

Mandats d'expertise – Devis

Mandats confiés au Comité d'experts

- A- Mandat principal
- B- Étude des pièces de la culée est
- C- Analyse structurale
- D- Conception et surveillance
- E- Inspections et réparations
- F- Construction
- G- Comparaison des viaducs de la Concorde et de Blois
- H- Analyse en laboratoire

Mandats confiés à d'autres experts

- I- Circulation
- J- Météorologie

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise – Devis

Titre du mandat

A - Mandat principal

Mise en contexte et objectifs

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, le gouvernement du Québec a créé la Commission d'enquête par le décret numéro 875-2006. La Commission désire retenir les services d'un comité d'experts techniques (le Comité) afin de l'assister dans l'accomplissement de son mandat d'enquêter sur les circonstances de l'effondrement et déterminer les causes qui ont entraîné cet effondrement.

En particulier, la Commission s'intéresse aux questions suivantes :

- Description de l'effondrement et de l'ouvrage après l'effondrement
- Reconstitution de l'état de la culée est avant l'effondrement
- Propriétés des matériaux et évaluation de la dégradation du béton et de l'acier
- Description des processus de conception, de construction et de surveillance des travaux de construction de l'ouvrage
- Analyse et évolution des règles de bonne pratique de l'époque et actuelles
- Conformité à ces règles de bonne pratique
- Inspection et entretien du viaduc de la Concorde
- Analyse des pratiques touchant l'inspection, l'entretien et la réparation des ouvrages
- Analyse structurale en laboratoire
- Analyse numérique non-linéaire
- Comparaison des viaducs de la Concorde et de Blois

le tout dans le but de d'expliquer l'effondrement, d'identifier les mécanismes physiques en cause et de permettre une évaluation des pratiques ayant cours lors de la conception, la construction et durant la vie des ouvrages d'art.

Afin d'assurer que l'étude soit complète, précise et crédible, la Commission désire retenir les services d'experts ayant des champs de spécialisation complémentaires (matériaux, conception, construction, inspection, réparation, gestion de parc immobilier...) pour qu'ils travaillent au sein du Comité sous la coordination de M. Jacques Marchand, l'expert principal de la Commission. La Commission désire que ces experts travaillent comme des experts autonomes, indépendants et impartiaux. Les mandats spécifiques des experts membres du Comité sont décrits dans des devis séparés.

Description de tâches du mandat principal

À titre d'expert principal de la Commission, M. Jacques Marchand aura comme responsabilité de :

- diriger le travail du Comité d'experts choisis par la Commission;
- assister à certains témoignages en personne et s'assurer de la disponibilité des experts du Comité pour assister à certains autres témoignages;
- préparer et d'être présent à l'interrogatoire de certains témoins;
- participer à la recherche de documents techniques;
- coordonner la préparation du rapport final du groupe d'experts : ce rapport devra décrire les circonstances de l'effondrement, se prononcer sur les causes de l'effondrement et faire des recommandations à la Commission;
- prendre charge de la rédaction de plusieurs parties de ce rapport;
- témoigner lors des audiences publiques de la Commission;
- Coordination du mandat de GES pour la modélisation tridimensionnelle du viaduc.

M. Marchand sera assisté dans ses fonctions par M. Denis Mitchell. MM. Marchand et Mitchell pourront avoir recours au service d'un ingénieur de projet. M. Marchand relèvera du Directeur Technique de la Commission.

Livrables recherchés

- Participation au montage de tous les dossiers de la Commission
- Soutien technique et coordination du Comité d'experts
- Le rapport d'expertise répondant à la Table des matières présentée ci-après
- Contribution aux interrogatoires
- Assistance et témoignages lors des audiences de la Commission

Intrants fournis par la Commission

Toute l'information obtenue par la Commission.

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 30 mars 2007 en format électronique seulement.

Autre mandats

Les mandats détaillés suivants, décrits dans des documents séparés, sont également confiés au Comité d'experts:

- A- Mandat principal (le présent document)
- B- Étude des pièces de la culée est
- C- Analyse structurale
- D- Conception et surveillance
- E- Inspections et réparations
- F- Construction
- G- Comparaison des viaducs de la Concorde et de Blois
- H- Analyse en laboratoire

Annexe

Rapport sur les causes techniques de l'effondrement du Pont de la Concorde survenu le 30 septembre 2006

Table des matières préliminaire

1. Introduction

- Contexte
- Mandat des experts (devis d'expertise et offres de service à inclure en Annexe)
- Composition du comité d'experts
- Méthodologie
- Organisation du rapport

2. Description du pont

- Description générale de l'ouvrage
- Culées
- Production et conception des poutres préfabriquées en béton
- Détails des appuis des poutres

3. Conception, construction et surveillance des travaux

- Codes et normes en vigueur à l'époque
- Témoignages (parties des interrogatoires pertinents à la formulation des hypothèses de travail)
- Aspects contractuels
- Plans et dessins de la structure
- Notes générales et devis de construction
- Construction et surveillance des travaux
- Contrôle de la qualité
- Information manquante

4. Analyse des règles de bonne pratique en vigueur à l'époque

- Conception d'ouvrages similaires
- Surveillance des travaux
- Pratiques de construction
- Analyse des témoignages

5. Inspection et entretien du viaduc de la Concorde

- Témoignages
- Relevés d'inspection
- Entretien courant de l'ouvrage
- Réparations de la structure

6. Analyse des pratiques touchant l'inspection, l'entretien et la réparation des ouvrages

- Évolution des techniques d'inspection courantes au Québec depuis 1970
- Revue des techniques disponibles
- Analyse des pratiques en Ontario, aux États-Unis et en Europe

7. Description de l'effondrement

- Vue d'ensemble
- Témoignages
- Description de la rupture de la culée est
- Dommages à la culée ouest
- Endommagement des poutres
- Reconstitution de l'effondrement

8. État des culées après l'effondrement

- Récupération et entreposage de certaines portions clés de la structure
- Relevés d'arpentage
- Mesures non-destructives
- Relevés sur le site de l'effondrement et sur le site d'entreposage
- Fenêtres d'observation dans les culées (position des armatures)
- Dissection des blocs
- Comparaison entre les détails des plans de conception et l'état « tel que construit »

9. Propriétés des matériaux et évaluation de la dégradation du béton et de l'acier

- Détermination des propriétés du béton
- Détermination des propriétés de l'acier
- Évaluation de la conformité des matériaux aux exigences en vigueur à l'époque
- Signes visuels de la dégradation des culées
- Mesures expérimentales de la détérioration des matériaux

10. Évaluation de la conception de l'ouvrage

- Conformité de la conception aux exigences de la norme CSA.S6-1966
- Conformité de la conception aux exigences de la norme CSA.S6-2006
- Évolution de la littérature technique, des codes et cahiers des charges

11. Étude en laboratoire

- Conception des éléments
- Protocole expérimental
- Influence des paramètres

12. Analyse non-linéaire du comportement des culées

- Méthodologie
- Modélisation
- Cas d'étude
- Influence des paramètres

13. Caractéristiques du viaduc De Blois

- Conception
- Résultats des relevés in-situ
- Propriétés des matériaux et étude de la dégradation
- Comparaison avec le viaduc de la Concorde

14. Causes probables de l'effondrement

15. Conclusions

Annexes techniques

- Annexe 1. Éléments de preuve répertoriés par la Sûreté du Québec
- Annexe 2. Chronologie des événements
- Annexe 3. Rapport sur les relevés d'arpentage -
Vaillancourt, Robitaille, Savoie, Bédard et associés, arpenteurs-géomètres
- Annexe 4. Rapport sur les mesures par radar – Tekron Services Inc.
- Annexe 5. Relevés sur le site de l'effondrement et sur le site d'entreposage
(incluant une description du site d'entreposage, plans de localisations,
relevés photographiques détaillés du site et des pièces, plan d'ensemble du
viaduc indiquant la position des pièces avant l'effondrement et avant le
démantèlement...)
- Annexe 6. Rapport sur les fenêtres d'exploration
- Annexe 7. Caractérisation des matériaux – Viaduc du boul. de la Concorde
- Annexe 8. Caractérisation des matériaux – Viaduc de la rue de Blois
- Annexe 9. Comparaison des viaducs de la Concorde et de Blois
- Annexe 10. Dissection des pièces de la console de la culée est
- Annexe 11. Analyse de la conception des ouvrages
- Annexe 12. Analyse numérique non linéaire de la console
- Annexe 13. Rapport sur les essais de chargement en laboratoire – Université McGill
- Annexe 14. (AUTRES À PRÉCISER, s'il y a lieu)

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise B – Devis

Titre du mandat

B-Étude des pièces de la culée est

Mise en contexte

Au cours des semaines qui ont suivi l'effondrement du viaduc de la Concorde, l'équipe d'experts travaillant pour la Sûreté du Québec a eu recours à différentes techniques pour établir la position des armatures dans les culées Est et Ouest du viaduc de la Concorde et identifier les parties de l'ouvrage qui étaient endommagées. Les procédures utilisées incluent des mesures non destructives au radar, des balayages au laser et des inspections visuelles. Par la suite, des parties du pont, en particulier de la console située du côté effondré à l'Est, ont été prélevées et entreposées sur un site de la rue Belgrand à Laval sous surveillance. La Commission désire que ces pièces soient démantelées pour déterminer avec le plus d'exactitude possible l'emplacement des armatures et la présence de défauts ou de dommages dans le béton.

Comme les pièces seront détruites par ces travaux de dissection, la Commission désire faire au préalable extraire un nombre d'éprouvettes supplémentaires dans les blocs et les poutres pour d'éventuelles contre-expertises.

Un morceau de béton est tombé sur la chaussée de l'autoroute 19 peu avant l'effondrement du viaduc. Recueilli par un employé du MTQ, cette pièce a ensuite été mise sous la garde de la SQ. Il s'agit de faire un relevé photographique et dimensionnel précis du morceau en question et d'en faire une caractérisation basée sur un examen visuel.

Les relevés serviront d'intrant aux autres analyses, y compris la reconstitution de la géométrie des pièces du viaduc avant l'effondrement.

Objectifs

- Démanteler systématiquement les pièces prélevées et entreposées au site de la rue Belgrand afin de pouvoir en décrire l'intérieur.
- Reconstituer la disposition précise des aciers d'armature sur plusieurs sections longitudinales de la structure.
- Cartographier la présence de fissures internes.
- Colliger et faire la synthèse de toutes les informations qui aideront à reconstituer un schéma de la console « telle que construite ».
- Prélever un nombre suffisant d'échantillons de béton et d'acier d'armature pour fins d'éventuelles contre-expertises.
- Colliger des informations sur la partie du viaduc tombée avant l'effondrement.

Le tout afin d'éclairer la Commission relativement aux causes de l'accident.

Description des travaux

B-1. Dissection

Les travaux de dissection de prélèvement portent sur les éléments suivants :

- CNE1, une pièce de la console Est provenant du secteur Nord, mesurant environ 12 pieds de largeur par 13 pieds de longueur et d'une profondeur variable de l'ordre de 4 pieds.
- CSE3 (bas) et CSE4 (haut), deux parties conjuguées d'une même pièce de la console Est provenant du secteur Sud, mesurant environ 20 pieds de largeur par 13 pieds de longueur et d'une profondeur variable totale de l'ordre de 4 pieds.

B-2. Prélèvements

Des échantillons provenant des pièces CNE1, CSE3 et CSE4 ainsi que des poutres précontraintes formant la travée centrale du viaduc seront prélevés et conservés. Le nombre et la nature des échantillons à être conservés après la dissection des pièces doit être déterminée par l'expert et approuvée par la Commission. L'expert doit prendre en charge tous les échantillons et les conserver en lieu sûr pour une période de un (1) an au-delà de la date du dépôt par la Commission de son rapport d'enquête.

B-3. Morceau tombé avant l'effondrement

Pour le morceau de béton du viaduc tombé avant l'effondrement :

- Identifier photographier, mesurer et relever pour en obtenir un modèle en trois dimensions.
- Ce modèle tridimensionnel devra permettre de positionner le morceau sur le modèle virtuel du viaduc avant l'effondrement.
- Examiner visuellement le morceau pour en obtenir une caractérisation descriptive, une évaluation qualitative de la qualité des matériaux et une appréciation des réparations faites au cours de la vie de l'ouvrage.

Livrables recherchés

Les résultats doivent être remis sous la forme d'un rapport synthèse devant inclure entre autres pour les éléments des culées CNE1, CSE3 et CSE4:

- Les détails de la méthodologie utilisée pour la réalisation des sections de la dissection (photos à l'appui).
- Vue en plan situant les pièces par rapport à la structure du viaduc, et la position de chacune des sections réalisées.
- Photos de toutes les faces des spécimens avant la dissection.
- Des photos et dessins à l'échelle illustrant toutes les sections réalisées indiquant les dimensions des barres et les positions respectives et indiquant la trace de la fissuration sur chaque section, donc la section « telle que construite ».
- Des observations sur l'état du béton et les aciers d'armature selon les sections.
- Une reconstitution de l'état de la culée est avant l'effondrement.

Quant au morceau de béton tombé avant l'effondrement, il fera l'objet d'un chapitre séparé du rapport synthèse.

Un des livrables est l'ensemble des échantillons préservés dans un lieu d'entreposage et son inventaire et sa garde.

Intrants fournis par la Commission

- Les plans disponibles du viaduc du boulevard de la Concorde.
- L'ensemble de la documentation technique disponible à la Commission.
- Les spécimens entreposés au site de la rue Belgrand.
- Les relevés pris sur le site concernant la position des armatures, y compris les résultats des fenêtres d'observation.
- Les résultats des observations radar sur les spécimens.
- Les résultats des relevés d'arpentage faits après l'effondrement.

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participants

Jacques Marchand, Denis Mitchell, Pierre Proulx

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise - Devis

Titre du mandat

C- Analyse structurale

Mise en contexte

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, la Commission désire être informée relativement aux pratiques dans l'ingénierie des viaducs en béton armé et à leur évolution depuis l'époque de la conception du viaduc de la Concorde, soit de 1966 à 2006.

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, la Commission désire qu'un expert utilise les plans de conception du viaduc, le schéma reconstitué de la console « telle que construite » ainsi que les caractéristiques des matériaux utilisés lors de la construction du viaduc pour réaliser une analyse structurale approfondie du comportement de la console.

Dans un mandat séparé, la Commission fait faire des essais de chargement en laboratoire sur un modèle physique partiel de la console effondrée.

Objectifs

Décrire pour la période de 1966 à 2006, l'évolution de la littérature technique, des normes, codes et cahiers de charges s'appliquant à la conception des ouvrages d'art au Québec.

Déterminer la conformité de la conception de la console décrite aux plans et devis de conception, d'une part dans le contexte de l'époque où le viaduc de la Concorde a été conçu et construit, et d'autre part, dans celui des normes et pratiques en usage en 2006.

Faire les simulations numériques appropriées du comportement structural sous l'effet des charges permanentes et des charges de circulation appropriées. Réaliser l'analyse structurale non-linéaire du comportement de la console du viaduc. La structure telle qu'indiquée au plan de conception et celle « telle que construite » devront être analysées et les résultats de ces analyses devront être comparés.

À l'aide des résultats de ces analyses, expliquer le mécanisme d'effondrement, expliquer la progression du mécanisme de fissuration dans le temps et reconstituer les états d'équilibre qui se sont établis dans la structure et qui lui ont permis de résister aux sollicitations associées à quelques 35 années de service.

Les analyses du viaduc demandées doivent tenir compte de la résistance du béton telle que spécifiée initialement aux plans et devis et de celle mesurée par carottage.

Description des travaux

De façon non limitative et à titre indicatif, les éléments suivants devraient être abordés.

C-1. Évolution des pratiques de conception

Identifier les normes et les documents de référence habituellement utilisés en 1969 et ceux utilisés en 2006 pour la conception et la préparation des plans et devis de viaducs.

Identifier les normes et les documents de référence habituellement fournis par le client en 1969 et en 2006 pour la conception et la préparation des plans et devis de viaducs.

Comparer les codes, normes et bonnes pratiques de 1969 et celles de 2006.

C-2. Conformité aux normes applicables en 1969 et aux normes actuelles

Faire l'analyse de la console et le calcul des sections d'acier d'armature requises dans la console, conformément à la pratique de l'époque de la conception du viaduc.

Faire l'analyse de la console et le calcul des sections d'acier d'armature requises dans la console, conformément à la pratique actuelle.

Les analyses et les calculs seront faits en utilisant les résistances du béton et les nuances d'acier indiquées aux plans et devis du viaduc de la Concorde.

C-3. Analyse numérique non linéaire

Faire un modèle numérique de la console de façon à simuler le comportement non linéaire du béton armé en utilisant les méthodes d'analyse correspondant aux règles de l'art.

Faire l'analyse non linéaire de la console selon les plans de conception et selon le schéma reconstitué de la console « telle que construite ». Dans les deux cas, l'analyse sera faite avec la fissuration et sans la fissuration observée dans le cadre du programme de relevés effectués après l'effondrement.

Les analyses devraient comprendre des cas de charges augmentant progressivement jusqu'à la rupture et des cas de charges cycliques dans le but d'étudier les mécanismes de propagation de la fissuration.

Livrables recherchés

C-1, C-2. Évolution des pratiques, conformité aux normes et pratiques

Un rapport détaillé sur la conception structurale du viaduc répondant à la description donnée et incluant, entre autres :

- La liste des références (normes, codes, guides, cahiers de charges générales, etc.)
- un descriptif et un commentaire de l'évolution des normes et pratiques
- une note de calcul complète pour la console selon les normes en vigueur en 1969 et selon celles en vigueur en 2006.

C-3. Analyse numérique non linéaire

Les résultats doivent être remis sous la forme d'un rapport synthèse sur l'analyse numérique non linéaire devant inclure entre autres :

- La liste des références, rapports et publications techniques justifiant les méthodes de modélisation utilisés pour réaliser le mandat.
- Les hypothèses de calculs permettant de réaliser les analyses par simulation numérique et la description du modèle...
- Les résultats de la modélisation numérique de la console telle que montrée sur les plans de conception et telle que construite ainsi qu'une synthèse des différences.
- L'interprétation des circonstances ayant mené à l'effondrement, de son évolution progressive dans le temps, de son dénouement soudain et de la durée de vie obtenue avant l'effondrement.

Intrants

- Les plans disponibles du viaduc du boulevard de la Concorde.
- L'ensemble des dossiers techniques disponibles à la Commission

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participant

Denis Mitchell

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise – Devis

Titre du mandat

D- Conception et surveillance

Mise en contexte

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, la Commission désire être informée sur les pratiques en vigueur dans l'ingénierie et la surveillance de construction des ponts et viaducs au Québec depuis la construction du viaduc de la Concorde.

Objectifs

La Commission désire avoir l'opinion d'un expert ayant exercé la profession d'ingénieur au sein d'un bureau d'ingénieurs-conseils à l'époque de la construction du viaduc de la Concorde pour évaluer la conformité des pratiques de conception et de surveillance du viaduc de la Concorde avec les bonnes pratiques de l'époque. La Commission désire également être informée sur l'évolution des pratiques de surveillance depuis la construction du viaduc.

De façon non limitative, l'expert devra utiliser les codes, normes et guides techniques en vigueur au moment de la conception et de la construction du viaduc de la Concorde et ceux actuellement en vigueur, les plans de conception du viaduc, le schéma reconstitué de la console « telle que construite », les caractéristiques des matériaux du viaduc ainsi que les plans d'ouvrages similaires construits à la même époque.

Description des travaux

1. Commenter les plans et devis de conception préparés par l'ingénieur-conseil du viaduc; en particulier, indiquer si les informations sont claires, complètes et suffisamment détaillées conformément à la pratique de cette époque. Faire les comparaisons appropriées au contexte de la pratique courante.
2. Fournir une appréciation de la conformité de la console du viaduc « telle que construite » par rapport à la conception initiale et décrire l'impact des non-conformités, s'il y en a, sur le comportement de la structure.
3. Rechercher et obtenir des plans de viaducs construits à la même époque et présentant des caractéristiques similaires à celles du viaduc de la Concorde, notamment des dalles épaisses en béton armé; examiner les plans de conception de ces ouvrages et les comparer à ceux du viaduc de la Concorde.

4. Faire tout commentaire jugé utile pour éclairer la Commission quant à la pratique de Desjardins Sauriol et associés et dans les bureaux de génie-conseil, à l'époque de la réalisation du viaduc de la Concorde en comparaison avec les pratiques de l'époque et avec les pratiques actuelles; entre autres sur les aspects suivants :
 - L'implication et le rôle du client tant au niveau de la conception que de la construction (exigences, documents fournis à l'ingénieur-conseil, approbation des plans, présence au chantier, etc.).
 - La nature et le degré de détail des instructions, critères, directives, détails standardisés, etc., fournis par l'ingénieur-conseil tant au niveau de la conception que de la construction.
 - Le processus de conception concernant les calculs, les plans et les devis : modes de supervision, de vérification et de contrôle de qualité.
 - Le processus d'approbation des dessins d'atelier.
 - Les processus de surveillance des travaux de construction de viaducs, de contrôle de la qualité des matériaux, de contrôle de la qualité de la fabrication des aciers d'armature et de sa mise en place, etc.
5. Toute autre observation ou commentaire relié au présent mandat pouvant éclairer la Commission.
6. Témoigner lors des audiences de la Commission.

Livrables recherchés

Un rapport synthétisant les éléments du mandat.

Intrants

- Les plans disponibles du viaduc du boulevard de la Concorde.
- L'ensemble des dossiers techniques disponibles à la Commission.

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participant

Pierre Proulx, Denis Mitchell, Jacques Marchand

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise – Devis

Titre du mandat

E- Inspections, entretien et réparations.

Mise en contexte

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, la Commission désire être informée des pratiques relativement à l'inspection et la réparation des viaducs depuis la construction du viaduc de la Concorde.

Objectifs

Faire une revue historique et critique des inspections et réparations du viaduc de la Concorde.

Relativement à l'inspection des viaducs, comparer les procédures, méthodes, techniques et technologies d'inspection appliquées au cours de la vie du viaduc de la Concorde et celles en vigueur en 2006.

Présenter et commenter les méthodes et technologies d'inspection et de réparation dans d'autres juridictions.

Déterminer si les technologies disponibles auraient pu prévenir l'effondrement.

Description des travaux

Cette étude sera confiée à un ingénieur spécialiste des questions d'inspection et d'entretien des ouvrages en béton.

L'expert sélectionné devra :

- Étudier les différentes versions du guide d'inspection élaboré par le ministère des Transports au cours des trente dernières années.
- Analyser les différents rapports d'inspection portant sur le viaduc de la Concorde.
- Étudier les différentes interventions (réparations, modifications, etc.) effectuées sur l'ouvrage.
- Prendre connaissance de la documentation photographique générée par la Sûreté du Québec suite à l'effondrement de la structure.
- Participer aux travaux du groupe d'experts techniques retenu par la Commission.
- Recueillir des informations sur les meilleures pratiques et techniques utilisées dans le domaine.

- Sur la base des documents recueillis, rédiger un rapport permettant de statuer si les techniques d'inspection et d'entretien des ouvrages utilisées par le ministère des Transports du Québec respectaient les règles de bonne pratique dans le domaine.
- Témoigner lors des audiences publiques de la Commission sur les conclusions de son analyse.

De plus, l'expert devra faire tout commentaire jugé utile pour éclairer la Commission quant aux pratiques actuelles d'inspection et de réparation du MTQ :

- Catégories et rôles des divers employés du MTQ appelés à intervenir quotidiennement sur les routes du Québec, y compris les routiers, les inspecteurs, le personnel de construction : nombre d'interventions, nombre de personnes, formation exigée.
- Catégories et rôles des divers employés du MTQ appelés à intervenir en support au personnel de terrain, y compris le personnel de la Direction territoriale, ou la Direction des structures à Québec : nombre d'interventions, nombre de personnes, formation exigée.
- Description du système d'inspection, des liens fonctionnels entre les participants, technologies déployées pour les inspections, technologies déployées pour les réparations.

Livrables recherchés

Un rapport répondant à la description des travaux mentionnés ci-dessus.

Intrants fournis par la Commission

- Les plans disponibles du viaduc du boulevard de la Concorde.
- Tous les rapports d'inspection et tous les rapports de réparations du viaduc de la Concorde qui sont disponibles en plus du rapport synthèse soumis par le MTQ.
- Des schémas et photographies qui décrivent la structure effondrée, montrent des dispositions de barres d'armature observées et une visite du lieu d'entreposage des pièces prélevées sur le viaduc.
- Les manuels d'inspection du MTQ, le guide de procédures, le programme de formation

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participants

Alexander Vaysburd, Jacques Marchand

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde

Mandat d'expertise – Devis

Titre du mandat

F- Construction des ponts et viaducs au Québec

Mise en contexte et objectif

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, la Commission désire être informée des pratiques en vigueur relativement à la construction des ponts et viaducs au Québec depuis la construction du viaduc de la Concorde. Si la documentation disponible relativement à la construction du viaduc est suffisante, la Commission désire aussi une comparaison entre la bonne pratique de l'époque, la pratique courante de l'époque et le déroulement réel du projet de la Concorde.

Description des travaux

1. Identifier les codes, les normes et les documents de référence habituellement utilisés depuis l'époque de la construction du viaduc de la Concorde relativement à la surveillance et à la réalisation des travaux de construction des viaducs.
2. Identifier les normes et les documents de référence habituellement fournis par le ministère depuis l'époque de la construction du viaduc de la Concorde pour la surveillance et la réalisation des travaux de construction des viaducs.
3. Comparer les codes, normes et bonnes pratiques depuis l'époque de la construction du viaduc de la Concorde pour l'entrepreneur-général et ses sous-traitants.
4. Fournir une appréciation de la conformité de la console du viaduc « telle que construite » par rapport à la conception initiale.
5. Faire tout commentaire jugé utile pour éclairer la Commission quant à la pratique dans les entreprises de construction à l'époque de la réalisation du viaduc de la Concorde en comparaison avec la pratique actuelle :
 - implication et rôle du ministère durant la construction (exigences, documents fournis à l'entrepreneur, présence au chantier, etc.);
 - rôle et responsabilité de l'entrepreneur général durant la construction ainsi que ses relations avec les sous-traitants;
 - rôle et responsabilité de l'ingénieur-conseil dans le cadre de son mandat de surveillance durant la construction;
 - rôle et responsabilité des laboratoires de contrôle de la qualité des matériaux durant la construction;
 - analyser l'ensemble des contrats et sous-contrats confiés aux divers intervenants afin de pouvoir évaluer si les rôles et responsabilités tels qu'assignés étaient de nature à permettre une construction adéquate, conforme aux exigences de l'époque.

6. Toute autre observation ou commentaire relié au présent mandat pouvant éclairer la Commission.
7. Témoigner lors des audiences publiques de La Commission.

Livrables recherchés

Un rapport répondant à la description des travaux mentionnés ci-dessus.

Intrants fournis par la Commission

- Les plans disponibles du viaduc du boulevard de la Concorde.
- Des schémas et photographies qui décrivent la structure effondrée, montrent des dispositions de barres d'armature observées.
- Visite du lieu d'entreposage des pièces prélevées sur le viaduc après l'effondrement.
- Le schéma reconstitué de la console « telle que construite » et les caractéristiques des matériaux utilisés.

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participants

Jean-Claude Garneau, Pierre Proulx, Jacques Marchand

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise – Devis

Titre du mandat

G- Comparaison des viaducs de la Concorde et de Blois

Mise en contexte

Le viaduc du boulevard de la Concorde s'est effondré le 30 septembre 2006. Suite à l'effondrement, le ministère des Transports a décidé de démolir une structure très similaire qui était érigée au-dessus de l'autoroute 19 sur la rue de Blois.

La Commission désire qu'une comparaison des deux structures soit faite en utilisant les plans de conception disponibles ainsi que les résultats des relevés et essais en laboratoire des matériaux de ces deux structures 'jumelles'.

Objectifs

L'étude de la structure de Blois devrait pouvoir éclairer davantage la Commission sur les causes de l'effondrement.

Les objectifs spécifiques sont :

- Caractériser par des essais en laboratoire les éprouvettes de béton et d'acier prélevées dans le viaduc de Blois afin d'être en mesure d'évaluer la qualité générale des matériaux et leur état de dégradation.
- Comparer systématiquement les caractéristiques des matériaux et l'état de dégradation des deux viaducs.
- Comparer systématiquement les caractéristiques structurales des deux viaducs, en faisant, au besoin, les analyses structurales requises.
- Comparer les niveaux de chargement (intensité et fréquence des charges vives...) entre les deux ouvrages, à la lumière de l'étude de circulation.
- À l'aide des résultats de ces comparaisons, expliquer les tenues différentes des deux ouvrages.
- Évaluer le niveau et le type de chargement des deux ouvrages.

Description des travaux de laboratoire

Vingt carottes de béton ont été prélevées dans les culées du viaduc de Blois.

La caractérisation du béton sera réalisée en suivant un programme d'essais identique à celui élaboré pour les carottes prélevées dans le viaduc de la Concorde.

Livrables recherchés

Les résultats doivent être remis sous la forme d'un rapport synthèse répondant aux objectifs précités et présentant la totalité des résultats obtenus.

Intrants

L'étude comparative sera réalisée par le groupe d'experts qui aura accès à tous les documents disponibles, soit :

- Les plans disponibles des viaducs du boulevard de la Concorde et de la rue de Blois.
- Des photographies qui montrent des sections du pont prélevées après l'effondrement.
- Résultats de tous les essais sur les échantillons de béton et d'acier d'armature prélevés sur les deux ouvrages.
- Les relevés des structures « telles que construites » selon les résultats des tests, mesurages, fenêtres d'observation, dissections et de tout autre relevé pertinent.
- Étude de circulation (mandat d'expertise I)

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participants

Jacques Marchand, Denis Mitchell, Pierre Proulx

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde Mandat d'expertise – Devis

Titre du mandat

H- Essai de chargement en laboratoire

Mise en contexte

Suite à l'effondrement du viaduc de la Concorde, la Commission désire qu'un expert utilise les plans de conception du viaduc, le schéma reconstitué de la console « telle que construite » ainsi que les caractéristiques des matériaux utilisés lors de la construction du viaduc pour réaliser une simulation du comportement structural en laboratoire de la console.

Objectifs

Reproduire en laboratoire le comportement structural de la console sous l'effet des charges permanentes et des charges de circulation. Faire l'étude de la console construite conformément aux plans de conception et celle « telle que construite ». Étudier les mécanismes de l'effondrement.

Livrables recherchés

Les résultats doivent être remis sous la forme d'un rapport synthèse devant inclure entre autres :

- La liste des hypothèses utilisées dans la construction du modèle théorique et du modèle tel que construit (dimensions de la pièce; qualité des matériaux; diamètres, pliage et position des aciers d'armature, chargements...).
- Les résultats des essais en laboratoire de la console telle que montrée sur les plans de conception et «telle que construite».
- Une synthèse des différences, le cas échéant, entre le comportement observé lors de l'effondrement et les résultats des essais.
- Une synthèse des différences, le cas échéant, entre le comportement numérique observé entre la console telle que montrée sur les plans de conception et «telle que construite».
- L'interprétation des circonstances ayant mené à l'effondrement, de son évolution progressive dans le temps, de son dénouement soudain et de la durée de vie obtenue avant l'effondrement.

Intrants

- Les plans disponibles du viaduc du boulevard de la Concorde.
- Des photographies qui montrent des sections du pont prélevées après l'effondrement.
- Résistance du béton et de l'acier résultant des prélèvements sur l'ouvrage détruit.
- Le schéma reconstitué de la console « telle que construite » et les caractéristiques des matériaux utilisés : provient de la dissection des pièces du viaduc, qui fait l'objet d'un mandat séparé.
- L'étude des conditions de circulation et de chargement (mandat d'expertise I).

Échéancier

Le rapport final doit être remis avant le 15 mars 2007 en format électronique seulement.

Participants

Denis Mitchell

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde

Mandat d'expert – Devis

Commentaire [s1] :

Titre du mandat

I - Circulation

Mise en contexte

Le viaduc du boul. de la Concorde s'est effondré le 30 septembre 2006. Une structure très similaire a été construite à la même époque sur la rue de Blois, une rue beaucoup moins achalandée que le boul. de la Concorde. Le MTQ a décidé de démolir le viaduc de Blois après l'effondrement du viaduc de la Concorde.

Objectifs

La Commission désire obtenir une estimation de l'intensité et de la fréquence des charges cumulatives sur le viaduc de la Concorde, pour éclairer l'analyse structurale théorique qui sera faite des ouvrages et aider à la définition de charges « réalistes » pour les essais de chargement en laboratoire sur un modèle physique de la partie effondrée.

Caractériser l'intensité et la fréquence des charges appliquées sur les deux structures 'jumelles'.

Description des travaux

- caractériser l'évolution de la circulation automobile sur l'autoroute 19 et sur les viaducs de Blois et de la Concorde depuis leur construction jusqu'à 2006;
- la caractérisation devrait comprendre les variations de débits de circulation horaire, journalières, mensuelles et annuelles ainsi que la composition du débit de circulation (véhicules lourds et légers);
- évaluer l'évolution de la charge des véhicules lourds depuis l'époque de la construction des structures jusqu'en 2006;
- pour les viaducs de Blois et de la Concorde, et pour chaque catégorie de véhicule, estimer le nombre cumulé de passages entre 1970 et 2006, soit une courbe intensité-fréquence par catégorie de masse totale de véhicule;
- pour les viaducs de Blois et de la Concorde, estimer le nombre cumulé de passages d'essieux, par catégories d'essieux entre 1970 et 2006, soit une courbe intensité-fréquence par catégorie de charge d'essieu.

Livrables recherchés

Les résultats doivent être remis sous la forme d'un rapport synthèse répondant aux objectifs précités et présentant la totalité des résultats obtenus.

Intrants

Obtenir, examiner et traiter les données de circulation existantes auprès ministère des Transports, de l'Agence métropolitaine des transports, des autorités municipales.

Obtenir, examiner et traiter les données disponibles dans la littérature technique concernant l'évolution des chargements. Valider aussi à l'aide de données obtenues auprès de la Société d'Assurance Automobile du Québec, l'industrie du camionnage, les associations de transport routier, etc.

Échéancier

Données préliminaires au plus tard le 26 janvier 2007; rapport final remis avant le 2 février 2007 en format électronique seulement.

Participant

Jean Hamaoui

Commission d'enquête sur l'effondrement du viaduc de la Concorde

Mandat d'expert – Devis

Titre du mandat

J- Météorologie

Mise en contexte

Le viaduc du boul. de la Concorde s'est effondré le 30 septembre 2006. Le viaduc de Blois, situé non loin du viaduc de la Concorde et construit à la même époque et selon un concept très similaire, a été démantelé à la suite de l'effondrement.

Objectifs

La Commission désire obtenir un éclairage sur les conditions climatiques auxquelles les viaducs de la Concorde et de Blois ont été soumis durant leur durée de vie.

On désire également connaître l'évolution des conditions météorologiques affectant les ponts et viaducs en béton armé dans la région de Montréal. Si possible, la Commission désire obtenir des estimations sur les tendances climatiques dans les décennies prochaines du point de vue de leur impact potentiel sur les ponts et viaducs en béton armé.

Description des travaux

- Rencontrer les experts de la Commission afin de discuter des facteurs reliés aux conditions climatiques pouvant avoir une incidence sur la détérioration des ponts et viaducs en béton armé, par exemple les extrêmes de températures, les cycles de gel et dégel, les conditions nécessitant l'épandage de sels de déglacage ou autres facteurs.
- Au cours de cette rencontre, déterminer les paramètres climatologiques qu'il serait pertinent d'analyser dans le contexte des travaux de la Commission.
- Caractériser l'évolution des conditions climatiques dans la région de Montréal par l'étude des paramètres identifiés ci-devant pouvant avoir une incidence sur la durée de vie et les mécanismes de détérioration des structures en béton armé, comme par exemple :
 - températures moyennes
 - températures extrêmes
 - écarts ou variations de températures en hiver...
 - nombre de cycles de gel et de dégel
 - occurrence de verglas
 - occurrence d'autres conditions favorisant l'emploi de sels de déglacage
 - ...
- Faire cette analyse sur la base des données objectives disponibles et ce pour la période de temps la plus longue possible, sujet à la disponibilité de données scientifiques.
- Caractériser les conditions climatiques auxquelles ont été soumises respectivement les viaducs de la Concorde et de Blois de par leur localisation et leur orientation spécifique.

- Faire tout commentaire susceptible d'éclairer la Commission relativement aux tendances dans l'évolution des conditions climatiques dans la région de Montréal et sur l'ensemble du Québec, du point de vue de la dégradation des ponts et viaducs en béton armé.

Livrable recherché

Les résultats doivent être remis sous la forme d'un rapport synthèse répondant aux objectifs précités.

Intrants

À déterminer par l'expert

Échéancier

Un rapport final remis avant le 15 février 2007 en format électronique seulement.

Participants

Claude Lelièvre