs de systèmes de supports de conduits ainsi que les concepteurs de ces ouvrages.

1.2.1.3 Échéancier

La période de réalisation du projet de recherche s'étend du 12 janvier 2003 au 12 décembre 2003, soit pour une durée de 11 mois.

Suite à certains imprévus, la période de réalisation du projet a été repoussée à décembre 2004.

Les jalons qui étaient prévus dans la production des différents biens livrables sont précisés dans le tableau ci-joint à l'annexe 2.

1.2.1.4 Description du projet

Les conduits de services publics présents sur les ponts du MTQ et des municipalités peuvent être contraignants en raison de leur positionnement, de leurs systèmes de supports ou la dimension de ces conduits. Cela a pour effet de rendre plus complexes et plus coûteuses, les activités d'inspection, d'entretien et de réfection des ponts.

Toute nouvelle installation devrait être conçue selon des paramètres permettant de rejoindre des objectifs de réduction de contraintes d'exécution de travaux sur les ponts, d'améliorer la qualité d'exécution de ces travaux, et d'augmenter la durée de vie des ouvrages, incluant les systèmes de supports de conduits de services publics. Des économies importantes sont recherchées par une conception conjointe des projets d'installation et de déplacement de conduits de services publics sur les ponts.

Le projet de recherche vise donc, à documenter adéquatement le sujet en précisant ou en développant de nouvelles façons de faire pour que les entreprises puissent s'installer, s'il y a lieu, sur les ponts du MTQ ou d'une municipalité, selon des critères prédéterminés, sans que ces derniers assument les inconvénients techniques et économiques de leur présence.

Le côté novateur du projet de recherche est d'adopter une approche dite de mandats à plusieurs clients, en précisant, préalablement à la conception des projets, tous les paramètres de performance désirés par les intervenants propriétaires de ponts et de conduits de services publics, et ce, avec un cahier de charges fonctionnelles détaillées.

1.2.1.5 Mode de réalisation

Le CERIU, par le biais de son représentant, agira comme maître d'œuvre du projet de recherche en suivant rigoureusement le présent devis et le plan de travail élaboré par le Comité directeur du projet, lequel Comité est composé d'entreprises de services publics et de partenaires municipaux.

Le chargé du projet de recherche pour le MTQ est Ronald F. Blanchet, ingénieur du Service des technologies d'exploitation.

Un comité de suivi est mis en place, pour le MTQ, avec un représentant de la Direction des structures, d'un représentant d'une Direction territoriale et du chargé de projet au Service des technologies d'exploitation.

1.2.2 Objectifs du projet

Ce projet de recherche est de nature appliquée et les objectifs poursuivis consistent à :

- Amélioration des pratiques concernant la conception, l'installation, l'entretien et l'exploitation de conduits de services publics sur les ponts, mais aussi améliorer les conditions d'inspection des ponts du MTQ et des municipalités, ainsi que leur entretien et leur reconstruction.

- Établissement du processus de conception conjointe (ingénierie) des projets d'entretien et de reconstruction des ponts et ouvrages d'art, sur lesquels des conduits de services publics sont présents.
- Établissement du processus de conception conjointe (ingénierie) dans le cadre de projets d'installation des conduits de services publics sur des ponts et ouvrages d'art, incluant le choix des composantes et la faisabilité de leur mise en place
- Introduction des innovations techniques favorisant le développement des meilleures pratiques au MTQ, dans les municipalités et dans les entreprises de services publics.
- Incitation des entreprises de services publics à une certaine uniformisation des méthodes et des systèmes de support et d'ancrages de conduits sur les ponts.

1.2.3 Méthodologie

Le plan d'action suivant indique le cheminement établi pour la réalisation complète du projet de recherche :

- Réalisation d'une revue de la littérature concernant les pratiques d'installation de conduits de services publics sur les ponts et les différents systèmes de supports utilisés.
- Consultation de spécialistes, soit les deux fabricants distributeurs de conduits et de systèmes d'ancrages, et de recherche technologique approfondie auprès des concepteurs internes ou externes des entreprises de services publics.
- Consultation supplémentaire sur des questions aux niveaux normatif et réglementaire.
- Analyse et valorisation des concepts et systèmes d'ancrage, selon le plan de travail de l'analyse de la valeur.
- Identification des opportunités d'ajustement ou d'élaboration des normes, avec une grille multicritères et tableau résumé.
- Création d'un Cahier de charges fonctionnelles détaillées, selon la norme de l'Association française de l'analyse de la valeur.
- Élaboration des processus de conception (ingénierie) conjointe pour les projets d'installation de conduits sur les ponts et ouvrages d'art, et réciproquement pour les projets d'entretien ou de reconstruction de ponts et ouvrages d'art.
- Rédaction de rapports d'étapes et du rapport final, selon les normes de rédaction des rapports de recherche.

L'ordonnancement des activités se veut d'adresser tous les éléments de la problématique qui seront identifiés par tous les partenaires, propriétaires d'emprises routières et de ponts, ainsi que les entreprises de services publics. De plus, ces activités seront menées pour vérifier les hypothèses de recherche qui seront aussi reconnues comme prioritaires pour le projet de recherche.

1.3 DOCUMENTATION SUR LES PRATIQUES COURANTES

La recherche technologique a permis de recueillir l'information disponible sur les pratiques de gestion des services publics sur les ponts, les types d'ancrages utilisés, les normes et les spécifications techniques couvrant le domaine ainsi que les fournitures d'ancrages et de supports.

Au cours de la démarche, des fiches d'évaluation ont été complétées, résumant et commentant chacun des documents pertinents reliés directement au sujet, facilitant la manipulation de ces documents.

En particulier des documents comme, «le chapitre 17 du Manuel de Conception des Structures» produit par le MTQ, «Utility Accommodation Guide and Rights of Way Use Procedure Manual» de Hillsborough County en Floride et le «Guide for utility Installation to Existing Bridge» de l'État de Washington se sont avérés de bonnes références.

Le chapitre 17 du Manuel de Conception des Structures est un document administratif et technique décrivant divers aspects à prendre en considération lors des travaux d'installation de conduits sur les ponts, en plus d'y inclure les paramètres et les normes à considérer lors des de la réalisation des travaux.

Le document «Utility Accommodation Guide and Rights of Way Use Procedure Manual» contient des tableaux de spécifications techniques et administratives. Enfin, le «Guide for utility Installation to Existing Bridge» contient des schémas détaillés de divers types d'installations des RTU sur les ponts et des commentaires reliés à ces derniers.

Au-delà de ces documents, nos recherches nous permettent de dire qu'il n'y a pas beaucoup d'information sur le sujet. Il faudra demeurer alerte avec les fournisseurs en ce qui a trait aux innovations dans ce domaine.

1.4 SITUATION ACTUELLE AU QUÉBEC

Avant les travaux du comité sur les ouvrages d'art, au Québec, il ne semblait pas exister d'organisation, donc pas de leadership, pour prendre en main les préoccupations du MTQ et des municipalités ainsi que celles des entreprises de services publics, en ce qui concerne les conduits de services publics sur les ponts. Il faut souligner qu'on n'a pas mis assez d'intérêt pour gérer la problématique des la présence de conduits sur les ponts; on se contentait d'aller au cas par cas. Il y a donc un manque de diffusion ou de partage d'information sur les expériences en la matière. Cependant, le CERIU, par le biais du comité directeur des projets, a déjà inscrit des sujets reliés aux ponts dans le Guide de Gestion des Infrastructures Urbaines. Par exemple, une section a été incluse dans le chapitre 4 concernant les mécanismes de concertation de conduits de services publics sur les ponts.

La recherche de documents de référence n'a pas permis de trouver des normes dans les entreprises à l'exception de celles-là qui sont désuètes.

2. ÉTAT DES ÉCHANGES AU SEIN DU COMITÉ TECHNIQUE

Ce chapitre fait état des échanges au sein du comité technique. Les sections, qui suivent, traitent des rencontres qui sont tenues pour la réalisation de ce projet de recherche, des orientations dégagées, de l'adhésion des intervenants et de leur contribution à ce projet.

2.1 RENCONTRES ET SUJETS ABORDÉS

Les échanges sur le développement de nouveaux concepts d'ancrages et de supports de conduits de services publics sur les ponts ont été concentrés en 14 rencontres. Ces rencontres ont permis de réunir les représentants des intervenants clés concernés par les services publics attachés aux ponts. Ce comité technique regroupait des intervenants des villes majeures, comme ville de Montréal, d'Hydro-Québec, de Gaz Métro, de Bell Canada, de la CSEM et du MTQ.

Par ailleurs, la diversité des intervenants réunis a permis de bien comprendre les différents enjeux liés aux pratiques concernant non seulement la conception, l'installation, l'entretien, l'exploitation et le déplacement de conduits de services publics sur les ponts, mais aussi les conditions d'inspection, d'entretien des ponts du MTQ et des municipalités ainsi que leur entretien et leur reconstruction.

Le calendrier des rencontres, détaillé dans les ordres du jour de réunion, est joint en annexe. Le détail des discussions se retrouve dans les comptes rendus de réunion en annexe.

Ces rencontres ont permis de franchir successivement les étapes prévues. Elles ont été l'occasion d'échanges au sein du comité technique et ont facilité l'appropriation du dossier. Dans une première étape, on a rassemblé les données disponibles auprès des partenaires. Les participants ont donc déposé des documents au cours des premières rencontres.

2.1.1 Sujets abordés

Le projet de recherche a été orienté en fonction des préoccupations suivantes :

- Localisation des conduits RTU sur le pont
- Gestion des droits d'occupation des ponts
- Types de systèmes de supports et d'ancrages
- Impact de la présence des conduits RTU lors des travaux d'entretien, de déplacement, de reconstruction et de réhabilitation sur les ponts
- Surcoûts aux propriétaires des ponts générés par la présence des RTU
- Partage des responsabilités et propriété des conduits RTU à définir
- Encadrement normatif réduit
- Création de plan de mesures d'urgences spécifiques
- Continuité des services publics à assurer

- Inventaires incomplets des conduits RTU attachés aux ponts
- Traitement différent selon les propriétaires des ponts ou des conduits RTU
- Niveau d'expertise variable selon les régions.

2.1.2 Analyse fonctionnelle

Dans le but de permettre aux intervenants de s'entendre sur la meilleure façon de faire lorsqu'ils doivent franchir un cours d'eau ou autre obstacle, en s'accrochant aux ponts, il s'est avéré important qu'une analyse fonctionnelle vienne d'abord préciser clairement le besoin de chacun de manière structurée pour aboutir ensuite à un document d'analyse devant faciliter l'évaluation des systèmes actuellement utilisés. Le but de cette démarche était d'arriver à une recommandation sur la meilleure façon de faire lorsque l'occasion d'installer ou de déplacer des conduits sur un pont.

L'atelier d'analyse fonctionnelle s'est déroulée comme suit :

- Présentation de la démarche d'analyse fonctionnelle
- Formation des participants
- Analyse fonctionnelle

L'identification de toute l'information nécessaire à l'élaboration de la grille d'évaluation des systèmes d'ancrages existants s'est effectuée selon les étapes suivantes :

- Recherche de fonctions
- Caractérisation des fonctions
- Organisation des fonctions
- Hiérarchisation des fonctions

La suite de l'analyse fonctionnelle est l'élaboration d'une grille multicritères avec les informations reçues au cours de l'atelier pour que les participants puissent évaluer les systèmes existants.

2.1.3 Représentation des fournisseurs

Des fournisseurs d'ancrages, de supports et de conduits ont pris part avec le comité technique à un exercice d'évaluation sur ces produits. Les divers systèmes d'ancrage sont passés en revue avec les fournisseurs qui ont émis des commentaires, suggéré des améliorations et présenté certains échantillons des plus récents développements en la matière.

Les recommandations se résument à ce qui suit :

- De façon générale, il est recommandé de minimiser le nombre d'éléments de liaison au pont et du système tout en concevant de façon conservatrice les éléments structuraux. De plus, il importe de s'assurer de la compatibilité des matières utilisées.
- Il est mentionné que la différence de masse linéaire doit être prise en compte lors de la conception. Un conduit, par exemple, représentant une charge

beaucoup plus grande, pourrait justifier une installation indépendante avec d'autres conduits.

2.1.4 Révision des fonctions

Au-delà de ce travail d'analyse fonctionnelle, les partenaires ont procédé à une évaluation individuelle du cahier des charges fonctionnelles, soit une révision des fonctions identifiées à l'étape d'analyse conceptuelle. Il s'agit en fait d'une forme de validation.

Le résultat de l'analyse des priorités des fonctions et de la flexibilité des critères a permis de grouper et classer ces critères selon un cheminement logique de conception au regard des fonctions principales, se présentant comme suit :

- Respect de la capacité de l'ouvrage d'art
- Localisation, tracé ou emplacement des conduits de services publics
- Aucun confinement d'une conduite de gaz
- Localisation des ancrages
- Respect des dégagements / gabarit (hauteur libre, espacement avec les différents éléments du pont)
- Normes relatives aux matériaux (conduits, supports et ancrages)

L'évaluation individuelle du cahier des charges fonctionnelles, au-delà de ce que la consultante en analyse des valeurs a produit, constitue une forme de validation. Les étapes subséquentes concernent la démarche d'ingénierie conjointe, les fiches projets et les orientations dégagées par les partenaires.

2.2 ORIENTATIONS DÉGAGÉES

Par cette démarche faite par le MTQ avec les partenaires, les orientations dégagées sont conformes aux objectifs du MTQ qui se définissent ainsi :

- L'uniformisation des pratiques à l'échelle provinciale
- La simplification des travaux d'installation et de déplacements des conduits de services publics, lorsque requis et
- La réduction des travaux de déplacements, en privilégiant l'installation ou la relocalisation des conduits sur les poutres et autres éléments structuraux plutôt que sous les dalles.

Il est convenu, tant par le MTQ que par les entreprises de services publics que :

- À moins de contraintes importantes, on n'installe pas de conduits sur les ponts.
- Dans le cas où il n'y a pas d'autres tracés alternatifs viables et si une installation est autorisée, une démarche d'ingénierie conjointe est entreprise afin de positionner les équipements pour qu'elles respectent l'intégrité structurale des éléments de ponts touchés et pour que leur durée de vie ne

soit pas affectée. Autrement dit, la solution à retenir doit être la moins encombrante, la plus flexible et la moins contraignante pour les travaux futurs sur le pont.

- L'optimisation des projets est profitable autant aux entreprises de services publics qu'aux propriétaires des ponts, en ayant tenu compte de tous les paramètres de conception.

Systèmes d'ancrages (Réf. Cahier des Charges fonctionnelles) :

Les systèmes d'ancrages, répertoriés au Canada, sont classés en :

| | |
|-----------|---|
| Système A | : Câble suspendu |
| Système B | : Ancrage – dalle du pont |
| Système C | : Support en triangle / porte-à-faux |
| Système D | : Pincés poutres d'acier |
| Système E | : Pincés en «C» |
| Système F | : Porte-à-faux |
| Système G | : Pont à caisson |
| Système H | : Ajout de cornières |
| Système I | : Ancrage en «X» combiné en contreventement |
| Système J | : Sur poutrelles de contreventement |
| Système K | : Ancrage préfabriqué en porte-à-faux |

Les résultats compilés sur l'évaluation des systèmes se résument à ce qui suit :

- les propositions D, G, et H ont les notes équivalentes, les plus hautes, donc les plus acceptables;
- un 2^e groupe, composé des propositions B, J et K, présentent des notes un peu plus faibles que les précédentes.

Un système supplémentaire – Système L – a été proposé lors des travaux du comité. Ce système est prévu pour attacher des conduits à des poutres existantes en béton précontraint AASHTO.

En fait, ce système L n'a pas été soumis à l'Analyse fonctionnelle. Cependant, les membres du comité conviennent et confirment que ce système présente des avantages notoires et constitue une option recommandable.

Localisation des points d'ancrages aux poutres du pont :

- les propriétaires de ponts sont unanimes à ne pas permettre des ancrages sur les semelles inférieures des poutres. Cette partie des poutres est la plus exposée aux agressions extérieures et le plus à risques à se détériorer (rouille, détériorations dues aux sels de déglacage, aux intempéries, etc.).
- la localisation des ancrages dans la partie supérieure de la poutre est préférable, soit la semelle supérieure pour les poutres en béton précontraint et la zone supérieure de l'âme des poutres d'acier.

- aucun système de supports de conduits ne peut être soudé au pont.

Systèmes de supports des conduits (à l'exception des conduites de gaz) :

- les systèmes de supports à conduits multiples sont privilégiés, notamment pour leur flexibilité d'utilisation (ajouts, configuration, charges, modifications, etc.).
- l'utilisation de pinces ou de boulons pour fixer les supports aux poutrelles transversales est acceptable notamment pour leur rapidité d'installation et la facilité d'entretien (déplacements, peinture, etc.). Une vérification technique doit être faite pour s'assurer que les assemblages ne favorisent pas l'apparition de corrosion ou la détérioration prématurée des poutres.
- Aucun système d'ancrage et de support ne doit être soudé directement aux poutres d'acier.

Rapport de recherche de l'IREQ (dégagement entre les câbles électriques et une conduite métallique de Gaz, suspendus à un pont) :

Proposition sur les tensions induites sur une conduite métallique à des câbles électriques de moyenne tension :

- Il est recommandé que des mesures de mitigation (cellules de polarisation) soient systématiquement mises en place dès que des conduites métalliques (Gaz) et des câbles électriques sont suspendus sous un pont, peu importe la distance verticale ou horizontale qui les sépare.
- En raison de l'application des mesures de mitigation, le critère de dégagement à prioriser n'est plus celui des tensions induites mais plutôt celui des critères de construction et de maintenance qui seront propres à chacune des installations. À cet égard, un dégagement horizontal minimum de un (1) mètre est proposé lorsque la conduite métallique longe les conduits abritant les câbles électriques et un dégagement vertical minimum de 300 mm est proposé lorsque la conduite métallique croise les conduits abritant les câbles électriques.

2.3 CONTRIBUTION ET ADHÉSION DES PARTENAIRES RTU

Tous les partenaires ont été mis à contribution pour les dépôts des documents, les échanges ainsi que pour définir les orientations à prendre dans ce dossier. Toutefois, la principale contribution est venue du Ministère qui a déposé une bonne partie de la recherche bibliographique.

Les partenaires ont surtout adhéré à la démarche visant à faire l'analyse fonctionnelle multiclient. Il y a lieu de résumer le côté novateur de ce projet.

Le MTQ aurait pu appliquer simplement le chapitre 17, qui présente les préoccupations

du Ministère et les entreprises de services parapublics auraient pu établir des cahiers de charges respectives. Dans le cadre de ce projet, on a monté un cahier des charges conjoint, en toute connaissance des bénéfices à tirer de la concertation dans ces dossiers RTU.

3. COMPOSANTES DU PROJET DE RECHERCHE APPLIQUÉE

On dénombre quatre livrables pour ce projet de recherche :

- **Rapport d'état des connaissances** qui présente une recherche bibliographique sur les technologies et qui fait état des problématiques rencontrées par les exploitants des services publics, du MTQ et des municipalités.
- **Cahier des Charges Fonctionnelles (CdCF)**. Il s'agit d'un document par lequel un client demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en termes de fonctions de services et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères, leur niveau d'appréciation et leur flexibilité.
- **Deux processus d'ingénierie conjointe + fiches projets**. Ces deux documents constituent des protocoles de communication à suivre par tous les professionnels des entreprises RTU ou leurs consultants qui réalisent des activités de conception de systèmes d'ancrages et de supports de conduits attachés aux ponts du MTQ ou d'une municipalité.
- **Rapport synthèse**. Le projet comporte deux volets : le but premier est technique mais le volet administratif a été également abordé. L'important est de s'entendre sur une méthode de gestion des demandes, de conception, de construction, ainsi que de protection et de déplacement de conduits lors des réfections des ponts. Le contribuable étant l'ultime client, il s'agit de trouver la meilleure façon de réduire le coût global et examiner les coûts des alternatives à s'accrocher aux ponts. Ce rapport regroupe tous les documents livrables.

3.1 RAPPORT D'ÉTAT DES CONNAISSANCES

La recherche technologique a pour but de recueillir toute l'information disponible sur les pratiques d'installation des services publics sur les ponts, les types de supports et d'ancrages pouvant être utilisés, la gestion des demandes d'installation des conduits et des ancres, les normes et les règlements couvrant le domaine et les produits actuellement disponibles sur le marché. L'analyse fonctionnelle et le cahier des charges fonctionnelles sont fondés sur les résultats de cette recherche.

3.1.1 Recherche technologique et informationnelle

Tous les documents, pouvant être pertinents à la recherche technologique, ont été recueillis par l'entremise des membres impliqués dans le projet, par correspondance internationale (courriels), par Internet ainsi que par différents centres de documentation tels que ceux du CERIU et du Ministère des Transports du Québec (MTQ). Il en résulte un rapport d'État des Connaissances, locales comme à l'échelle mondiale, présenté sous la forme d'une analyse détaillée de tous ces documents.

Ce Rapport d'État des Connaissances présente les sujets couverts et repérés dans la

bande d'information selon les catégories suivantes :

- Normes et approches de gestion
- Analyse de la valeur
- Conception et Plan
- Fournisseurs

3.1.1.1 Normes et approches de gestion

Cette section présente certains documents relatifs aux normes et à la gestion des systèmes d'ancrages et de support sur les ponts :

- **Utility Accommodation Policy – Bridges and Other Highway Structures** (Maine Department of Transportation)._ Document d'orientation spécifiant les conditions générales à respecter pour l'installation d'ancrage; Information sur les conditions acceptables pour des ancrages (localisation, méthodes, etc.)
- **Utilities Manual – State of Vermont, Agency of Transportation** (Vermont Agency of Transportation, Technical services Division)._ Critères généraux d'installation des RTU sur les ouvrages d'art ; Énumération des codes américains en vigueur pour tous les types de RTU; Ne contient pas de norme technique mais réfère à des standards spécifiques à cette industrie.
- **Utilities Manual – Alabama – Department of Transportation** (Alabama Department of Transportation)._ Document indiquant les exigences à rencontrer et les procédures à suivre pour obtenir l'autorisation de s'accrocher à un ouvrage d'art ; La section 2.4.1 pourrait inspirer la rédaction d'un cahier des charges fonctionnelles
- **Transportation Department [761] – Attachment to Bridges (chapter 115) – Utility Facility Attachments to Bridges** (Iowa Department of Transportation)._ Les exigences précisent surtout les conditions majeures à respecter en terme de localisation, d'espacement, etc., mais aucun modèle d'attache n'est proposé; Dans cet état américain, les entreprises doivent défrayer un coût pour s'attacher à un ouvrage d'art, prix basé sur le diamètre des conduits
- **Special Reports and Manuals: Utilities Manual – Appendix B – 2.7 Attachments to Structures** (Delaware Department of Transportation)._ Document descriptif de conditions techniques à respecter pour s'accrocher à un ouvrage d'art sans pour autant proposer un modèle standard
- **Indiana Department of Transportation – 401 Utility Structure – 402 Highway Structures** (Indiana Department of Transportation)._ Document identifiant la politique officielle du département en matière d'attaches ; Ne contient pas de dessins techniques.
- **Deschutes County Code – Chapter 12.16 Policy Guidelines & Variances** (Deschutes County)._ Document de type devis précisant les normes

techniques d'installation ; Ne contient cependant aucun dessin ou croquis technique.

- **Bridge Project Development Manual – Utility Structures (section 3.2) – Utility Attachments (section 3.4)** (Texas Department of Transportation). Document fournissant de l'information sur les considérations de base à prendre en compte lors d'une installation sur un ouvrage d'art; La première partie est à caractère technique sans être très précise et la deuxième est d'ordre administratif.
- **Bridge Crossings with Ductile Iron Pipe** (Ductile Iron Pipe Research Association). Document destiné à identifier les considérations à prendre en compte pour accrocher une conduite d'eau à un ouvrage d'art ; Information sur le raccordement des tuyaux et sur les principes d'application ; Image des joints et des supports, mais sans dimension ; Aucune spécification sur les ancrages, seulement le principe des systèmes ; Liste de fournisseurs américains.
- **Attachment to Bridges and Other Structures (part 4) – Kansas Department of Transportation.** Cahier normatif pour la préparation des demandes d'installation des conduits RTU sur les ponts ; Schémas de différents types d'installation/localisation ; Schémas de différents types de supports et attaches.
- **Manuel de Conception des Structures – Ouvrages Connexes (chapitre 17) – Installation de conduits ou de conduites sur un pont ou à proximité d'un pont et d'un mur de soutènement (17.1)** (MTQ). Document administratif et technique décrivant les divers aspects à prendre en compte lors de travaux d'installation de conduits aux ouvrages d'art ; Énumération explicite des paramètres/normes à considérer pour les travaux à réaliser sur les ouvrages sous gestion du ministère ; Comprend une section sur les approches souterraines des conduits vers les ouvrages d'art.
- **Devis Spécial – Document 170** (MTQ). Document contractuel s'adressant aux entrepreneurs ou aux entreprises RTU et principalement axé sur les diverses modalités techniques et administratives servant à protéger les services publics lors des travaux liés aux actifs sous gestion du MTQ; Ne comporte aucun détail de conception ; S'applique tant à l'aérien qu'au souterrain.

3.1.1.2 Analyse de la valeur

Le concept de l'analyse de la valeur est traité dans les documents suivants auxquels nous avons joint des commentaires.

- **Analyse de la valeur : conception d'un nouveau système d'ancrage pour les conduits des services publics sur les ponts** (R.F. Blanchet, G. Benoît, S.J. Chung, M. Fong et F.-A. Laurence). Étude de différents types d'ancrage ; Étude basée sur une analyse fonctionnelle et technique ;

Présentation schématique de propositions d'ancrages ; Détails des ancrages (dimensions, espacements, etc.) et des matériaux non inclus ; Ne contient pas d'évaluation budgétaire ; Références incluses à la fin du document.

- **Analyse justifiant l'installation de conduites de gaz sur les ponts du Ministère des Transports** (René Therrien)._ Document informatif fournissant une analyse complète du contexte ; Analyse économique détaillée ; Annexe 3 : conception technique très détaillée ; Information sur le gaz naturel en annexe.
- **L'analyse de la valeur intégrée à une démarche globale de qualité pour innover à Transports Québec** (Ronald F. Blanchet)._ Document de type administratif et organisationnel; Étapes à suivre pour faire cheminer avantageusement les produits et services (étapes précédant la mise en service).

3.1.1.3 Documents d'Ingénierie et Plans

Cette section concerne des documents traitant d'ingénierie et plan relatifs aux systèmes d'ancrages et de supports.

- **Bridge Design Guides (sections 1 et 9) – Michigan Department of Transportation** (Bureau of Highway Technical Services)._ Schémas de différentes options d'installation de conduits des câbles téléphoniques et électriques; Dessins techniques détaillés ; Présentation de masses de conduits, par type, dimensions et matériaux ; Commentaires sur chacun des dessins techniques.
- **Conception des supports de conduits à être installés sous le tablier du pont de l'Île Charron** (Minh Trinh)._ Document technique d'Hydro-Québec faisant état des calculs et de la conception des supports de conduits ; Photos des installations p.47-50 ; Détails des éléments constituant le support (principalement en annexe) (propriétés physiques) ; Le choix final du support et le choix de la localisation ne sont pas discutés.
- **Design of Ductile Iron Pipe on Supports (DIPRA)**._ Document de type article scientifique; Exemples de calculs sur la résistance des tuyaux d'acier ductile ; Tables de design (poids, diamètres, épaisseur de tuyaux, etc.) incluses ; Pas de calcul pour la résistance des supports ; Liste de fournisseurs, incluse.
- **Fixation des conduits de gaz sur les ponts (SNC-Lavalin, MTQ et Gaz Métropolitain)**._ Document technique détaillé; Dessins techniques des supports et des ancrages pour conduites ; Description et images des différents types de ponts ; Étapes à suivre pour arriver à l'option la plus rentable au point de vue économique et pratique.
- **Guide for Utility Installation to Existing Bridge (Hanger details)** (Washington state department of transportation Bridges and Structure

Office)._ Schémas détaillés des divers types d'installations des RTU sur les ouvrages d'art ; Dessins AUTO CAD (.dwg) sont disponibles sur le site Internet ; Commentaires et suggestions sont inclus sur les plans.

- **Projet Parc des Îles : Conception des supports de conduits à être installés sous le pont du Cosmos** (Minh Trinh)._ Détails des éléments constituant le support (principalement en annexe) (propriétés physiques) ; Devis technique complet d'Hydro-Québec comprenant les calculs et la conception des supports de conduits ; Les choix du support et de la localisation ne sont pas précisés.
- **Boulevard Côte Vertu / rue Sauvé, entre Elzéar-Soucy et la place Côte Vertu (CSEM).**_ Plans (dessins techniques) ; Page 3 : localisation des RTU ; Page 5 : détails des ancrages, supports, joints de dilatation et conduits.
- **Cas type d'installation de conduits sur le pont Jean-Jacques Bertrand (MTQ).**_ Schémas de l'installation, des éléments d'ancrage et de l'espacement des supports ; Les calculs ne sont pas présentés ; Aucune spécification quant aux dimensions, aux matériaux ou à la localisation.
- **Plan de canalisations et d'ouvrages d'art : Lien inter poste Pont Gouin Iberville / Saint-Jean** (Hydro-Québec)._ Plans détaillés des supports, des ancrages et des raidisseurs; Emplacement des conduits sous le pont.
- **Plan de l'avenue du pont (route 169) à Alma – conduits (SNC-LAVALIN).**_ Plans détaillés des attaches et des supports de conduits sous un pont (matériau, type de support, ancrages, localisation, etc.)
- **Plan de l'avenue du pont (route 169) et nouveau pont à Alma – conduits (SNC-LAVALIN).**_ Plans de localisation des conduits sous le nouveau pont ; Type de supports à utiliser (nombre de tuyaux par support) ; Les détails des ancrages et des supports ne sont pas présentés.
- **Plan du pont de la rue Stephen** (Lalonde, Valois, Lamarre, Valois et associés)._ Plans détaillés des supports et des ancrages ; emplacement des conduits de GazMétro sous le pont.
- **Plan du pont Risi de Saint-Romuald – conduits (SNC-LAVALIN, GazMétro).**_ Plans des supports, des ancrages et des joints d'expansion; Emplacement des conduits ; Liste du matériel.
- **Plan du pont de Shawinigan à Shawinigan – conduits (Bell Canada).**_ Plans des supports et des ancrages sous le pont de Shawinigan ; (matériel, type de support, ancrage, location, etc.)
- **Traverse de la rivière St-Maurice sous le pont Hamel** (Gaz Métropolitain)._ Plans de localisation des conduits et des supports sous le pont ; données de conception : charges, contraintes, etc. ; Détails des supports simples et des cornières de fixation

- **Viaduc de Henri Bourassa au-dessus de l'autoroute des Laurentides (15) (H-Q, CSEM).**_ Plans détaillés (dessins techniques)

3.1.1.4 Fournisseurs

Cette section présente la documentation répertoriée sur les fournisseurs d'ancrages, de conduits et de supports.

- **Guide technique des produits de HILTI Amérique du Nord (HILTI).**_ Manuel d'ingénierie (équations de résistance) ; Catalogue des produits d'ancrage incluant la conception des systèmes d'ancrage des produits HILTI ; Document technique sur les ancrages.
- **HILTI – des systèmes et des solutions (HILTI).**_ Catalogue des produits incluant la conception des systèmes d'ancrage des produits HILTI; Document technique sur les ancrages.
- **The Strength of Experience: FRE Composites Inc (FRE Composites Inc).**_ Catalogue et caractéristiques de conduits distribuées par la compagnie FRE Composites (dimension, résistance et installations) ; Document technique détaillé ; Work Practices for Bridge Installations ; Document de type guide de conception ; Présent en annexe d'autres documents révisés au cours de cette recherche technologique.
- **Under bridge Conduit Support Systems – CONDUX (CONDUX Gestion JL grondin Inc.).**_ Catalogue des produits distribués par la compagnie CONDUX; Compagnie de consultation.

La recherche technologique a permis de sélectionner onze (11) types de systèmes de supports (référence section 2.1.2) avec un potentiel de faisabilité. C'est à partir de ces onze types d'ancrages des RTU sur les ponts que l'analyse fonctionnelle a pu être lancée.

3.2 UTILISATION DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNELLES

Suivant le contexte dans lequel le CdCF est employé, ses caractéristiques peuvent varier. Elles dépendent principalement de la ou des phases de la création du produit auquel le CdCF s'applique, mais aussi des catégories de produits concernés et du type de situation contractuelle.

Le CdCF est un document qui évolue et s'enrichit progressivement au cours de la création du produit depuis la saisie du besoin jusqu'au lancement du développement. Ce document définit les fonctions auxquelles on doit répondre pour la totalité des composantes d'un projet et ce, de façon intégrée (Norme française NF X 50-151, Déc. 1991).

Par ailleurs, après lancement du développement, le CdCF subsiste comme référence de l'expression du besoin, notamment dans la préparation et l'instruction des modifications qui remettent en cause la spécification.

Les utilisateurs d'un CdCF se référeront aux règles contractuelles spécifiques au domaine d'activité dans lequel ils l'appliquent. Le CdCF s'applique à tous les types de produits tels que les produits industriels, les travaux de génie civil, etc. l'application du CdCF à des fournitures répondant à une norme présente des particularités :

- en premier lieu, pour les éléments échappant à la norme, on pourra élaborer un CdCF car le besoin du demandeur peut être spécifique.
- En deuxième lieu, pour les éléments normalisés, deux cas sont à distinguer :
 - Si la norme décrit la fourniture en termes fonctionnels, la comparaison au besoin exprimé par le CdCf sera directe;
 - Si la norme décrit la fourniture en termes de solutions, l'intermédiaire du CdCF sera nécessaire pour vérifier l'adéquation de ces solutions au besoin.

3.3 ÉTABLISSEMENT D'UN CAHIER DES CHARGES POUR CHAQUE TYPE DE SERVICES PUBLICS

3.3.1 Présentation du problème

En ce qui concerne les documents normatifs utilisés actuellement au sein des entreprises, nous rappelons les faits suivants :

- Hydro-Québec utilise un document contractuel destiné aux consultants dans lequel on retrouve des clauses générales, particulières et des exigences techniques d'ingénierie. Hydro-Québec dispose également d'un devis pour les entrepreneurs spécialisés.
- Gaz Métro ne dispose pas de spécifications techniques actuellement. Cependant chaque projet fait l'objet d'une étude d'ingénierie spécifique en fonction des contraintes en présence.
- La CSEM dispose d'un devis normalisé.
- La ville de Montréal utilise un cahier de prescriptions techniques pour la conception des installations sur les ponts. Ce document ne contient pas de normes sur les matériaux.
- Bell Canada dispose d'une série de documents internes destinés aux consultants et entrepreneurs appelés à attacher les différents systèmes de supports aux ponts.

- Le MTQ utilise un devis spécial 170, dispose d'une norme sur les services publics et du chapitre 17, ouvrages connexes dans le manuel de conception des structures.

3.3.2 Objectifs

Les conduits de services publics attachés au pont sont la propriété de villes et d'entreprises comme Bell Canada, Vidéotron, Hydro Québec, CSEM, Gaz Métro. Les équipements étant de natures différentes, il convient alors pour chaque entreprise d'adapter le cahier des charges fonctionnelles aux caractéristiques de leurs équipements. Le cahier de charges fonctionnelles spécifiques permettra d'orienter le travail des concepteurs en mettant à leur disposition un cahier des charges adapté aux équipements des entreprises concernées.

3.3.3 Étapes d'élaboration d'un cahier de charges spécifiques aux entreprises publiques

Première étape : Puisqu'on doit traiter en fonction de l'environnement d'un projet, le propriétaire du pont présente le cahier des charges fonctionnelles pour le projet.

Deuxième étape : On se réfère à ce cahier des charges fonctionnelles pour adapter le cahier des charges spécifiques au projet. C'est une forme d'adaptation.

Troisième étape : On va chercher dans le cahier des charges ce qui se prête à l'exigence technique notamment en fonction de la sécurité, de l'entretien ou des autres fonctions.

3.4 DÉMARCHE D'INGÉNIERIE CONJOINTE ET FICHES –PROJET (POUR LES DEUX TYPES DE DEMANDES)

À l'intérieur du processus de communication on a une étape qui s'appelle ingénierie conjointe traduite dans les fiches projets.

3.4.1 Processus de communication

Le processus de communication vise à combler une certaine lacune en matière de conception conjointe. Les entreprises préparent souvent des plans, sans que les propriétaires de ponts aient pu préciser les contraintes à l'exploitation des ponts. Il facilite le dialogue entre les parties concernées.

De plus, ce processus permet de répondre au besoin de traiter rapidement et efficacement les demandes, de réduire les coûts directs et indirects pour l'ensemble des partenaires et de réaliser des ouvrages durables et sécuritaires. Aussi, peut-on mentionner la confusion qui semble régner, à propos de la distribution des responsabilités sur les ponts qui ont fait l'objet d'un transfert vers les municipalités.

La démarche d'ingénierie conjointe viendra corriger la situation d'imprécision et de confusions quant à l'identification des personnes responsables d'appliquer les directives et d'émettre les autorisations.

Le processus de communication qui constitue un protocole de communication à suivre par tous les professionnels des entreprises RTU ou leurs consultants qui réalisent des activités de conception des systèmes de support et d'ancrages sur les ponts du MTQ ou d'une municipalité, est divisé en deux documents. Le premier traite des demandes d'installation de conduits de services publics sur les ponts. Le second concerne les demandes dans le cadre d'interventions pour la protection, la modification ou le déplacement des conduits de services publics attachés aux ponts.

3.4.1.1 Processus de communication pour les demandes d'installation (Annexe 4)

La porte d'entrée au est l'ingénieur responsable des structures (l' IRS) dans la direction territoriale du Ministère et une personne à identifier dans les villes. C'est à cette étape de conception préliminaire qu'on identifie la faisabilité ou non d'installer des conduits de services publics selon les critères suivants :

- État du pont (capacité structurale résiduelle)
- Importance stratégique (sécurité civile)
- Pont inscrit à la programmation de travaux d'entretien ou de reconstruction

Cette partie de la démarche consiste ainsi en un préambule à la phase de conception proprement dite qui, elle, sera entreprise avec les centres de services régionaux. Il s'agit en fait d'une étude de faisabilité des travaux.

Celle-ci prendra la forme d'une demande d'obtention des plans du pont, puis de l'émission d'un avis d'intention par l'entreprise demanderesse et enfin, elle suivra les diverses étapes indiquées au document, incluant celles favorisant l'ingénierie conjointe.

Les intervenants des organisations impliquées dans une telle demande doivent être clairement identifiées. On informera systématiquement et au préalable les entreprises des projets du MTQ relatifs à la réhabilitation de ponts existants ou à la construction de nouveaux ponts.

3.4.1.2 Processus de communication pour les demandes d'intervention pour la protection, la modification ou le déplacement (Annexe 2)

Dans ce cas, le processus débute par l'avis d'intention émanant de la direction territoriale du Ministère ou de la municipalité. Celle-ci devra générer un contact préliminaire entre les intervenants permettant de préciser les impératifs du projet, les paramètres de conception, les solutions potentielles. Cette étape se poursuivra avec le processus d'ingénierie conjointe.

3.4.2 Étapes dans les demandes de travaux encadrés par les deux processus de communication

1. *Analyse de faisabilité* : Cette étape vise principalement à fournir les justificatifs dans le cas d'une installation en précisant et en évaluant les tracés alternatifs : on procède à des relevés, analyse les options et prépare le dossier d'évaluation qui justifie ou non l'installation sur le pont.

2. *Avis d'intention* : Partie de la démarche se rattachant à l'échange d'informations pour aider à la planification. Elle traduit l'obligation d'informer l'autre partie de son intention de réaliser le projet.

3. *Ingénierie conjointe* : C'est à cette étape qu'on rassemble toutes les données nécessaires à la réalisation du projet autant du côté du demandeur que du propriétaire dans le but de préciser les différentes solutions dans la fiche projet.

Cette étape soutient les échanges d'informations techniques et permet l'analyse des solutions potentielles, la première étant de ne pas s'accrocher aux structures. Cette démarche aboutit à une entente sur la conception du système de support de réalisation de travaux.

4. *Approbaton de déplacement* : Cette étape se concrétise par l'émission d'un document découlant directement du choix de conception précité (autorisation de travaux) et en confirmant les modalités (méthode, échéancier, coûts, etc.).

5. *Réalisation des travaux* : L'entrepreneur réalise les travaux selon les plans déposés et approuvés.

6. *Inspection et réception des travaux* : À cette étape, on vérifie que les travaux respectent les conditions inscrites à l'autorisation.

7. *Service après déplacement ou après installation* : Cette partie s'adresse principalement au maintien à jour des informations à jour sur les infrastructures présentes. (Tel que construit, par ex.)

Pour ce faire, il importe de définir le contenu des plans, ou au moins d'établir des fiches d'informations minimales à fournir, en prévision d'inspection, d'entretien ou autres interventions futures sur les conduits...Donc les entreprises de services publics et le MTQ conviennent d'échanger l'information. L'utilisation des deux (2) processus formalise cette communication entre les deux parties.

3.4.3 Fiches projets

Puisqu'on doit traiter en fonction de l'environnement d'un projet, la fiche projet rédigée par les intervenants (Propriétaire du pont et Entreprise de services publics) sert de documentation de base pour la conception des projets et la réalisation des travaux. Elle permet de prendre toutes les mesures nécessaires à la conception et la réalisation mise en œuvre des projets et de suivre l'évolution des travaux.

Il existe deux fiches projets : une fiche pour un « Projet d'interventions pour la

protection, la modification, le déplacement ou le remplacement des conduits de services publics attachés au pont » et une autre pour un « Projet d'installation d'équipements de services publics sur un pont ». Ces deux fiches comportent trois sections qui traitent des éléments d'informations techniques ci-après (Annexe 6 et 7).

4. BILAN ET PERSPECTIVE

4.1 BILAN

Le bilan de ce projet de recherche peut se résumer comme suit :

- Seulement lorsque justifié, un pont peut être utilisé pour permettre le passage de conduits de services publics au-dessus d'un cours d'eau, d'une route ou d'un obstacle.
- Par ce projet de recherche, aucun nouveau concept n'a été élaboré en terme de système de supports de conduits de services publics. Ces systèmes existent déjà chez les fournisseurs. Ce qui est nouveau, c'est la priorisation des tracés, la localisation des conduits et la position des points d'ancrage en fonction des différents éléments structuraux du pont et ce afin de garantir la pérennité de l'ouvrage.
- Le cahier des charges fonctionnelles (CdCF) est respecté pour toutes les interventions sur le pont.
- Lorsque justifiée, l'installation des conduits de services publics sur un pont doit être faite dans la perspective de faciliter l'inspection et l'entretien de ces conduits et de façon à réduire les impacts sur l'exploitation du pont.
- Les propriétaires de ponts et les entreprises bénéficient des économies découlant du fait de travailler conjointement.

4.1.1 Homologation de produits ou systèmes

La démarche actuelle du MTQ ne vise pas à normaliser des systèmes d'ancrages et de support de conduits. Par contre, dans certaines entreprises, on a reçu des demandes d'homologation pour des systèmes (produits homologués annexés à leur devis). Ce sont les entreprises de services publics qui pourront, à partir du cahier des charges fonctionnelles, introduire dans leurs normes, les dispositifs et systèmes d'ancrages ou de supports appropriés.

4.1.2 Accréditation des entreprises exécutantes (Devis de performance)

Il faut noter que les travaux sur les ponts ne sauraient être confiés à tout le monde, ces derniers exigeant une grande expertise. Il appartient aux entreprises de choisir les entrepreneurs disposant d'équipements et de compétence appropriés à ces travaux. Il est recommandé de se référer à des obligations de performance pour s'assurer que ces travaux soient exécutés selon les règles de l'art. On se réfère à l'évaluation des performances des systèmes. Dans une telle démarche, on considère les bonnes

choses dans un système et les bonnes choses dans un autre système et on prend en compte ces deux éléments.

Dans une approche plus moderne, l'utilisation des devis de performance dans l'exécution de ces travaux permettra de responsabiliser un peu plus les entreprises qui doivent intervenir dans le cadre de ces travaux. Car ils seront appelés à donner une garantie de longue durée qui va au-delà de la garantie traditionnelle d'un (1) an prévue dans les contrats courants.

4.1.3 Liste des conditions préalables à une autorisation d'installation de conduits sur un pont

À priori, l'installation des conduits sur les ponts n'est autorisée que de façon exceptionnelle. Les conditions pour autoriser cette installation sont :

- Aucun tracé alternatif techniquement viable
- Contraintes environnementales insurmontables, sinon à grands coûts
- Contraintes géotechniques rendant un projet de tracé alternatif prohibitif
- État du pont (capacité structurale résiduelle) suffisante pour supporter les conduits
- Pont non inscrit à la liste de projets de réfection ou de reconstruction.
- Sécurité du pont garantie selon l'importance stratégique du lien

4.1.4 Constats techniques

Au cours de la réalisation de ce projet de recherche, on a fait les constats techniques suivants que l'on range dans les trois catégories suivantes :

1. Politique d'entreprise

- Chaque entreprise de services publics réalise sa conception des supports et des ancrages. Les travaux sont réalisés par des entrepreneurs spécialisés.
- Il pourrait être opportun d'installer les points d'ancrage pour un éventuel passage des conduits de services publics lors de la réfection ou la construction d'un pont.
- Le processus interne de Bell Canada pour les conduits attachés au pont s'effectue à la pièce. Bell s'adresse au département de structure pour le concept, confie les travaux à un ingénieur conseil pour la réalisation.
- Dans le cas de la CSEM, lors de la réfection des viaducs, tous les conduits dans les dalles et trottoirs ont été relocalisés sous les ponts à l'aide de supports et d'attaches.

On n'effectue des installations que sur des structures existantes et seulement s'il y a réfection. Dans tous ces cas, il y a toujours des négociations préalables à la préparation des plans.

2. Aspect de conception et de norme

- Il serait avantageux d'utiliser un même mandataire pour un projet d'entretien ou de construction de ponts, que pour la conception et l'installation des systèmes de supports et des ancrages sur les ponts.
- Localisation des points d'ancrage : les propriétaires de ponts sont unanimes à ne pas permettre des ancrages sur les semelles inférieures des poutres. Cette partie des poutres est la plus exposée aux agressions extérieures et le plus à risques à se détériorer (rouille, détériorations dues aux sels de déglacage, aux intempéries, etc.).
- De façon générale, il est recommandé de minimiser le nombre de composantes des systèmes de support et de points d'ancrage. De plus, il importe de s'assurer de la compatibilité des matériaux utilisés entre deux types de conduits.
- Les masses linéaires des conduits doivent être prises en compte lors de la conception et une trop grande masse d'un conduit pourrait justifier une installation de conduits indépendants.
- Si un pont a un affichage de restriction de charges à la suite d'une évaluation de capacité, une analyse structurale doit par le fait même être réalisée. Dans le cas contraire, une analyse structurale ne sera exigée que si la masse totale du système «supports / conduits» proposé par le demandeur est supérieure à 50 kg/m/poutre.
- Dégagement entre les câbles électriques et une conduite métallique (Gaz), suspendus à un pont : En raison de la grande variabilité des conditions (architecture et longueur de pont, intensité de la charge électrique, configuration et calibre des câbles électriques, etc.) qui sont rencontrées d'un projet à l'autre, et pour simplifier l'ingénierie avec l'économie qui en résulte, il est recommandé que des mesures de mitigation (joints isolants et cellules de polarisation) soient systématiquement mises en place dès que des conduites métalliques (Gaz) et des câbles électriques sont suspendus sous un pont, peu importe la distance verticale ou horizontale qui les sépare. Cette recommandation est aussi appuyée sur le fait que le coût d'implantation des mesures de mitigation est faible par rapport au coût total du projet consistant à l'implantation d'une conduite métallique incluant tous les autres travaux connexes.
- En raison de l'application de ces mesures de mitigation, le critère de dégagement à prioriser n'est pas celui des tensions induites mais plutôt celui des critères de construction et de maintenance qui seront propres à chacune des installations. À cet égard, un dégagement horizontal minimum de un (1) mètre est proposé lorsque la conduite métallique longe les conduits abritant les câbles électriques et un dégagement vertical minimum de 300 mm est

proposé lorsque la conduite métallique croise les conduits abritant les câbles électriques.

- Aucune norme précise n'a pu être trouvée en lien avec les dégagements entre les RTU les conduits de haut voltage.
- Du point de vue de Gaz Métro, sur le plan fonctionnel, le premier critère de l'installation d'une conduite de gaz suspendue à un pont, c'est la solidité de l'installation au niveau de ses ancrages et la configuration de la tuyauterie pour limiter les contraintes internes qui pourraient y être induites dû à son propre poids, au poids du contenu (l'eau lors des essais), au poids de la glace qui pourrait s'y accumuler, aux forces du vent, à la dilatation thermique, au mouvement du pont, au passage de l'eau et de la glace sous les ponts. Tout l'aspect entretien ou exploitation, les coûts à long terme, la durabilité de l'installation et l'accessibilité de la conduite et ses ancrages sont d'autres facteurs pris en considération.
- Selon la Direction des structures du MTQ, les principales exigences pour bien baliser les demandes d'installation et en assurer une certaine uniformité sont décrites au chapitre 17 «Ouvrages connexes» du manuel «conception des structures», volume 1. Ces exigences seront mises à jour au besoin à la suite des travaux du comité «Conception de systèmes d'ancrage de conduits de services publics sur les ponts».
- Les participants notent que les conduites de gaz sont différentes des conduits des autres RTU : boucle de dilatation, facilité, coefficient de dilatation des conduites (acier), facteur de contraintes dans les conduites d'acier sous pression.

3. Aspect d'entretien ou d'inspection du pont et des conduits

- L'espace souvent limité (surtout à cause des contreventements) représente un facteur limitatif pour les RTU pour optimiser le tracé.
- Systèmes de supports : Les supports à conduits multiples sont jugés avantageux, notamment pour la flexibilité de leur utilisation (ajouts, configuration, charges, modifications, etc.).
- Inspection des ponts et conduits : Gaz Métro effectue une inspection visuelle de chaque installation de conduite suspendue à un pont une fois par année. Lorsqu'un défaut est détecté sur une installation, les réparations nécessaires pour en conserver l'intégrité sont effectuées. Le document intitulé Guide d'inspection des conduites suspendues sert de repère dans les travaux d'inspection au niveau des éléments à vérifier.
- Pour Bell Canada, le cycle d'inspection des conduits et des systèmes de support sous les ponts se limite à vérifier le tel que construit après les travaux d'installation. Il n'y a pas de vérification systématique des conduits et des

systèmes de support au fil des ans.

4.2 PERSPECTIVE POUR CHAQUE PARTENAIRE

Cette section fait ressortir l'intérêt de tous les partenaires réunis dans le cadre de ce projet de recherche. Étant donné la particularité de ce dossier "Conception de systèmes de support et d'ancrages attachés aux ponts", il s'est avéré important d'inclure dans ce document des textes précisant les attentes de chaque participant, une fois ce projet de recherche complété. Les paragraphes qui suivent sont élaborés par les partenaires ayant collaboré à la réalisation de ce projet de recherche.

4.2.1 Contexte du MTQ

La reconnaissance des enjeux liés à la présence des RTU sur les routes et sur les ponts est pleinement assumée par le MTQ. Avec ce projet de recherche, l'approche partenariat s'est poursuivie avec les grandes entreprises afin de compléter le guide des RTU.

Le MTQ, avec ses partenaires, cherche à répondre de façon globale aux éléments de problématique RTU sur les ponts. On a atteint un niveau de compréhension des besoins de chaque côté, propriétaires de pont et entreprises, afin d'agir conjointement et d'optimiser les projets et autres types d'intervention sur les ponts. Pour ce faire, les partenaires avec le MTQ ont fait usage de la méthode de l'analyse de la valeur. Notamment, on a développé le cahier des charges fonctionnelles intégrant les besoins du Ministère avec ceux des entreprises, et vice versa.

Avec les fiches projets, le Ministère et les partenaires ont développé une approche de mise en œuvre faisant appel aux notions de «partnering» en conception comme en réalisation.

Finalement, le projet de recherche fournit aux ingénieurs concepteurs de bonnes références, des outils et autres documents de gestion pour la réalisation de ce type de projets.

Le MTQ remercie ces partenaires pour l'ouverture d'esprit et les efforts consentis dans cette démarche visant la «Convergence des connaissances»

4.2.1.1 Processus d'inspection / entretien conjoint

L'inspection des ponts et des conduits est d'intérêt conjoint. Une telle démarche permettra d'identifier les situations demandant des interventions et prévenir les anomalies, les bris, etc.

4.2.1.2 Révision du chapitre 17 Manuel de Conception des Structures

Une mise à jour du chapitre 17 est à prévoir pour harmoniser son contenu avec celui des travaux effectués dans le cadre du projet de recherche.

4.2.2 Contexte de la Ville de Montréal

Cette section décrit la manière de fonctionner à la Ville de Montréal. La partie technique de la conception des systèmes de support et d'ancrages est réalisée par des firmes externes que la Ville mandate pour les projets de réfection ou de reconstruction des structures. Aucune conception n'est effectuée à l'interne.

Ce projet de recherche peut s'avérer utile aux firmes ayant le mandat de conception pour la Ville de Montréal.

Lorsque la Ville veut effectuer des travaux :

Avant les travaux :

- Avise la CSEM par lettre pour les informer des travaux à venir sur la structure
- Si conduits existants, la CSEM demande aux locataires leurs exigences : ajouts de conduits, de chambre; maintien de conduits existants ou annulation
- Avise les personnes intéressées par ces travaux
- Si ligne haute tension, on avise Hydro-Québec.

Les avis sont actuellement envoyés par écrit par le Coordonnateur Gestion du domaine.

Les modifications sont incluses aux plans et devis du projet par la firme d'ingénierie mandatée pour la conception.

Les implications budgétaires sont analysées et prévues au budget des travaux.

Si l'entreprise de services publics désire installer des conduits ou modifier les conduits existants sur une structure existante :

- Avise le Coordonnateur de Gestion du domaine de la nature des modifications
- Le Coordonnateur de Gestion du domaine transmet la demande au Chef de Division de Ponts et Tunnels pour analyse et autorisation

4.2.3 Contexte d'Hydro Québec

Hydro-Québec doit prioriser un tracé qui se doit d'être le plus rectiligne possible sous les ponts afin de minimiser les efforts de tirage qui prennent de l'importance en fonction, entre autres, de la longueur du pont et en fonction du nombre de déviations. Des déviations trop nombreuses et/ou importantes en nombre et/ou en degrés pourraient; endommager les câbles, réduire leur longévité ou voir même empêcher le tirage des câbles à l'intérieur des conduits.

Hydro-Québec doit considérer ce tracé rectiligne non seulement sous le pont mais entre chacun des puits d'accès situé de part et d'autre des culées. Le projet de recherche a permis d'intégrer cet aspect dans les critères d'ingénierie et de le pondérer, selon un processus équitable, en fonction des attentes des autres partenaires.

Par ailleurs, le projet de recherche met en valeur, entre autres, le processus de communication entre les différents intervenants qui est primordial afin de réduire les délais d'intervention qu'il s'agisse des demandes d'installations ou de déplacements.

De plus, l'élaboration commune d'une liste de critères techniques par tous les intervenants, que l'on retrouve dans le projet de recherche, de même que la recherche bibliographique, permettront à Hydro-Québec de réaliser une ingénierie qui tiendra compte de ces critères et qui sera ainsi mieux adaptée aux attentes et aux priorités propres à chacun des projets, pour l'ensemble des intervenants concernés.

Le projet de recherche facilitera la sélection d'une solution technique adéquate qui devra tenir compte également d'un aspect économique avantageux pour le contribuable.

4.2.4 Contexte de Gaz Métro

Lorsqu'une conduite de gaz doit être suspendue sous un pont ou sous un viaduc, les concepteurs de Gaz Métro avaient souvent l'habitude d'ancrer simplement les supports de la conduite de gaz dans la dalle et de se servir des poutres sous-jacentes que pour restreindre le balancement possible de la conduite; cette façon de faire avait l'avantage d'être très flexible, de s'ajuster facilement à toute configuration de conduite et de pont et d'être peu dispendieuse à l'installation. Cependant, lorsque l'usure du temps exige que des réfections soit faites aux ponts, la plupart du temps la dalle doit être remplacée, alors que la structure constituée des poutres et des piliers est encore en bon état. Dans de telles situations, des supports temporaires doivent alors être installés sous la conduite pendant les travaux de réfection, ou celle-ci doit être déplacée ailleurs sur la structure du pont, ou pire encore, la conduite doit être complètement remplacée, ce qui, dans tous les cas, entraîne des dépenses importantes non prévues et non désirables de la part de l'entreprise, dépenses qui pourraient possiblement être évitées si les choses étaient faites autrement lors de la conception de l'installation initiale.

Le projet de recherche a permis de s'adresser à cette problématique et d'identifier des solutions en privilégiant les ancrages à la structure des ponts plutôt qu'à la dalle. Aussi, en regroupant toutes les Utilités publiques à discuter de ses propres façons de faire autour d'une même table, au-delà des relations que cela a pu créer, le projet a aussi permis de faire ressortir les différentes contraintes propres à chacune des installations et d'identifier les interférences qu'elles peuvent engendrer entre elles; en combinant nos domaines d'expertise pour trouver des solutions à ces problèmes, cela nous a permis de trouver de nouvelles façon de faire et d'améliorer la qualité et la sécurité de nos installations gazières; par exemple, une solution a été apportée pour éviter l'induction possible d'un voltage dangereux sur les conduites de gaz en parallèle avec des câbles électriques sur un même pont.

Le projet a aussi permis d'établir des relations et des façons de faire avec le Ministère des transports et certaines municipalités comme la ville de Montréal, ce qui permettra d'accélérer le processus de conception et d'approbation lorsque la solution la plus

justifiable de traverser un obstacle est de se suspendre au pont ou au viaduc qui l'enjambe.

Finalement, suite au consensus obtenu des discussions entre les différents membres du comité, le projet nous a permis d'identifier des éléments qui pourront être normalisés et qui facilitera le travail de conception pour les installations futures.

4.2.5 Contexte de Bell Canada

L'approche systématique et standard développée suite au projet d'étude permettra d'optimiser l'utilisation des ouvrages d'art lors de l'installation de conduits pour les réseaux télécom. La prise en considération des besoins et des contraintes des utilisateurs et propriétaires d'ouvrage d'art permet des économies à long terme pour les citoyens qui sont à la fois payeurs de taxe et clients des entreprises utilisatrices des conduits.

Cette nouvelle approche simplifiera grandement le travail des gestionnaires de réseaux de Bell Canada.

4.2.6 Contexte de la CSEM

Les objectifs et les résultats du présent projet de recherche s'inscrivent parfaitement dans la mission de la Commission des Services électriques de Montréal (CSEM) qui est de favoriser l'enfouissement des réseaux câblés, conformément aux orientations de la Ville.

Dans le cadre de sa mission, la CSEM planifie, conçoit, fait construire, entretient, exploite et gère les interventions dans le réseau de câbles et de fils aériens et assure l'intégration avec le réseau souterrain.

Considérant l'implication directe de la CSEM en ce qui concerne la conception, la protection, le déplacement, l'entretien et l'installation de systèmes d'ancrage, de supports de conduits et de conduits de services publics sous les ponts, viaducs et autres structures dans le cadre de projets de construction ou de réfection d'emprise routière, il est donc de l'intérêt de la CSEM de participer au présent projet de recherche. Cette démarche permet à la CSEM de partager ses connaissances concernant les pratiques d'installation utilisées jusqu'à maintenant, d'évaluer les systèmes existants, de développer de nouveaux concepts et d'identifier les systèmes de supports à privilégier lors de la conception en conformité des exigences des propriétaires de ponts ou de structures.

Les concepts retenus et priorisés par les membres du comité ainsi que le processus d'ingénierie conjointe établi par le comité permettront à la CSEM d'utiliser des systèmes d'ancrage et de supports de conduits qui respecteront les différents critères de sécurité, d'inspection, de relocalisation, d'entretien et d'économie identifiés conjointement et à normaliser dans le cadre du présent projet de recherche.

4.2.7 Liste des innovations potentielles

Les participants ont discuté des actions à entreprendre à la suite de la production des livrables du projet de recherche. Une liste de ces éléments est proposée et ces éléments, considérés comme prioritaires, constituent des innovations potentielles. Cette liste est ainsi présentée :

- Le degré de combustion des conduits «FRE»;
- Utilisation des ancrages inoxydables;
- Utilisation des ancrages chimiques;
- Poutrelles transversales pour les systèmes de support et d'ancrage des conduits;
- Les joints de dilatation des conduits
- Localisation des barres d'armatures dans les culées de pont préalablement à des forages
- Chambres de raccordement de conduits et de câbles aux extrémités des ponts
- Ancrage dans la semelle supérieure des poutres
- Évolution des techniques d'installation de conduits chez des fournisseurs de matériaux et de services
- Développement des conduits CONDUX et autres produits
- Utilisation de câbles porteurs de conduits
- Adaptation du concept « Cable Trust »

4.2.8 Projets de validation

Pont Athanase-David (Route 335 au-dessus de la rivière des Mille-Îles) Bois-des-Filion

Concernant le projet d'installation d'une fibre optique de télécommunication au pont Athanase-David, le projet RTU sur les systèmes de support et d'ancrage a permis :

- d'aborder de façon plus ordonnée le projet;
- de clarifier les options possibles et orienter la compagnie d'utilités publiques vers une solution acceptable par le MTQ, propriétaire du pont;
- d'uniformiser l'approche de conception du système de support et d'ancrage en ayant toutes les alternatives déjà évaluées dans un contexte général de gestion de ces équipements;
- d'accélérer le processus d'ingénierie du système de support et d'ancrage de conduits;
- accélérer l'échéancier de préparation et de réalisation du projet.

Pont de l'île Charron

Des conduits existants, appartenant aux entreprises de services publics, longent actuellement le pont (longueur de 457 m de culée à culée) de l'île Charron, sur le côté aval. Pour le projet de réfection et d'élargissement du pont qui se réalisera dans les 3 prochaines années, le Ministère des Transports a demandé aux entreprises de services publics de se déplacer sur le côté amont. Une des raisons qui motivent cette demande

est que les supports soient dorénavant attachés à partir de l'âme des poutres principales au lieu d'être ancrés sous le tablier de béton du pont, ce qui facilitera dans le futur les travaux de réfection du tablier, pour le MTQ et pour les entreprises de services publics.

L'aspect particulier de ce projet est que le Ministère des Transports et les entreprises de services publics, en particulier Hydro-Québec, réalisent une ingénierie conjointe. La communication qui en découle facilite grandement la poursuite des intérêts communs à tous les intervenants qui sont impliqués dans ces travaux de réfection.

Hydro-Québec agit comme intégrateur des besoins des autres entreprises de services publics en ce qui concerne l'ingénierie des supports et conduits pour la partie des services qui sont suspendus sous le pont.

Le système d'attache est conçu pour supporter 15 conduits (besoin immédiat de 14 conduits) de 115 mm de diamètre chacun. Les conduits seront en FRE (fibre renforcé d'époxyde, à parois robustes). Ceci représente une longueur totale approximative cumulative de 6,5 km de conduits, de culée à culée, en plus des supports et des joints de dilatation. La résistance et l'espacement des consoles pour ancrer les supports de conduits le long des poutres principales sont conçus conjointement avec le MTQ puisque ces informations sont requises pour la fabrication des poutres principales. La couleur des conduits sera harmonisée avec la couleur du béton pour fin d'esthétique. L'ingénierie conjointe (chemins d'accès) se poursuit avec le MTQ pour finaliser la conception des systèmes de support de conduits aux approches du pont via des canalisations souterraines bétonnées.

L'ingénierie du système d'attache sous le pont est faite en tenant compte des critères qui ont été retenus dans le cahier des charges fonctionnelles élaboré par le groupe de travail du CERIU dans le cadre de ce projet de recherche.

4.3 CERIU

Le CERIU, dans le but d'optimiser plusieurs aspects des infrastructures urbaines, a répondu aux préoccupations à l'égard du réseau routier du MTQ et des municipalités propriétaires de ponts, viaducs, tunnels et bretelles surélevées. Le rôle du CERIU était de :

- Amener les gens à se parler au sein du Comité technique
- Conduire le projet de recherche

Fort des enjeux, dans un premier effort de concertation, les partenaires se sont réunis et ont identifié et reconnu qu'ils partageaient des objectifs communs, notamment :

- L'amélioration des relations entre les divers intervenants
- L'amélioration de la qualité des interventions
- La rationalisation des dépenses
- La réduction des délais d'intervention

Le CERIU a su rassembler les différents partenaires afin de se doter d'un plan d'action qui reflète les priorités établies en commun par l'ensemble de ceux-ci.

Ceci a amené le développement d'outils et d'approches d'optimisation sur la meilleure façon de faire lorsque l'occasion se présente pour l'installation de conduits à un pont ou réaliser leur déplacement.

Le CERIU a permis de mettre en lumière les grandes difficultés qu'éprouvent les entreprises RTU, les propriétaires et les gestionnaires d'emprises de services publics, à partager les espaces disponibles pour assurer la distribution de leurs services respectifs.

Ainsi, le CERIU favorisera le transfert technologique en documentant les meilleures pratiques reconnues par les participants au projet de recherche qui partagent le même espace urbain pour sensibiliser le milieu à ces avancements.

Ce projet va permettre au CERIU d'utiliser son centre de documentation, ainsi que les services qu'il offre à sa clientèle cible, et de s'assurer par le fait même une plus grande visibilité, en montant une bibliothèque spécifique au projet.

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 CONCLUSION

De l'avis de tous les partenaires, les résultats du projet de recherche seront d'une grande utilité. Si les conduits de services publics doivent être inévitablement attachés à un pont, l'analyse structurale des poutres devra être faite par l'entreprise de services publics et le MTQ dans une démarche d'ingénierie conjointe. L'échange d'informations entre les RTU et le MTQ a eu pour résultats :

- lorsque la solution d'attache à un pont est justifiée, prévoir des systèmes de support et d'ancrage ayant le moins d'impact possible sur l'intégrité des matériaux du pont et sur leur entretien à long terme
- la demande d'ingénierie conjointe a été matérialisée à l'intérieur du projet de recherche

5.2 RECOMMANDATIONS

- Ce rapport devient un important document de références qui nécessite un engagement pour sa mise en application. Il s'agit maintenant de mettre en place les mécanismes entre les entreprises de services publics, et le MTQ et les autres propriétaires d'emprises.
- Consensus autour de la table : prendre ce qui est accompli et le mettre en application. Pour sa mise en application, il s'agit d'avoir un engagement des partenaires et mettre en place les mécanismes.
- Prévoir des systèmes de support et d'ancrage qui facilitent l'entretien à long terme
- Face à un changement de pratiques, on peut rencontrer des contraintes à l'utilisation, à moins de faire connaître les bénéfices. On doit profiter de la réalisation de ce projet de recherche pour initier les changements auprès des divers intervenants. D'ores et déjà il faudrait préparer un plan de communication pour expliquer les avantages de l'utilisation des résultats du projet de recherche et comment les utiliser à bon escient.
- L'action consiste à implanter ou diffuser les résultats du projet de recherche dans la structure administrative actuelle du MTQ avec un plan de communication pour faciliter l'adhésion aux changements de pratiques proposées.

ANNEXE

ANNEXE 1



CONSEIL PERMANENT DES RÉSEAUX TECHNIQUES URBAINS PROJET : CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ANCRAGES DE CONDUITS DE SERVICES PUBLICS SUR LES PONTS ET OUVRAGES D'ART

Nom du gestionnaire Ronald F. Blanchet, ing. (MTQ)

But Évaluer et améliorer les pratiques concernant l'installation, l'entretien et l'exploitation de conduits de services publics sur les ponts et ouvrages d'art.

Objectifs spécifiques

- Établir les processus de conception (ingénierie) conjointe des projets
- Introduire les innovations nécessaires au développement de bonnes pratiques au Ministère aux municipalités et dans les entreprises
- Normaliser les pratiques en matière d'installation de conduits sur les ponts et ouvrages d'art

Bénéfices Réaliser des économies substantielles en cours de vie utile d'un pont en évitant des déplacements et des frais additionnels de protection de conduits lors de travaux à proximité de ces derniers

Réduire les délais concernant les demandes d'installation ou d'intervention concernant des conduits de services publics sur les ponts et ouvrages d'art

Inclusions Prendre en compte tous les aspects techniques, opérationnels et économiques de l'installation de conduits de services publics, ainsi que leur entretien et leur exploitation.

Prendre en compte les impacts socio-économiques et environnementaux liés à la présence de conduits de services publics sur les ponts et ouvrages d'art

Exclusions Éléments pouvant être identifiés lors de l'élaboration du plan d'action initial, lesquels éléments pourraient surcharger le mandat à être réalisé, notamment les systèmes d'ancrage des équipements municipaux, lourds et non usuels.

ANNEXE 2

| Plan de travail préliminaire | | | |
|-------------------------------------|---|--------------|----------------------------------|
| | Descriptif | Début | Fin |
| 1. | Charte du projet | 17/04/02 | 03/07/02 |
| 2. | Plan de travail préliminaire (jalons) | 03/07/02 | 27/08/02 |
| 3. | Confirmation des participants | 03/07/02 | 26/09/02 |
| 4. | Réunion de démarrage <ul style="list-style-type: none"> Révision du plan de travail, budget et échéancier | | 12/11/02 |
| 5. | Recherche bibliographique (Participants) <ul style="list-style-type: none"> Présentation des résultats de recherche Présentation des problématiques par les entreprises RTU et les villes et le MTQ Recherche bibliographique CERIU | 11/12/02 | 11/12/02 16/11/03 28/02/03 |
| 6. | Élaboration du cahier des charges fonctionnelles Présentation du processus de conception et d'ingénierie conjointe | 15/11/03 | 28/02/03 |
| 7. | Analyse et valorisation des systèmes | 28/02/03 | 24/03/03 |
| 8. | Identification des opportunités d'ajustement ou d'élaboration de normes Consultations ciblées complémentaires | 28/02/03 | 24/03/03 |
| 9. | Identification et planification de projets d'expérimentation | 24/03/03 | 16/05/03 |
| 10. | Réalisation et suivi expérimental des projets | 19/05/03 | 29/08/03 |
| 11. | Rapport synthèse final et proposition de concepts | | 12/12/03 |

ANNEXE 3

ORDRES DU JOUR ET COMPTES RENDUS DE RÉUNION

ANNEXE 4

PROCESSUS D'INGÉNIERIE CONJOINTE (INSTALLATION)

ANNEXE 5

PROCESSUS D'INGÉNIERIE CONJOINTE (DÉPLACEMENT)

ANNEXE 6

FICHE POUR PROJET D'INSTALLATION D'ÉQUIPEMENTS DE SERVICES PUBLICS SUR UN PONT

Cette fiche se divise en trois parties :

Partie A : Données de l'Entreprise de services publics

- A.1 Identification du projet
Section traitant du but du projet, de la description des équipements et des points de gestion nécessaires.
- A.2 Justification du projet
On y retrouve la précision sur le besoin, l'investissement, les options avec coûts estimés, la solution retenue, le plan préliminaire.
- A.3 Conception d'installation
On y décrit les types de support, les approches au pont, le système de dilatation.
- A.4 Réalisation des travaux
Cette section inclut l'échéancier, les méthodes d'installation, localisation et tracé de mise en place, les contraintes d'exécution.
- A.5 Contraintes d'interventions à proximité des équipements existants ou projetés
Les aspects relatifs à la sécurité, reliés à l'inspection, l'entretien des équipements et des éléments du pont, et les normes techniques de dégagement avec les équipements sont traités dans cette section.

Partie B : Données du Propriétaire du pont

- B.1 Préfaisabilité du projet
Cette section présente l'analyse des possibilités d'installation au pont.
- B.2 Identification du pont
Contient les mêmes éléments que la première fiche projet.
- B.3 Travaux prévus sur le pont et dans l'emprise routière
Les paramètres relatifs à l'entretien, la réfection, la réhabilitation, la reconstruction et à l'élargissement du pont y sont développés.
- B.4 Sécurité routière
Contient les mêmes éléments que la première fiche projet.

Partie C : Ingénierie conjointe

- C.1 Analyse et évaluation des options proposées
Conformité aux normes
- C.2 Proposition et justification du projet
- C.3 Conditions particulières d'installation et mesures de mitigation

Avec les éléments suivants : mesures de mitigation pour la circulation routière, protection contre le feu ou le vandalisme, convention initiale d'autorisation et de conception du projet.

ANNEXE 7

FICHE POUR PROJET D'INTERVENTIONS POUR LA PROTECTION, LA MODIFICATION, LE DÉPLACEMENT OU LE REMPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE SERVICES PUBLICS ATTACHÉS AU PONT

Cette fiche se divise en trois parties :

Partie A : Données du Propriétaire du pont

- A.1 Description générale des travaux à réaliser
- A.2 Identification du pont
Partie où on fournit les caractéristiques générales du pont, la capacité structurale, l'âge et dernière intervention sur le pont, l'état des éléments structuraux, les conduits déjà présents et autres caractéristiques
- A.3 Détails des travaux prévus sur le pont et dans l'emprise routière
- A.4 Normes d'emplacement et de remise en place (relocalisation) des équipements
Cette section sert à notifier les différentes normes applicables.
- A.5 Sécurité routière
Cette section sert à décrire la gestion de la circulation routière et la signalisation des travaux, la protection des piétons et les éléments de sécurité

Partie B : Données de l'Entreprise de services publics

- B.1 Identification du projet
Section où l'on décrit les équipements et les points de gestion existants.
- B.2 Justification du projet
Cette section vise à préciser le besoin, les options avec coûts estimés et la solution retenue.
- B.3 Conception des travaux
À cette section, des détails sont fournis sur les types de support, les approches au pont, le système de dilatation et le plan préliminaire des travaux.
- B.4 Réalisation des travaux
Pour la réalisation des travaux, il importe de fournir l'échéancier, la localisation et le tracé de remise en place ou de relocalisation, les contraintes d'exécution.

- B.5 Contraintes d'intervention à proximité des équipements
Section où l'on retrouve les aspects relatifs à la sécurité, les normes techniques de dégagement avec les équipements, les aspects liés à l'inspection et l'entretien des éléments du pont.

Partie C : Ingénierie conjointe

- C.1 Analyse et évaluation des options de protection, de modifications, de déplacement temporaire ou de remplacement des équipements existants
À cette section, on vérifie la conformité aux normes.
- C.2 Proposition et justification du choix des travaux
- C.3 Conditions particulières pour la réalisation des travaux
Section où on précise les mesures de mitigation pour la circulation routière, de protection contre le feu ou le vandalisme, autres conditions et mesures, l'autorisation des travaux.