



SNC • LAVALIN

RAPPORT FINAL

**Transports
Québec** 

**ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ
PORTANTE DU SYSTÈME DE
PARALUMES**

**TUNNEL VIGER DIRECTION EST
(TUBE B)
STRUCTURE P-15418**

N° de dossier MTQ : 8505-09-LM10

Réf. MTQ : 6.04.02-031

N/Réf : 605998-0201

Janvier 2011



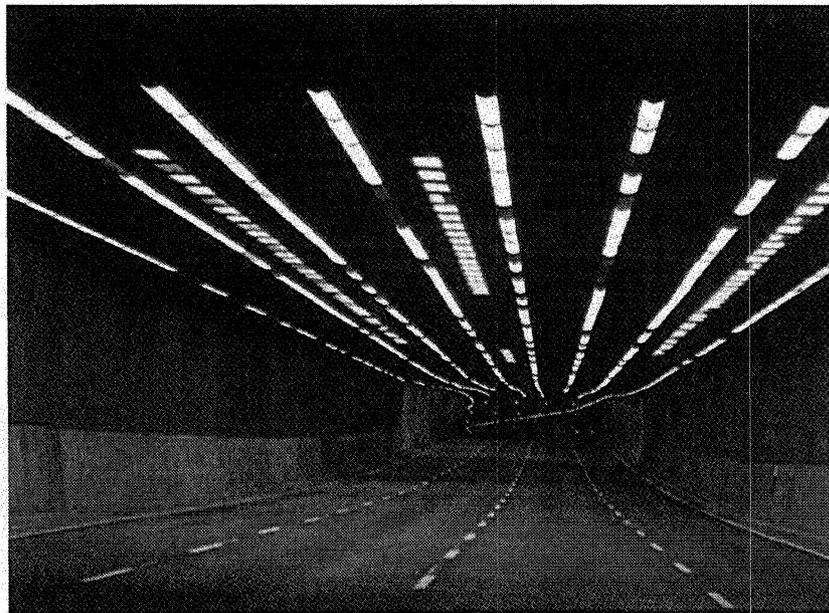
SNC • LAVALIN

ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ PORTANTE DES POUTRES ET PARALUMES DU TUNNEL VIGER, DIRECTION EST (TUBE B) STRUCTURE P-15418

N° de dossier MTQ : 8505-09-LM10

Réf. MTQ : 6.04.02-031

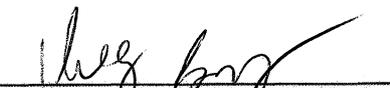
N/Réf. : 605998-0201



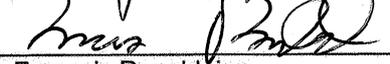
RAPPORT D'ÉVALUATION

Janvier 2011

Préparé par :


Véronique Barry-Cossette, ing. jr

Vérifié par :


François Renald, ing.

Approuvé par :


Olivier Joly, ing., M.Sc.A.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE EXÉCUTIF	II
FICHE D'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ PORTANTE	IV
1. OBJET DU DOCUMENT	1
2. DESCRIPTION GÉNÉRALE	1
2.1 Description du mandat.....	1
2.2 Plan de localisation	2
2.3 Description sommaire de l'ouvrage.....	2
2.4 Caractéristiques de l'ouvrage	2
2.5 Données de base.....	6
2.6 Documents de référence.....	6
2.7 Propriétés des matériaux	6
3. MÉTHODOLOGIE DE CALCUL	6
4. HYPOTHÈSE DE CALCUL.....	8
5. CALCULS STRUCTURAUX	9
5.1 Modélisation	9
5.2 Charges	9
5.2.1 Charges permanentes	9
5.2.2 Charge de verglas	10
5.3 Évaluation de la capacité portante	10
5.3.1 Facteurs de capacité de surcharge	10
5.3.2 Corbeaux des poutres	10
5.3.3 Contraintes en service	11
6. DISCUSSION SUR LES RÉSULTATS	11
6.1 Paralumes	11
6.2 Poutres en béton précontraint	12
7. CONCLUSION	14
ANNEXE A RÉSULTATS	
ANNEXE B PLANS TEL QUE CONSTRUIT	
ANNEXE C RAPPORT D'INSPECTION GÉNÉRALE	

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Généralités

Le présent rapport vise à fournir les résultats de la vérification de la capacité portante du système de paralumes du tube B du tunnel Viger.

Le système construit en 1970 comporte deux éléments, les paralumes formés de nervures en béton composant un quadrillage orthogonal et les poutres de béton précontraint supportant ces paralumes. Les paralumes ont tous la même section alors qu'il y a deux types de poutres, les poutres A qui supportent les paralumes à la sortie Bleury du tunnel et les poutres B qui supportent ceux à l'entrée Sanguinet.

Les charges permanentes de la structure sont le poids propre des différents éléments et le poids des luminaires suspendus aux paralumes. La seule charge vive pouvant solliciter le système, en excluant le vent et le séisme, est l'accumulation de verglas sur les surfaces exposées. Une épaisseur de verglas de 31 mm a été considérée, tel que prescrit par la norme S6-06.

Résistance des sections

Les facteurs de capacité de surcharge ont été calculés en considérant le ratio de la résistance résiduelle après avoir enlevé les efforts pondérés des charges permanentes divisé par les efforts pondérés de la charge de verglas. Ceci permet de trouver un ratio de verglas qui peut être ajouté à la structure actuelle par rapport au 31 mm prévu par la norme S6-06.

L'étude des documents disponibles (plans, fiche d'inventaire, fiches d'inspection et rapport d'inspection 2008) a révélé certains défauts sur les éléments à l'étude. Des défauts de matériau ont été constatés au niveau des paralumes dans leur partie supérieure qui pourraient à la longue entraîner la chute de fragments sur les voies de circulation. Il y a aussi des fissures dans leur partie inférieure près du centre des travées qui se prolongent vers le haut en direction des appuis. Ces fissures ne présentent toutefois pas le profil de fissures de flexion-cisaillement ou de cisaillement et ne semblent pas affecter le comportement de l'ensemble. Leur largeur de 0,3 mm est considérée faible.

Les paralumes ont été évalués à l'état neuf dans un premier temps et en tenant compte des défauts répertoriés par la suite. En raison du béton délaminé dans la partie supérieure, une hauteur effective réduite a été utilisée dans le calcul de la résistance en flexion. Une section non détériorée a été utilisée dans le calcul de leur résistance en cisaillement du fait qu'aucune fissure typique de cet ordre n'a été relevée lors de l'inspection générale de 2008.

Pour les poutres de béton précontraint, l'inspection générale de 2008 a révélé des signes de délaminage ainsi que des fissures diagonales de cisaillement dans les zones d'appui des poutres B. Ces fissures sont qualifiées de filiformes et sont donc légères. Elles affectent toutefois la résistance en cisaillement des éléments concernés. Les vérifications faites en utilisant la méthode générale de la norme S6-06 montrent que leur résistance est toujours adéquate avec l'accumulation de verglas de 31 mm lorsqu'on néglige la résistance procurée par la précontrainte. Les calculs et l'arrangement des étriers de ces poutres portent toutefois à croire que les concepteurs de l'époque ont considéré des sections fissurées dans le calcul de la résistance en cisaillement près des appuis et n'ont pas tenu compte de l'effet favorable de la précontrainte à ces endroits.

Un calcul de résistance en cisaillement pour la poutre A plus sollicitée que la poutre B indique un déficit en cisaillement avec $F = 0.748$ en considérant une hypothèse de fissuration au niveau des appuis telle que pour la poutre B.

Une épaisseur de verglas de 23 mm est donc possible pour le système de paralumes supporté par la poutre A (côté Bleury) et une épaisseur de 38 mm pour celui supporté par la poutre B (côté Sanguinet).

Possibilité de présence d'acier d'armature non ductile

L'inspection générale de 2008 a aussi soulevé l'éventualité que l'acier d'armature utilisé lors de la construction puisse manquer de ductilité. Cette éventualité a été soulevée du fait qu'une barre se soit cassée dans la zone de pliage du crochet à l'appui d'une poutre. Toutefois, ce défaut n'a été décelé qu'à un seul endroit et de surcroît, dans une zone où le moment de flexion

est nul. La contrainte est donc faible ou proche de zéro à cet endroit et de plus constante du fait que le système ne supporte que des charges statiques. Ce défaut ne peut donc être associé aux variations de contrainte et à la fatigue du métal. Ce défaut trouverait plus son explication dans le fait d'un mauvais pliage et donc d'une déficience de construction qui ne s'est révélée qu'après plusieurs années d'usage. L'analyse de l'acier en place recommandée dans la première version de ce rapport n'est donc plus jugée nécessaire.

Conclusion

Tenant compte, d'une part, des données connues dans ce dossier sur l'état de détérioration des matériaux et, d'autre part, du fait que les dommages constatés lors de l'inspection générale de 2008 ne semblent pas affecter la résistance en cisaillement des nervures des paralumes et que les poutres en béton précontraint peuvent reprendre une certaine quantité de verglas malgré leur état fissuré, l'ouvrage P-15418 des paralumes du tunnel Viger présente donc une réserve de capacité suffisante pour répondre à l'usage prévu.

Recommandations quant au suivi des défauts constatés

Considérant, toutefois, le fait qu'il n'y a aucune armature de cisaillement dans les nervures des paralumes et que l'armature de cisaillement des poutres en béton précontraint est très légère, un suivi de ces éléments devra être fait dans le cadre des inspections générales futures en portant une attention particulière aux points suivants :

- Toute apparition de fissures diagonales de type cisaillement ou cisaillement-flexion dans les paralumes doit être immédiatement signalée et faire l'objet d'une analyse.
- Les appareils d'appui des paralumes doivent être inspectés et une cote de comportement doit leur être donnée.
- Toute fissuration diagonale dans les poutres A ou toute évolution de la fissuration diagonale constatée dans les poutres B doit être signalée.
- La fissuration plus ou moins généralisée de la partie centrale inférieure des paralumes doit être suivie. Toute augmentation de la largeur de ces fissures doit être signalée.

FICHE D'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ PORTANTE

IDENTIFICATION			
Dossier	P-15418 Paralumes	Obstacle	Tunnel d'Amherst à Sanguinet
D.T.	52	Route	Autoroute 720
C.S.	73	Municipalité	Montréal
CARACTÉRISTIQUES			
Année de construction	1970	Portées continues	_____ Simples <u> 1 </u>
Charge de conception	N/A	Longueur des travées en mètres	
Type de pont	N/A		
Nombre de poutres	11 type A 21 type B	Poutre A	Poutre B
Largeur du pont	Var.	21.539 m	16.910 à 17.415 m
Largeur voie carrossable	N/A	Autres détails : 2 structures de support des paralumes de dimensions différentes (à la sortie Bleury et à l'entrée Sanguinet).	
Nombre de voies	<u> 0 </u>		
INSPECTION			
Pont inspecté par :	Ingénieur :	André Mainville	
Date : fév.-mai 2008	Accompagnateur :	Jonathan Chaput	
COMMENTAIRES			
Évaluation d'après l'inspection générale de 2008			
ÉVALUATION			
ÉLÉMENT	EFFORT	F (note 1)	Épaisseur de verglas admissible (mm)
Paralumes (quadrillage)	Flexion	2.148	23 ou 38
Paralumes (quadrillage)	Cisaillement	3.715	
Poutres A (sortie Bleury)	Flexion	2.607	23
Poutres A (sortie Bleury)	Cisaillement	0.748	
Poutres B (entrée Sanguinet)	Flexion	2.217	38
Poutres B (entrée Sanguinet)	Cisaillement	1.210	
SIGNATURE			
Évaluateur :	_____	Date :	_____
Vérificateur :	_____	Date :	_____
Chef de Section :	_____	Date :	_____

Note 1 : Le facteur F représente le ratio d'épaisseur de verglas qui peut être ajouté dans l'état actuel détérioré par rapport au 31 mm spécifié par la norme S6-06.

1. OBJET DU DOCUMENT

Le présent document vise à fournir les résultats de la vérification de la capacité portante du système de paralumes du tube B du tunnel Viger au-dessus de l'autoroute 720 à Montréal.

Le rapport ne traite que de la structure des paralumes et des poutres de béton les supportant en excluant leurs appareils d'appui ainsi que les murs et autres ouvrages mentionnés dans le document d'inspection de mai 2008.

2. DESCRIPTION GÉNÉRALE

2.1 DESCRIPTION DU MANDAT

La direction de l'Île-de-Montréal (DIM) du ministère des Transports du Québec (MTQ) a mandaté la firme SNC-Lavalin inc. afin de procéder à l'évaluation de la capacité portante des poutres et des paralumes du tunnel Viger, direction est (tube B).

Les étapes à franchir pour réaliser ce mandat sont les suivantes :

1. L'examen des données compilées dans le dossier de la structure;
2. L'examen des plans disponibles;
3. Les calculs d'évaluation à l'état neuf ;
4. La vérification des calculs d'évaluation;
5. La préparation et la remise du rapport d'évaluation;
6. L'incorporation des défauts observés à l'évaluation préliminaire;
7. La correction du rapport préliminaire par rapport aux commentaires du client;
8. La réalisation du rapport final d'évaluation.

Les éléments suivants ont fait l'objet d'une évaluation de capacité portante, soit :

- Paralumes en béton;
- Poutres supportant les paralumes.

Les systèmes de paralumes à évaluer sont situés à la sortie Bleury du tunnel de Ch. 16+65.59 à Ch. 14+51.548 ainsi qu'à l'entrée Sanguinet de Ch. 191+88.00 à Ch. 195+90.03.

Il est à noter que les appareils d'appui et les murs supportant les poutres sont exclus du présent mandat.

2.2 PLAN DE LOCALISATION

Le tunnel Viger est situé dans l'arrondissement Ville-Marie de la ville de Montréal, circonscription électorale provinciale de Ville-Marie. La figure 1 présente une photo aérienne de l'entrée Sanguinet du tunnel avec les paralumes au-dessus de la voie B (Google, 2009).

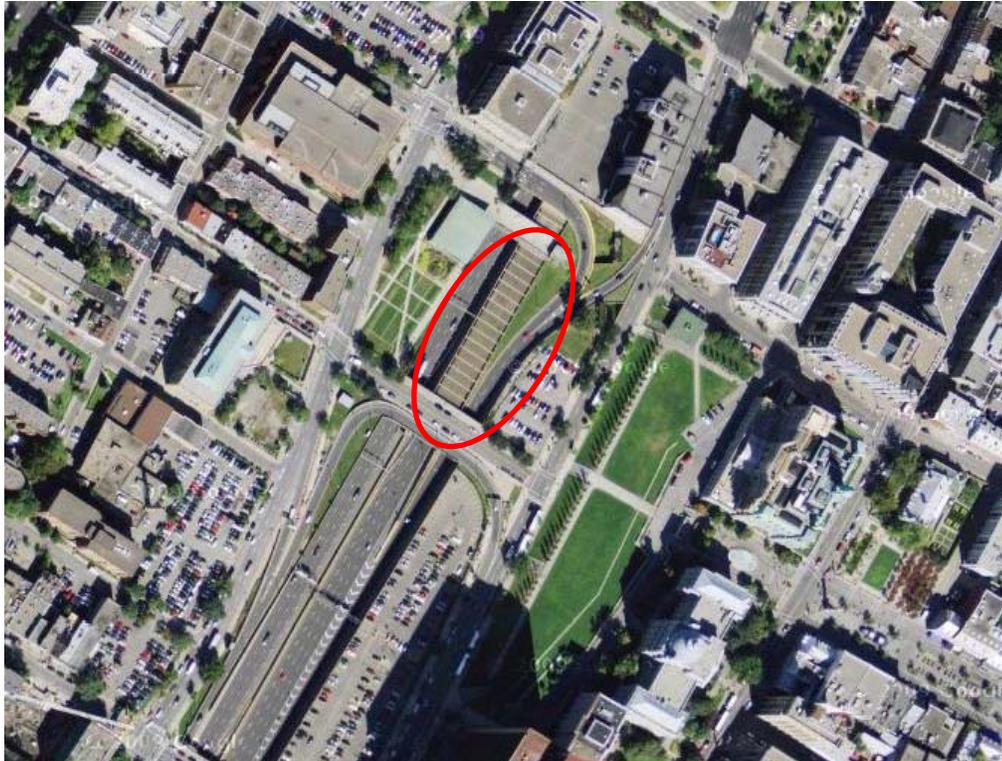


Figure 1 : Photo aérienne de l'entrée ouest de la voie B du tunnel Viger

2.3 DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE

Des éléments préfabriqués en béton armé et précontraint forment la structure des paralumes à l'entrée du tunnel Viger de l'autoroute Ville-Marie à Montréal.

Le système construit en 1970 comporte deux éléments : les paralumes eux-mêmes composés de nervures de béton armé formant un quadrillage destiné à atténuer la lumière du jour et les poutres de béton qui supportent ce quadrillage. Les paralumes ont des sections identiques tandis que les poutres sont de deux types. Le premier type (poutre A) supporte les paralumes à la sortie Bleury et le deuxième type (poutre B) supporte ceux à l'entrée Sanguinet.

2.4 CARACTÉRISTIQUES DE L'OUVRAGE

Type de structure	:	non classé (Manuel d'inventaire des structures)
Année de construction	:	1970
Dimensions	:	voir les figures 2 à 4 suivantes
Chargement de conception initiale	:	inconnu
Nombre de travées	:	31 travées
Longueur totale	:	139 m
Portée des paralumes	:	5,41 et 2,87 m (centre à centre des appareils d'appui)
Portée des poutres	:	21,54 m et 17,25 m (centre à centre des appareils d'appui)

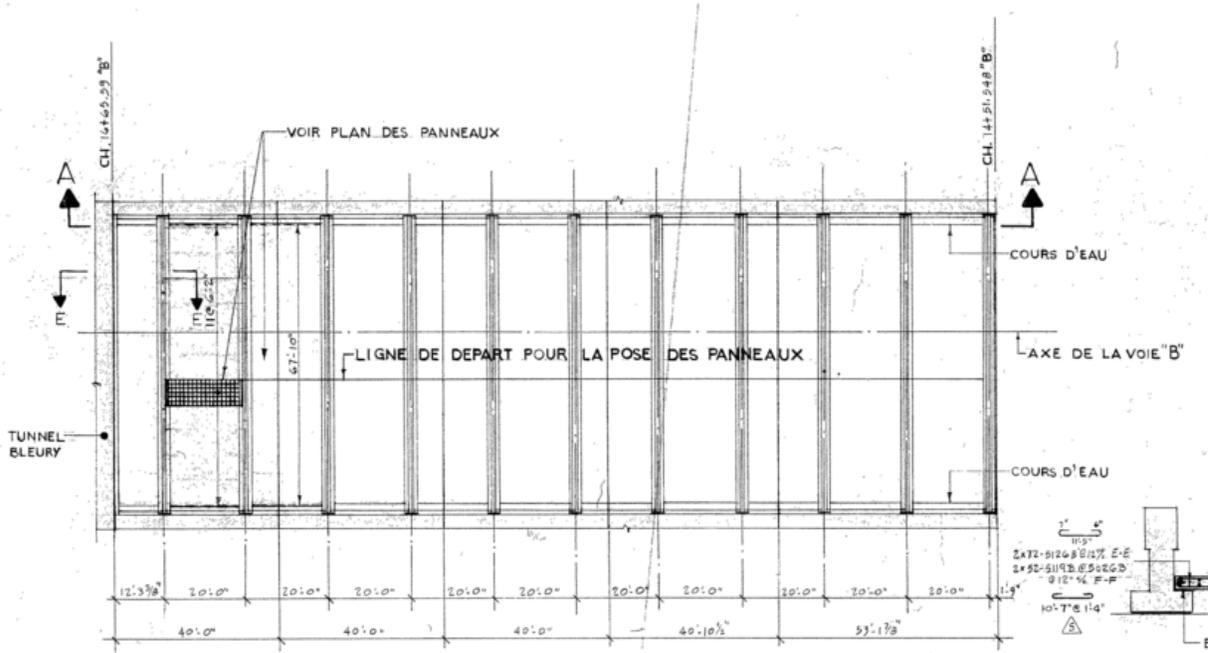


Figure 2 : Vue en plan - poutres A

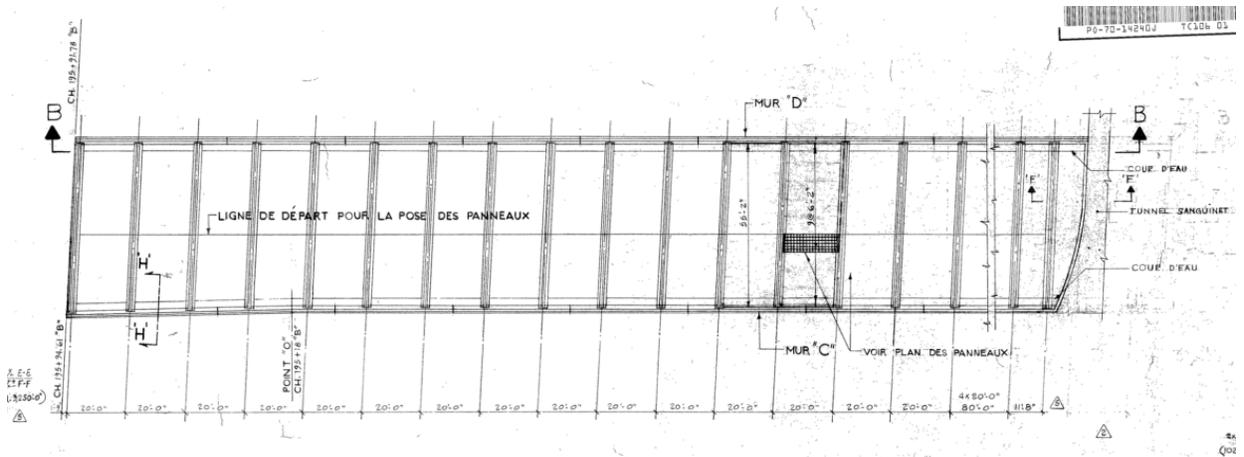


Figure 3 : Vue en plan - poutres B

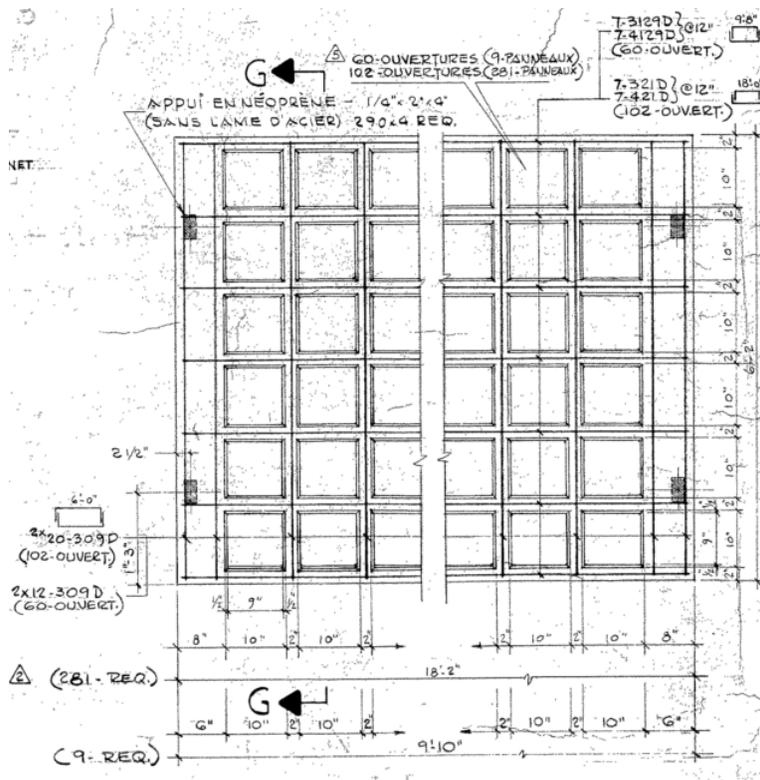


Figure 4 : Vue en plan – paralumes

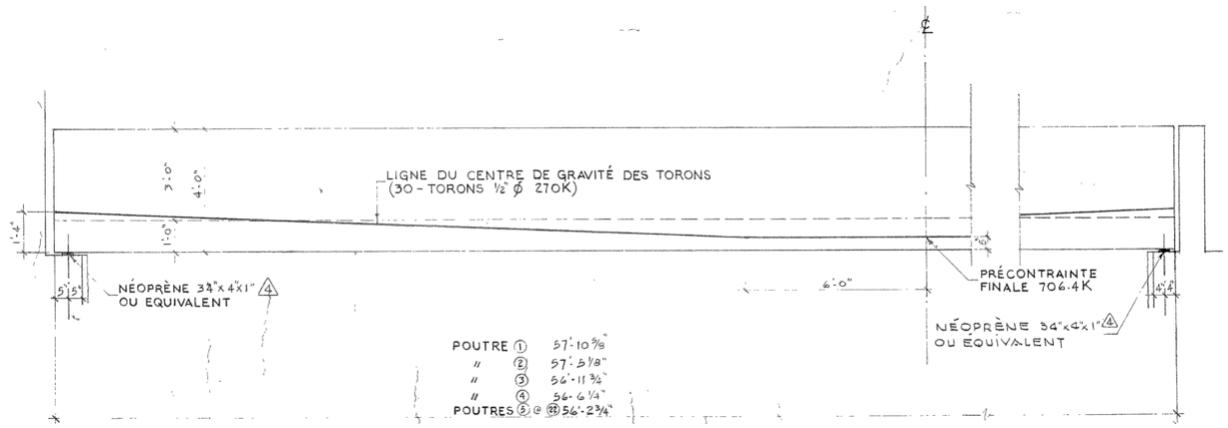


Figure 5 : Élévation – poutres A

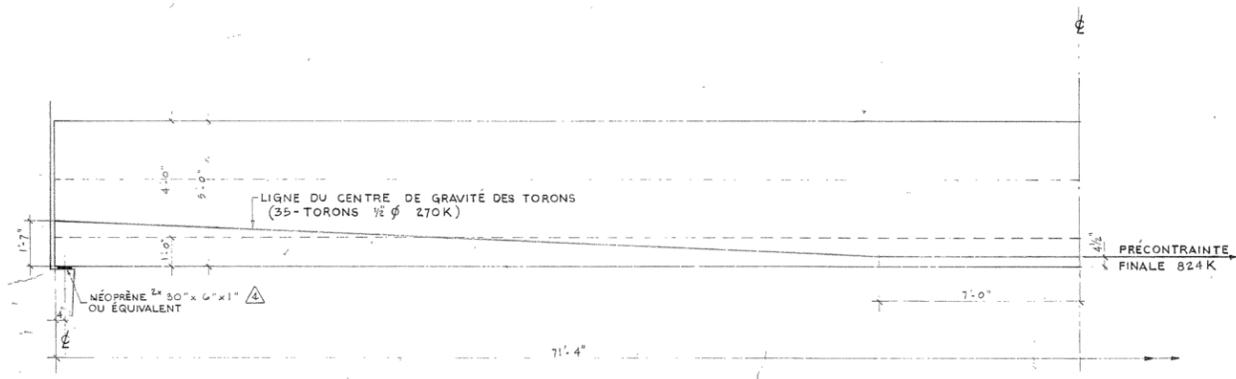


Figure 6 : Élévation – poutres B

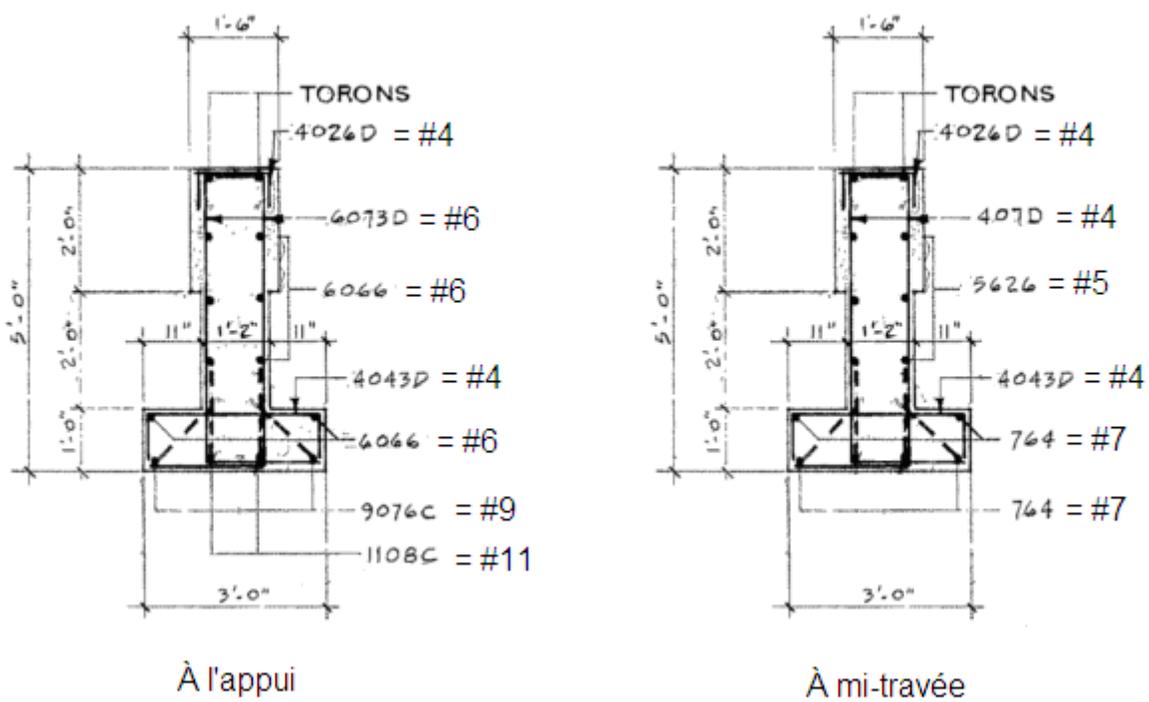


Figure 7 : Coupe transversale – poutres A

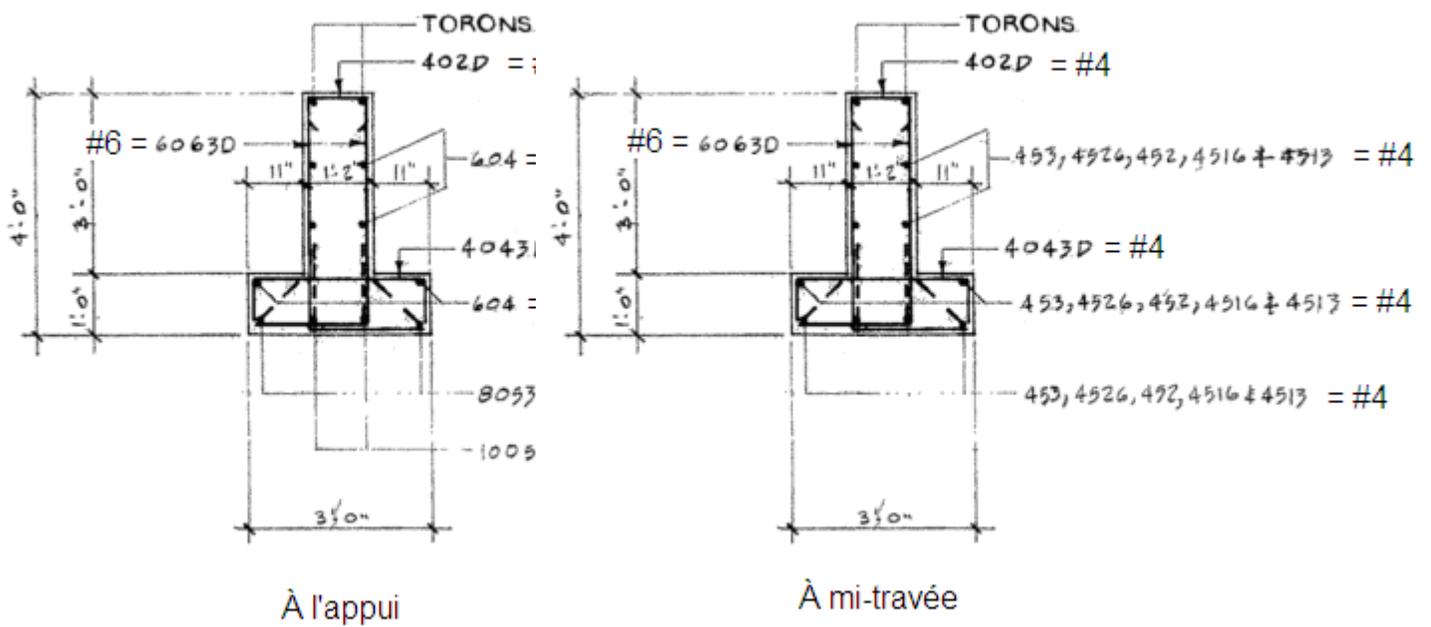


Figure 8 : Coupe transversale – poutres B

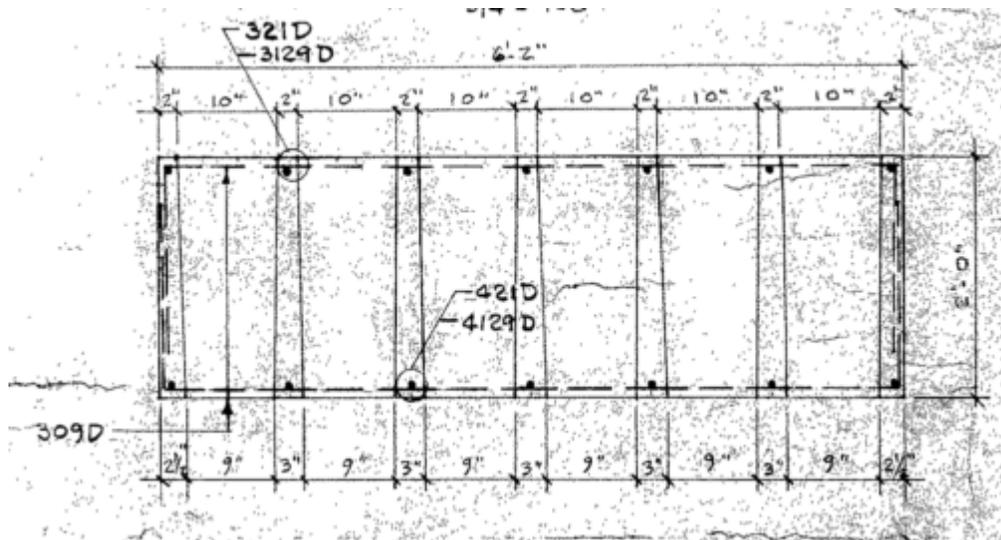


Figure 9 : Coupe transversale – paralumes

2.5 DONNÉES DE BASE

Les données des documents suivants ont servi de base pour cette évaluation :

1. Les plans tels que construits numéros S-35 et A2, datés du 15 juillet 1970 (voir annexe B) ;
2. Le rapport d'inspection générale du 22 mai 2008 du dossier 8505-07-CC12 (voir annexe C) ;
3. Les fiches d'inspection générale du dossier 15418 du MTQ du 2 mai 2008 (voir annexe C) ;
4. Le rapport photographique de mars 2007 de la structure no. P-15418 - Tunnel Viger (voir annexe C).

2.6 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les documents suivants ont servi de référence pour l'évaluation de l'ouvrage :

1. *Manuel d'évaluation de la capacité portante des structures de Transports Québec, édition décembre 2005.*
2. *Norme CAN/CSA S6-06 : Code canadien sur le calcul des ponts routiers*

2.7 PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

1. Béton des paralumes : résistance de 4000 psi (27.6 MPa) selon les indications des plans
2. Béton des poutres : résistance de 5000 psi (34.5 MPa) selon les indications des plans
3. Acier d'armature : barres impériales de limite élastique de 230 MPa selon le tableau 14.2 de la norme S6-06
4. Acier de précontrainte : torons de ½ po de diamètre grade ASTM A-416 – 270 K soit 270,000 ksi (1862 MPa) selon les indications des plans
5. Densité du béton : 24 kN /m³

3. MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

1. L'évaluation de la capacité portante du système a été faite selon les prescriptions du « *Manuel d'évaluation de la capacité portante des structures* » et du chapitre 14 de la norme *CAN/CSA S6-06 : Code canadien sur le calcul des ponts routiers* S6-06. Les méthodes de calcul et diverses prescriptions pertinentes des autres chapitres de la norme *CAN/CSA-S6-06* ont aussi été appliquées.
2. La résistance des paralumes a été calculée à l'état neuf dans un premier temps et à l'état détérioré par la suite à partir des données du rapport d'inspection générale du 22 mai 2008.
3. L'indice de fiabilité cible, les coefficients de pondération des charges ainsi que les coefficients d'ajustement de la résistance des éléments ont été établis selon les prescriptions du chapitre 14 de la norme *CAN/CSA-S6-06*. Les paragraphes

3.6 et 3.7 du *Manuel d'évaluation de la capacité portante des structures* ont aussi été considérés.

4. Le tableau ci-après représente les différents indices et coefficients considérés pour cette évaluation :

Tableau 1 : Indices de fiabilité et coefficients pour l'évaluation

Paramètres d'évaluation (art 14.12, S6-06)	Classement
Comportement du système (paralumes)	S3
Comportement du système (poutres)	S1
Comportement des paralumes et des poutres en flexion	E3
Comportement des paralumes en cisaillement	E1
Comportement des poutres en cisaillement	E2
Niveau d'inspection des paralumes et des poutres B	INSP2
Niveau d'inspection des poutres A	INSP1
Indice de fiabilité des paralumes en flexion	2.75
Indice de fiabilité des paralumes en cisaillement	3.25
Indice de fiabilité des poutres A en flexion	3.50
Indice de fiabilité des poutres A en cisaillement	3.75
Indice de fiabilité des poutres B en flexion	3.25
Indice de fiabilité des poutres B en cisaillement	3.50

Coefficients de pondération des charges permanentes (art 14.13, S6-06)	Valeur
Coefficient de pondération des éléments préfabriqués pour les paralumes (flexion)	$\alpha_{D1} = 1.06$
Coefficient de pondération des éléments préfabriqués pour les paralumes (cisaillement)	$\alpha_{D1} = 1.08$
Coefficient de pondération des éléments préfabriqués pour les poutres A (flexion)	$\alpha_{D1} = 1.09$
Coefficient de pondération des éléments préfabriqués pour les poutres A (cisaillement)	$\alpha_{D1} = 1.10$
Coefficient de pondération des éléments préfabriqués pour les poutres B (flexion)	$\alpha_{D1} = 1.08$
Coefficient de pondération des éléments préfabriqués pour les poutres B (cisaillement)	$\alpha_{D1} = 1.09$

Coefficients d'ajustement de la résistance (tableau 14.15, S6-06)	Valeur
Coefficient d'ajustement de la résistance des paralumes en flexion ($\rho \leq 0.4 \rho_b$)	$U = 1.02$
Coefficient d'ajustement de la résistance des paralumes en cisaillement (pas le min. d'étriers)	$U = 1.00$
Coefficient d'ajustement de la résistance des poutres en flexion ($0.15 < \omega_p \leq 0.30$)	$U = 0.94$
Coefficient d'ajustement de la résistance des poutres en cisaillement	$U = 1.00$
Coefficient d'ajustement de la résistance des poutres en cisaillement (avec min. d'étriers)	$U = 1.05$

5. La modélisation de la structure a été faite avec le logiciel SAFI. Un modèle 3D a été utilisé pour les paralumes même si la structure ne porte que dans une direction. Les poutres ont quant à elles été modélisées en 2D seulement.
6. La redistribution sur les poutres des charges des paralumes a été faite selon les aires tributaires.
7. La résistance des poutres a été établie avec des chiffriers « Excel » en vue de trouver leur capacité en flexion et en cisaillement.
8. La résistance en cisaillement des poutres précontraintes a été calculée avec les formules de la méthode générale conformément à l'article 8.9.3.7 de la norme CAN/CSA-S6-06.
9. La résistance au cisaillement des paralumes a été calculée avec les formules de la méthode simplifiée conformément à l'article 8.9.3.6 de la norme S6-06.
10. Les contraintes en service ont aussi été vérifiées pour les poutres en béton précontraint.
11. Les corbeaux des poutres ont également été évalués.

4. HYPOTHESE DE CALCUL

1. L'emplacement des barres d'armature est déterminé à partir des plans d'origine. Cependant, aucune information quant au recouvrement n'y est retrouvée. Les pratiques de l'époque dictaient un recouvrement de 1 ½ po pour des étriers et 1 po pour des membrures comme les paralumes. Une valeur de 40 mm a cependant été utilisée dans les deux cas. Toutefois, le fait de prendre 25 ou 40 mm de recouvrement n'a pas une incidence très significative sur les résultats.
2. La valeur de f_{pu} utilisée pour le calcul de la résistance des poutres en béton précontraint est 270 K soit 270,000 ksi ou 1862 MPa. Les deux références consultées, soit *Design of prestressed concrete structures* de Lin et Burns édition 1963 et *Structural Engineering Handbook* de Gaylord et Gaylord édition 1968, donnent les valeurs suivantes de résistance des torons de ½ po (98,7 mm²) :
 - Résistance à la rupture $f_{pu} = 41,3$ kips (184 KN)
 - Résistance élastique (1% d'élongation) $f_{ps} = 35,1$ kips (156 kN)
3. La valeur de précontrainte finale de 824 kips donnée sur les plans correspond à 60 % x 35 torons x 41,3 kips/toron x 0,95. Les normes de l'époque spécifiaient comme précontrainte effective la valeur la plus basse entre 60 % de la résistance de rupture et 80% de la résistance élastique. Un coefficient de tenue de 0,95 semble avoir été utilisé.
4. Les valeurs suivantes de f_{pu} et f_{ps} sont donc utilisées dans les calculs :
 - $f_{pu} = 1862$ MPa
 - $f_{ps} = f_{pu} (1 - k_p c/d_p)$ selon la norme S6-06 lorsque $c/d_p \leq 0.5$
 - f_{ps} établi par itération selon la norme S6-06 lorsque $c/d_p > 0.5$ où

$$c/d_p = \frac{\phi_p A_{ps} f_{pu} + \phi_s A_s f_y - \phi_s A'_s f_y - \alpha_1 \phi_c f'_c h_f (b - b_w)}{\alpha_1 \phi_c \beta_1 f'_c b_w d_p - \phi_p k_p A_{ps} f_{pu}}$$

5. Pour les besoins de la présente étude, une limite élastique f_y de 230 MPa est considérée pour l'acier d'armature selon le tableau 14.2 de la norme S6-06.
6. La résistance à la compression du béton utilisée est celle indiquée sur les plans d'origine soit 27.6 MPa (4000 psi) pour les paralumes et 34.5 MPa (5000 psi) pour les poutres.

7. En raison du béton délaminé dans la partie supérieure des paralumes qui a été répertorié au rapport d'inspection 2008, annexe E3, p.2, une hauteur de béton de 38 mm est omise dans le calcul de la résistance en flexion de ceux-ci.
8. La résistance en cisaillement des paralumes est calculée pour une section non fissurée du fait qu'aucune fissure de cet ordre n'a été relevée lors de l'inspection générale de 2008.
9. Il est considéré que les poutres A puissent avoir une fissuration similaire à celle des poutres B dans les zones d'appui.
10. Les facteurs de capacité de surcharge en cisaillement des poutres en béton précontraint sont calculés selon l'hypothèse que la précontrainte est inefficace dans les zones d'appui en raison des défauts constatés lors de l'inspection générale de 2008.

5. CALCULS STRUCTURAUX

5.1 MODÉLISATION

1. La modélisation de la structure a été faite avec le logiciel SAFI. Un modèle 3D a été utilisé pour les paralumes même si la structure ne porte que dans une direction. Voir la figure 10 suivante.

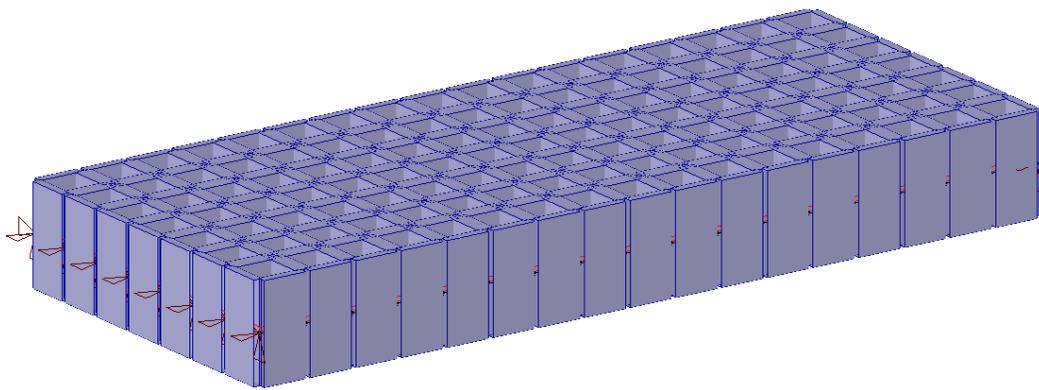


Figure 10 : Modèle structural SAFI 3-D pour paralumes

2. Les poutres ont été modélisées en 2 dimensions selon la figure 11 suivante.

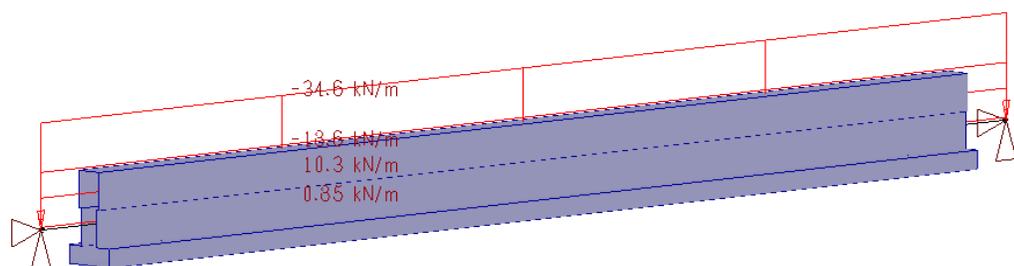


Figure 11 : Modèle structural SAFI 2-D pour poutres

3. Les résultats aux points critiques ont été reportés dans des tableurs Excel en vue de déterminer la résistance en flexion et en cisaillement.

5.2 CHARGES

5.2.1 Charges permanentes

- **D1 – Poids propre des poutres et des paralumes**

Les charges ont été établies selon l'aire des sections multipliée par la densité du béton de 24 kN/m^3 .

○ **D1 – Poids des luminaires**

Le poids des luminaires suspendus aux paralumes a été évalué à 65 lb par section de quatre pieds de longueur à partir des spécifications techniques d'appareils semblables.

5.2.2 Charge de verglas

Une charge due à l'accumulation de verglas s'applique sur les surfaces exposées des paralumes et des poutres comprenant le dessus, les faces intérieures des paralumes et les côtés des poutres. Une accumulation de 31 mm a été considérée tel que montré sur la figure A3.1.4 de la norme S6-06 pour la région de Montréal. La densité de cette accumulation de verglas a été prise comme équivalant à 9,8 kN/m² tel que stipulé à l'article 3.12.6.2 de la norme S6-06.

5.3 ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ PORTANTE

5.3.1 Facteurs de capacité de surcharge

Le calcul des différents facteurs de capacité de surcharge (F) de l'ouvrage a été fait en considérant les dimensions et les caractéristiques décrites dans le présent rapport et ses annexes.

Les paramètres d'évaluation, les facteurs de pondération des charges et les coefficients d'ajustement de la résistance sont ceux du chapitre 14 de la norme S6-06.

Les facteurs de capacité de surcharge sont établis selon la formule de l'article 14.15.2.1 de la norme S6-06 en considérant que la surcharge n'est pas une surcharge routière mais plutôt une charge de verglas. Les facteurs trouvés représentent donc le ratio de verglas qui peut être ajouté sur la structure actuelle en toute sécurité par rapport au 31 mm prévu par la norme S6-06.

L'expression suivante représente donc au numérateur la résistance résiduelle après avoir enlevé les efforts dus aux charges permanentes et au dénominateur les efforts pondérés de la charge de verglas.

$$F = \frac{UR_r - \sum \alpha_D D}{\sum \alpha_A A}$$

Un résumé des facteurs de capacité de surcharge obtenus à l'état neuf et détérioré est présenté au tableau 2 suivant. L'accumulation de verglas admissible y est également indiquée.

Tableau 2 : Facteurs de capacité de surcharge (F)

	État neuf		État détérioré		Accumulation de verglas (mm)
	Flexion	Cisaillement	Flexion	Cisaillement	
Poutres A	2.607	4.665	2.607	0.748	23
Poutres B	2.217	4.413	2.217	1.210	38
Paralumes	2.441	3.715	2.148	n/a	67 (Note 1)

Note 1 : L'accumulation de verglas sur les paralumes est limitée à celle des poutres qui les soutiennent soit 23 ou 38 mm

5.3.2 Corbeaux des poutres

Les corbeaux des deux poutres ont été évalués. Le paralume de 18 pieds 2 pouces sollicite le corbeau de la poutre avec une charge factorisée de 48,9 kN/m tandis que celui de 9 pieds 10 pouces sollicite ce même corbeau avec une charge factorisée de 24,3 kN/m.

La capacité dans les deux cas a été évaluée à 54,9 KN/m soit une valeur plus élevée que les efforts factorisés mentionnés.

5.3.3 Contraintes en service

Les contraintes en service σ des poutres A et B ont été vérifiées à mi-portée et les résultats sont présentés au tableau 3 suivant. La pondération du tableau 3.1 de la norme S6-06 a été utilisée, impliquant que les charges de verglas soient nulles dans le calcul. Le signe positif indique une valeur en compression et le signe négatif une valeur en traction.

Tableau 3 : Résultats des contraintes en service

	σ fibre supérieure (MPa)	σ fibre inférieure (MPa)
Poutres A	10.164	0.535
Poutres B	12.03	0.793
Contraintes admissibles	13.8	-1.2

Les valeurs des contraintes trouvées montrent que celles-ci sont en-deçà des contraintes admissibles.

6. DISCUSSION SUR LES RESULTATS

6.1 PARALUMES

Les paralumes ont été évalués à l'état neuf dans un premier temps et en tenant compte des défauts répertoriés par la suite.

En raison du béton délaminé dans leur partie supérieure, une hauteur effective réduite a été utilisée dans le calcul de la résistance en flexion.

Une section non détériorée a toutefois été utilisée dans le calcul de leur résistance en cisaillement du fait qu'aucune fissure de cet ordre n'a été relevée lors de l'inspection générale de 2008.

Il faut mentionner toutefois que ces paralumes n'ont aucune armature transversale pour le cisaillement et que la seule armature longitudinale est une barre #4 dans le haut et le bas de la section. Cette armature correspond à l'armature minimale de flexion soit $\rho = 0.0035$. Ceci signifie que la ductilité de ces éléments est très faible en cas de fissuration diagonale dans leurs zones d'appui. Actuellement, les éléments sont sécuritaires en cisaillement dû au fait que leur section est considérée intacte ou non fissurée. Le facteur de capacité de surcharge est ainsi évalué à 3.715 et la contrainte de service de cisaillement V_c est évaluée à environ 0,2 MPa.

Cependant, considérant les 40 ans d'âge des appuis de néoprène et leur perte de flexibilité probablement développée depuis, il est probable que les forces de friction de ces appuis soient plus élevées qu'au début de leur vie utile. Les réactions horizontales causées par les effets de température pourraient donc être plus élevées que prévu, ce qui pourrait amener des tensions au-delà de la capacité de la section actuelle et donc occasionner de la fissuration. La sécurité de l'ensemble serait alors limitée du fait de l'absence d'armature transversale de cisaillement et le peu de ductilité des sections.

Il est donc demandé de porter une attention particulière à l'état de ces paralumes dans les zones d'appui, lors des futures inspections générales, et de considérer l'examen des appareils d'appui lors des inspections.

Il y a aussi des fissures dans la partie inférieure de ces éléments, près du centre des travées, qui se prolongent vers le haut en se terminant toutefois avant

d'atteindre les zones d'appuis. Ces fissures ne présentent pas le profil de fissures de flexion-cisaillement ou de cisaillement et ne semblent pas affecter le comportement de l'ensemble. Leur largeur de 0,3 mm est considérée faible. Comme elles se trouvent dans les zones centrales du quadrillage où les éléments sont plus confinés et restreints qu'au pourtour, elles pourraient être dues à des effets soit de retrait, de température, de fluage ou de changements volumétriques quelconques. La réaction alcali-granulats n'est également pas exclue comme cause de cette fissuration.

Il est également demandé de porter une attention particulière à l'évolution de ces fissures lors des inspections générales futures. Leur largeur est actuellement faible mais toute évolution de ces dernières doit être prise en compte, considérant à nouveau l'absence d'armature transversale de cisaillement dans les sections. La présence de ces armatures aurait pu limiter l'évolution de ces fissures si elles avaient été présentes.

6.2 POUTRES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

Poutres de type A

La zone des paralumes des poutres A (côté Bleury) n'a pas été inspectée en 2008 et la présence ou l'absence de fissuration ou de défauts quelconques dans ces éléments est hypothétique.

Les facteurs de capacité de surcharge en flexion sont toutefois considérés les mêmes à l'état neuf et à l'état détérioré sur ces poutres en utilisant les mêmes hypothèses que pour les poutres B, soit que les défauts éventuels ne sont présents que dans les zones d'appui.

Les calculs montrent que ces poutres offrent plus de réserve de résistance en flexion que les poutres B mais moins de réserve en cisaillement que ces dernières.

Les calculs de cisaillement à l'état détérioré prennent en considération les mêmes hypothèses que pour les poutres B. La précontrainte n'est donc pas considérée dans la section la plus sollicitée à distance d_v de l'appui.

Les calculs montrent un déficit de résistance en cisaillement selon ces hypothèses avec un facteur de surcharge de verglas de 0.748 par rapport au 31 mm d'épaisseur de verglas proposé par la norme S6-06. Le verglas admissible sur ces éléments doit donc être réduit à 0.748×31 mm soit 23 mm d'épaisseur.

Cependant, les calculs à l'état neuf qui prennent en compte la précontrainte feraient en sorte d'augmenter le facteur de surcharge en cisaillement pour le verglas à 4,018.

Il est aussi demandé de porter une attention particulière à la zone d'appui des poutres A, lors des inspections générales futures, afin de déceler la présence d'éventuelles fissures ou de constater leur absence le cas échéant, en considération du faible taux d'armature transversale dans les éléments (étriers #4 @12 Po et #4 @ 18 po).

Poutres de type B

Les facteurs de capacité de surcharge en flexion sont les mêmes à l'état neuf et à l'état détérioré sur les poutres de type B puisqu'il n'y a aucun défaut répertorié au rapport d'inspection de 2008 qui pourrait affecter leur résistance en flexion.

L'inspection générale de 2008 a toutefois révélé des signes de délaminage ainsi que des fissures diagonales de cisaillement dans les zones d'appui de ces poutres. Ces fissures de moins de 0,3 mm sont légères mais elles affectent inévitablement la résistance en cisaillement des éléments concernés. Les vérifications faites en utilisant la méthode générale de la norme S6-06 montrent que, malgré ces défauts, leur résistance est toutefois adéquate en considérant l'accumulation de verglas de 31 mm proposée par la norme S6-06. Il y a un facteur de capacité de surcharge de 1.210 dans la section la plus sollicitée située à distance d_v (hauteur effective) de

l'appui. Le verglas admissible sur ces éléments est donc de 1,210 x 31 soit 38 mm d'épaisseur.

Les calculs et l'arrangement des étriers de ces poutres portent à croire que les concepteurs de l'époque ont considéré des sections fissurées dans le calcul de la résistance en cisaillement près des zones d'appui. Ils n'auraient donc pas tenu compte de l'effet favorable de la précontrainte dans le calcul de la résistance en cisaillement à ces endroits. Les formules pour le calcul de la résistance en cisaillement de l'époque donnaient toutefois des valeurs plus élevées que celles d'aujourd'hui.

Il est demandé de porter une attention particulière à l'évolution des fissures de cisaillement lors des inspections générales futures. Leur largeur est actuellement faible et elles ont été qualifiées de filiformes lors de l'inspection de 2008. Cependant, toute évolution de celles-ci doit être prise en compte, considérant le faible taux d'armature transversale dans les éléments (étriers #4 @12 Po et #4 @ 18 po).

7. CONCLUSION

Tenant compte, d'une part, des données connues dans ce dossier sur l'état de détérioration des matériaux et, d'autre part, du fait que les dommages constatés lors de l'inspection générale de 2008 ne semblent pas affecter la résistance en cisaillement des nervures des paralumes et que les poutres en béton précontraint peuvent reprendre une certaine quantité de verglas malgré leur état fissuré, l'ouvrage P-15418 des paralumes du tunnel Viger présente donc une réserve de capacité suffisante pour répondre à l'usage prévu.

Considérant toutefois le fait qu'il n'y a aucune armature de cisaillement dans les nervures des paralumes et que l'armature de cisaillement des poutres en béton précontraint est très légère, un suivi de ces éléments devra être fait dans le cadre des inspections générales futures en portant une attention particulière aux points suivants :

- Toute apparition de fissures diagonales de type cisaillement ou cisaillement-flexion dans les paralumes doit être immédiatement signalée et faire l'objet d'une analyse.
- Les appareils d'appui des paralumes doivent être inspectés et une cote de comportement doit leur être donnée.
- Toute fissuration diagonale dans les poutres A ou toute évolution de la fissuration diagonale constatée dans les poutres B doit être signalée.
- La fissuration plus ou moins généralisée de la partie centrale inférieure des paralumes doit être suivie. Toute augmentation de la largeur de ces fissures doit être signalée.

A

Résultats de l'analyse SAFI



SNC • LAVALIN

Forces aux extrémités des membrures Paralumes

No. de la membrur	No. du joint	Forces (kN)		Moment (kN-m)		Vr	Mr	FCS V	FCS
		Cisail. Fy		Flexion Mz					
		Ch. mortes	Verglas	Ch. mortes	Verglas				
1146	786	4.830	2.126	-0.012	-0.009	14.400	14.200	4.500	#####
	794	-4.452	-2.017	1.921	0.877	14.400	14.200	4.932	14.318
1147	794	4.378	1.952	-1.921	-0.878	14.400	14.200	5.134	14.311
	795	-4.103	-1.872	3.190	1.461	14.400	14.200	5.500	7.732
1148	795	3.647	1.633	-3.189	-1.460	14.400	14.200	6.583	7.734
	796	-3.372	-1.554	4.239	1.946	14.400	14.200	7.098	5.264
1149	796	3.001	1.344	-4.238	-1.946	14.400	14.200	8.483	5.266
	797	-2.725	-1.264	5.094	2.343	14.400	14.200	9.235	4.007
1150	797	2.423	1.081	-5.094	-2.343	14.400	14.200	11.084	4.007
	798	-2.148	-1.001	5.778	2.661	14.400	14.200	12.241	3.272
1151	798	1.858	0.822	-5.778	-2.661	14.400	14.200	15.248	3.272
	799	-1.583	-0.743	6.292	2.899	14.400	14.200	17.253	2.826
1152	799	1.289	0.563	-6.292	-2.899	14.400	14.200	23.290	2.826
	800	-1.014	-0.483	6.637	3.059	14.400	14.200	27.698	2.566
1153	800	0.715	0.302	-6.637	-3.059	14.400	14.200	45.355	2.566
	801	-0.440	-0.222	6.810	3.138	14.400	14.200	62.859	2.445
1154	801	0.138	0.040	-6.810	-3.138	14.400	14.200	358.155	2.445
	802	0.138	0.040	6.810	3.138	14.400	14.200	358.151	2.445
1155	802	-0.440	-0.222	-6.810	-3.138	14.400	14.200	62.859	2.445
	803	0.715	0.302	6.637	3.059	14.400	14.200	45.355	2.566
1156	803	-1.014	-0.483	-6.637	-3.059	14.400	14.200	27.698	2.566
	804	1.289	0.563	6.292	2.899	14.400	14.200	23.290	2.826
1157	804	-1.583	-0.743	-6.292	-2.899	14.400	14.200	17.253	2.826
	805	1.858	0.822	5.778	2.661	14.400	14.200	15.248	3.272
1158	805	-2.148	-1.001	-5.778	-2.661	14.400	14.200	12.241	3.272
	806	2.423	1.081	5.094	2.343	14.400	14.200	11.084	4.007
1159	806	-2.725	-1.264	-5.094	-2.343	14.400	14.200	9.235	4.007
	807	3.001	1.344	4.238	1.946	14.400	14.200	8.483	5.266
1160	807	-3.372	-1.554	-4.239	-1.946	14.400	14.200	7.098	5.264
	808	3.647	1.633	3.189	1.460	14.400	14.200	6.583	7.734
1161	808	-4.103	-1.872	-3.190	-1.461	14.400	14.200	5.500	7.732
	809	4.378	1.952	1.921	0.878	14.400	14.200	5.134	14.311
1162	809	-4.452	-2.017	-1.921	-0.877	14.400	14.200	4.932	14.318
	810	4.830	2.126	0.012	0.009	14.400	14.200	4.500	#####
1163	787	5.394	2.422	0.053	0.024	14.400	14.200	3.718	#####
	811	-4.919	-2.212	2.068	0.947	14.400	14.200	4.286	13.109
1164	811	3.932	1.786	-2.064	-0.946	14.400	14.200	5.862	13.133
	812	-3.586	-1.633	3.189	1.467	14.400	14.200	6.622	7.701
1165	812	3.550	1.608	-3.189	-1.467	14.400	14.200	6.747	7.701
	813	-3.205	-1.455	4.199	1.933	14.400	14.200	7.694	5.319
1166	813	3.077	1.391	-4.200	-1.934	14.400	14.200	8.143	5.319
	814	-2.731	-1.238	5.069	2.334	14.400	14.200	9.428	4.034
1167	814	2.507	1.132	-5.069	-2.334	14.400	14.200	10.502	4.034
	815	-2.162	-0.980	5.767	2.656	14.400	14.200	12.494	3.282
1168	815	1.919	0.867	-5.767	-2.656	14.400	14.200	14.402	3.282
	816	-1.574	-0.714	6.290	2.897	14.400	14.200	17.973	2.829
1169	816	1.335	0.602	-6.290	-2.897	14.400	14.200	21.689	2.829
	817	-0.990	-0.449	6.637	3.057	14.400	14.200	29.839	2.567
1170	817	0.754	0.339	-6.637	-3.057	14.400	14.200	40.213	2.567
	818	-0.408	-0.186	6.811	3.137	14.400	14.200	75.064	2.446
1171	818	0.173	0.076	-6.811	-3.137	14.400	14.200	186.042	2.446
	819	0.173	0.076	6.811	3.137	14.400	14.200	186.040	2.446
1172	819	-0.408	-0.186	-6.811	-3.137	14.400	14.200	75.063	2.446
	820	0.754	0.339	6.637	3.057	14.400	14.200	40.213	2.567
1173	820	-0.990	-0.449	-6.637	-3.057	14.400	14.200	29.839	2.567
	821	1.335	0.602	6.290	2.897	14.400	14.200	21.689	2.829
1174	821	-1.574	-0.714	-6.290	-2.897	14.400	14.200	17.973	2.829
	822	1.919	0.867	5.767	2.656	14.400	14.200	14.402	3.282
1175	822	-2.162	-0.980	-5.767	-2.656	14.400	14.200	12.494	3.282
	823	2.507	1.132	5.069	2.334	14.400	14.200	10.502	4.034
1176	823	-2.731	-1.238	-5.069	-2.334	14.400	14.200	9.428	4.034
	824	3.077	1.391	4.200	1.934	14.400	14.200	8.143	5.319
1177	824	-3.205	-1.455	-4.199	-1.933	14.400	14.200	7.694	5.319
	825	3.550	1.608	3.189	1.467	14.400	14.200	6.747	7.701
1178	825	-3.586	-1.633	-3.189	-1.467	14.400	14.200	6.622	7.701

Forces aux extrémités des membrures Paralumes

No. de la membrur	No. du joint	Forces (kN)		Moment (kN-m)		Vr	Mr	FCS V	FCS
		Cisail. Fy	Verglas	Ch. mortes	Verglas				
	826	3.932	1.786	2.064	0.946	14.400	14.200	5.862	13.133
1179	826	-4.919	-2.212	-2.068	-0.947	14.400	14.200	4.286	13.109
	827	5.394	2.422	-0.053	-0.024	14.400	14.200	3.718	#####
1180	788	4.816	2.194	-0.015	-0.005	14.400	14.200	4.369	#####
	828	-4.341	-1.983	1.899	0.880	14.400	14.200	5.072	14.300
1181	828	4.285	1.935	-1.900	-0.880	14.400	14.200	5.226	14.293
	829	-3.940	-1.782	3.130	1.447	14.400	14.200	5.869	7.846
1182	829	3.679	1.657	-3.131	-1.447	14.400	14.200	6.468	7.845
	830	-3.334	-1.504	4.180	1.929	14.400	14.200	7.356	5.342
1183	830	3.109	1.399	-4.180	-1.929	14.400	14.200	8.073	5.341
	831	-2.764	-1.246	5.059	2.332	14.400	14.200	9.341	4.042
1184	831	2.524	1.135	-5.059	-2.332	14.400	14.200	10.462	4.041
	832	-2.178	-0.982	5.762	2.655	14.400	14.200	12.443	3.285
1185	832	1.932	0.870	-5.762	-2.655	14.400	14.200	14.337	3.285
	833	-1.587	-0.717	6.289	2.897	14.400	14.200	17.878	2.829
1186	833	1.344	0.605	-6.288	-2.897	14.400	14.200	21.594	2.829
	834	-0.998	-0.452	6.639	3.058	14.400	14.200	29.670	2.566
1187	834	0.757	0.340	-6.639	-3.058	14.400	14.200	40.083	2.566
	835	-0.412	-0.187	6.814	3.138	14.400	14.200	74.638	2.444
1188	835	0.173	0.076	-6.814	-3.138	14.400	14.200	186.042	2.444
	836	0.173	0.076	6.814	3.138	14.400	14.200	186.040	2.444
1189	836	-0.412	-0.187	-6.814	-3.138	14.400	14.200	74.638	2.444
	837	0.757	0.340	6.639	3.058	14.400	14.200	40.083	2.566
1190	837	-0.998	-0.452	-6.639	-3.058	14.400	14.200	29.670	2.566
	838	1.344	0.605	6.288	2.897	14.400	14.200	21.594	2.829
1191	838	-1.587	-0.717	-6.289	-2.897	14.400	14.200	17.878	2.829
	839	1.932	0.870	5.762	2.655	14.400	14.200	14.337	3.285
1192	839	-2.178	-0.982	-5.762	-2.655	14.400	14.200	12.443	3.285
	840	2.524	1.135	5.059	2.332	14.400	14.200	10.462	4.041
1193	840	-2.764	-1.246	-5.059	-2.332	14.400	14.200	9.341	4.042
	841	3.109	1.399	4.180	1.929	14.400	14.200	8.073	5.341
1194	841	-3.334	-1.504	-4.180	-1.929	14.400	14.200	7.356	5.342
	842	3.679	1.657	3.131	1.447	14.400	14.200	6.468	7.845
1195	842	-3.940	-1.782	-3.130	-1.447	14.400	14.200	5.869	7.846
	843	4.285	1.935	1.900	0.880	14.400	14.200	5.226	14.293
1196	843	-4.341	-1.983	-1.899	-0.880	14.400	14.200	5.072	14.300
	844	4.816	2.194	0.015	0.005	14.400	14.200	4.369	#####
1197	789	4.455	2.058	-0.052	-0.020	14.400	14.200	4.833	#####
	845	-4.035	-1.847	1.798	0.838	14.400	14.200	5.611	15.134
1198	845	4.435	2.008	-1.802	-0.840	14.400	14.200	4.964	15.104
	846	-4.129	-1.855	3.083	1.428	14.400	14.200	5.538	7.983
1199	846	3.800	1.715	-3.084	-1.429	14.400	14.200	6.182	7.980
	847	-3.494	-1.562	4.175	1.928	14.400	14.200	6.983	5.347
1200	847	3.108	1.404	-4.175	-1.928	14.400	14.200	8.040	5.347
	848	-2.802	-1.251	5.059	2.333	14.400	14.200	9.268	4.040
1201	848	2.501	1.133	-5.059	-2.333	14.400	14.200	10.506	4.040
	849	-2.196	-0.980	5.762	2.655	14.400	14.200	12.459	3.286
1202	849	1.915	0.870	-5.762	-2.655	14.400	14.200	14.354	3.286
	850	-1.610	-0.717	6.289	2.896	14.400	14.200	17.843	2.829
1203	850	1.327	0.606	-6.289	-2.896	14.400	14.200	21.587	2.829
	851	-1.021	-0.453	6.640	3.058	14.400	14.200	29.556	2.565
1204	851	0.739	0.341	-6.640	-3.058	14.400	14.200	40.077	2.565
	852	-0.433	-0.188	6.816	3.138	14.400	14.200	74.325	2.444
1205	852	0.153	0.076	-6.816	-3.138	14.400	14.200	186.300	2.444
	853	0.153	0.076	6.816	3.138	14.400	14.200	186.298	2.444
1206	853	-0.433	-0.188	-6.816	-3.138	14.400	14.200	74.324	2.444
	854	0.739	0.341	6.640	3.058	14.400	14.200	40.077	2.565
1207	854	-1.021	-0.453	-6.640	-3.058	14.400	14.200	29.556	2.565
	855	1.327	0.606	6.289	2.896	14.400	14.200	21.587	2.829
1208	855	-1.610	-0.717	-6.289	-2.896	14.400	14.200	17.843	2.829
	856	1.915	0.870	5.762	2.655	14.400	14.200	14.354	3.286
1209	856	-2.196	-0.980	-5.762	-2.655	14.400	14.200	12.459	3.286
	857	2.501	1.133	5.059	2.333	14.400	14.200	10.506	4.040
1210	857	-2.802	-1.251	-5.059	-2.333	14.400	14.200	9.268	4.040
	858	3.108	1.404	4.175	1.928	14.400	14.200	8.040	5.347

Forces aux extrémités des membrures Paralumes

No. de la membrure	No. du joint	Forces (kN)		Moment (kN-m)		Vr	Mr	FCS V	FCS
		Cisail. Fy		Flexion Mz					
		Ch. mortes	Verglas	Ch. mortes	Verglas				
1211	858	-3.494	-1.562	-4.175	-1.928	14.400	14.200	6.983	5.347
	859	3.800	1.715	3.084	1.429	14.400	14.200	6.182	7.980
1212	859	-4.129	-1.855	-3.083	-1.428	14.400	14.200	5.538	7.983
	860	4.435	2.008	1.802	0.840	14.400	14.200	4.964	15.104
1213	860	-4.035	-1.847	-1.798	-0.838	14.400	14.200	5.611	15.134
	861	4.455	2.058	0.052	0.020	14.400	14.200	4.833	#####
1214	790	4.816	2.194	-0.015	-0.005	14.400	14.200	4.369	#####
	862	-4.341	-1.983	1.899	0.880	14.400	14.200	5.072	14.300
1215	862	4.285	1.935	-1.900	-0.880	14.400	14.200	5.226	14.293
	863	-3.940	-1.782	3.130	1.447	14.400	14.200	5.869	7.846
1216	863	3.679	1.657	-3.131	-1.447	14.400	14.200	6.468	7.845
	864	-3.334	-1.504	4.180	1.929	14.400	14.200	7.356	5.342
1217	864	3.109	1.399	-4.180	-1.929	14.400	14.200	8.073	5.341
	865	-2.764	-1.246	5.059	2.332	14.400	14.200	9.341	4.042
1218	865	2.524	1.135	-5.059	-2.332	14.400	14.200	10.462	4.041
	866	-2.178	-0.982	5.762	2.655	14.400	14.200	12.443	3.285
1219	866	1.932	0.870	-5.762	-2.655	14.400	14.200	14.337	3.285
	867	-1.587	-0.717	6.289	2.897	14.400	14.200	17.878	2.829
1220	867	1.344	0.605	-6.288	-2.897	14.400	14.200	21.594	2.829
	868	-0.998	-0.452	6.639	3.058	14.400	14.200	29.670	2.566
1221	868	0.757	0.340	-6.639	-3.058	14.400	14.200	40.083	2.566
1221	869	-0.412	-0.187	6.814	3.138	14.400	14.200	74.638	2.444
1222	869	0.173	0.076	-6.814	-3.138	14.400	14.200	186.042	2.444
	870	0.173	0.076	6.814	3.138	14.400	14.200	186.040	2.444
1223	870	-0.412	-0.187	-6.814	-3.138	14.400	14.200	74.638	2.444
	871	0.757	0.340	6.639	3.058	14.400	14.200	40.083	2.566
1224	871	-0.998	-0.452	-6.639	-3.058	14.400	14.200	29.670	2.566
	872	1.344	0.605	6.288	2.897	14.400	14.200	21.594	2.829
1225	872	-1.587	-0.717	-6.289	-2.897	14.400	14.200	17.878	2.829
	873	1.932	0.870	5.762	2.655	14.400	14.200	14.337	3.285
1226	873	-2.178	-0.982	-5.762	-2.655	14.400	14.200	12.443	3.285
	874	2.524	1.135	5.059	2.332	14.400	14.200	10.462	4.041
1227	874	-2.764	-1.246	-5.059	-2.332	14.400	14.200	9.341	4.042
	875	3.109	1.399	4.180	1.929	14.400	14.200	8.073	5.341
1228	875	-3.334	-1.504	-4.180	-1.929	14.400	14.200	7.356	5.342
	876	3.679	1.657	3.131	1.447	14.400	14.200	6.468	7.845
1229	876	-3.940	-1.782	-3.130	-1.447	14.400	14.200	5.869	7.846
	877	4.285	1.935	1.900	0.880	14.400	14.200	5.226	14.293
1230	877	-4.341	-1.983	-1.899	-0.880	14.400	14.200	5.072	14.300
	878	4.816	2.194	0.015	0.005	14.400	14.200	4.369	#####
1231	791	5.394	2.422	0.053	0.024	14.400	14.200	3.718	#####
	879	-4.919	-2.212	2.068	0.947	14.400	14.200	4.286	13.109
1232	879	3.932	1.786	-2.064	-0.946	14.400	14.200	5.862	13.133
	880	-3.586	-1.633	3.189	1.467	14.400	14.200	6.622	7.701
1233	880	3.550	1.608	-3.189	-1.467	14.400	14.200	6.747	7.701
	881	-3.205	-1.455	4.199	1.933	14.400	14.200	7.694	5.319
1234	881	3.077	1.391	-4.200	-1.934	14.400	14.200	8.143	5.319
	882	-2.731	-1.238	5.069	2.334	14.400	14.200	9.428	4.034
1235	882	2.507	1.132	-5.069	-2.334	14.400	14.200	10.502	4.034
	883	-2.162	-0.980	5.767	2.656	14.400	14.200	12.494	3.282
1236	883	1.919	0.867	-5.767	-2.656	14.400	14.200	14.402	3.282
	884	-1.574	-0.714	6.290	2.897	14.400	14.200	17.973	2.829
1237	884	1.335	0.602	-6.290	-2.897	14.400	14.200	21.689	2.829
	885	-0.990	-0.449	6.637	3.057	14.400	14.200	29.839	2.567
1238	885	0.754	0.339	-6.637	-3.057	14.400	14.200	40.213	2.567
	886	-0.408	-0.186	6.811	3.137	14.400	14.200	75.064	2.446
1239	886	0.173	0.076	-6.811	-3.137	14.400	14.200	186.042	2.446
	887	0.173	0.076	6.811	3.137	14.400	14.200	186.040	2.446
1240	887	-0.408	-0.186	-6.811	-3.137	14.400	14.200	75.063	2.446
	888	0.754	0.339	6.637	3.057	14.400	14.200	40.213	2.567
1241	888	-0.990	-0.449	-6.637	-3.057	14.400	14.200	29.839	2.567
	889	1.335	0.602	6.290	2.897	14.400	14.200	21.689	2.829
1242	889	-1.574	-0.714	-6.290	-2.897	14.400	14.200	17.973	2.829
	890	1.919	0.867	5.767	2.656	14.400	14.200	14.402	3.282
1243	890	-2.162	-0.980	-5.767	-2.656	14.400	14.200	12.494	3.282
	891	2.507	1.132	5.069	2.334	14.400	14.200	10.502	4.034

Forces aux extrémités des membrures Paralumes

No. de la membrur	No. du joint	Forces (kN)		Moment (kN-m)		Vr	Mr	FCS V	FCS
		Cisail. Fy	Flexion Mz	Ch. mortes	Verglas				
		Ch. mortes	Verglas	Ch. mortes	Verglas				
1244	891	-2.731	-1.238	-5.069	-2.334	14.400	14.200	9.428	4.034
	892	3.077	1.391	4.200	1.934	14.400	14.200	8.143	5.319
1245	892	-3.205	-1.455	-4.199	-1.933	14.400	14.200	7.694	5.319
	893	3.550	1.608	3.189	1.467	14.400	14.200	6.747	7.701
1246	893	-3.586	-1.633	-3.189	-1.467	14.400	14.200	6.622	7.701
	894	3.932	1.786	2.064	0.946	14.400	14.200	5.862	13.133
1247	894	-4.919	-2.212	-2.068	-0.947	14.400	14.200	4.286	13.109
	895	5.394	2.422	-0.053	-0.024	14.400	14.200	3.718	#####
1248	792	4.830	2.126	-0.012	-0.009	14.400	14.200	4.500	#####
1248	896	-4.452	-2.017	1.921	0.877	14.400	14.200	4.932	14.318
1249	896	4.378	1.952	-1.921	-0.878	14.400	14.200	5.134	14.311
	897	-4.103	-1.872	3.190	1.461	14.400	14.200	5.500	7.732
1250	897	3.647	1.633	-3.189	-1.460	14.400	14.200	6.583	7.734
	898	-3.372	-1.554	4.239	1.946	14.400	14.200	7.098	5.264
1251	898	3.001	1.344	-4.238	-1.946	14.400	14.200	8.483	5.266
	899	-2.725	-1.264	5.094	2.343	14.400	14.200	9.235	4.007
1252	899	2.423	1.081	-5.094	-2.343	14.400	14.200	11.084	4.007
	900	-2.148	-1.001	5.778	2.661	14.400	14.200	12.241	3.272
1253	900	1.858	0.822	-5.778	-2.661	14.400	14.200	15.248	3.272
	901	-1.583	-0.743	6.292	2.899	14.400	14.200	17.253	2.826
1254	901	1.289	0.563	-6.292	-2.899	14.400	14.200	23.290	2.826
	902	-1.014	-0.483	6.637	3.059	14.400	14.200	27.698	2.566
1255	902	0.715	0.302	-6.637	-3.059	14.400	14.200	45.355	2.566
	903	-0.440	-0.222	6.810	3.138	14.400	14.200	62.859	2.445
1256	903	0.138	0.040	-6.810	-3.138	14.400	14.200	358.155	2.445
	904	0.138	0.040	6.810	3.138	14.400	14.200	358.151	2.445
1257	904	-0.440	-0.222	-6.810	-3.138	14.400	14.200	62.859	2.445
	905	0.715	0.302	6.637	3.059	14.400	14.200	45.355	2.566
1258	905	-1.014	-0.483	-6.637	-3.059	14.400	14.200	27.698	2.566
	906	1.289	0.563	6.292	2.899	14.400	14.200	23.290	2.826
1259	906	-1.583	-0.743	-6.292	-2.899	14.400	14.200	17.253	2.826
	907	1.858	0.822	5.778	2.661	14.400	14.200	15.248	3.272
1260	907	-2.148	-1.001	-5.778	-2.661	14.400	14.200	12.241	3.272
	908	2.423	1.081	5.094	2.343	14.400	14.200	11.084	4.007
1261	908	-2.725	-1.264	-5.094	-2.343	14.400	14.200	9.235	4.007
	909	3.001	1.344	4.238	1.946	14.400	14.200	8.483	5.266
1262	909	-3.372	-1.554	-4.239	-1.946	14.400	14.200	7.098	5.264
	910	3.647	1.633	3.189	1.460	14.400	14.200	6.583	7.734
1263	910	-4.103	-1.872	-3.190	-1.461	14.400	14.200	5.500	7.732
	911	4.378	1.952	1.921	0.878	14.400	14.200	5.134	14.311
1264	911	-4.452	-2.017	-1.921	-0.877	14.400	14.200	4.932	14.318
	912	4.830	2.126	0.012	0.009	14.400	14.200	4.500	#####
								3.718	2.444

Forces aux extrémités des membrures Poutres A

No. de la membrur	Comb. de charges		Cisail. Fy		Torsion Mz		Vr	Mr	FCS V	FCS M
			Ch. mortes	Verglas	Ch mortes	Verglas				
1	1	0	640.276917	157.391937	0	0	1249	4548	4.264	#DIV/0!
1	1	2154	512.221619	125.913574	1229.89978	305.105865	1137	5986	4.962	14.411
1	1	4308	384.16626	94.435181	2186.488525	542.410461	1064	5986	7.199	6.343
1	1	6462	256.110809	62.956795	2869.766602	711.913757	1064	5986	12.832	3.873
1	1	8616	128.055527	31.478413	3279.733154	813.615784	1064	5986	29.733	2.885
1	1	10770	0.000077	0.000019	3416.38916	847.516418	1064	5986	55999995.947	2.608
1	1	12923	-128.05545	-31.478403	3279.733643	813.615784	1064	5986	29.733	2.885
1	1	15077	-256.110748	-62.956776	2869.767334	711.91394	1064	5986	12.832	3.873
1	1	17231	-384.166199	-94.435173	2186.48999	542.410828	1064	5986	7.199	6.343
1	1	19385	-512.221558	-125.913544	1229.900635	305.106262	1137	5986	4.962	14.411
1	1	21539	-640.276855	-157.391922	0.002407	0.000471	1249	4548	4.264	9076682.788
									4.264	2.608

Forces aux extrémités des membrures Poutres B

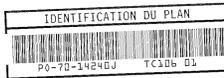
No. de la membrur	Comb. de charges		Cisail. Fy		Torsion Mz		Vr	Mr	FCS V	FCS M
			Ch. mortes	Verglas	Ch mortes	Verglas				
1	1	0	469.752228	123.337502	0	0	982	2272	4.153	#DIV/0!
1	1	1725	375.801819	98.670013	722.599731	191.481491	892	2387	5.232	7.944
1	1	3450	281.85141	74.002518	1284.621826	340.41156	824	3390	7.326	5.587
1	1	5175	187.90094	49.335014	1686.066284	446.790192	824	3390	12.893	3.358
1	1	6900	93.950485	24.667522	1926.932861	510.617371	824	3390	29.596	2.467
1	1	8625	-0.000077	0.000019	2007.221802	531.893127	824	3390	43368417.000	2.217
1	1	10350	-93.950523	-24.667513	1926.933105	510.617432	824	3390	29.596	2.467
1	1	12075	-187.90097	-49.335018	1686.066528	446.790253	824	3390	12.893	3.358
1	1	13800	-281.85141	-74.00251	1284.622559	340.411743	824	3390	7.326	5.587
1	1	15525	-375.80188	-98.670006	722.600769	191.481613	892	2387	5.232	7.944
1	1	17250	-469.752228	-123.337502	0.001281	0.00025	982	2272	4.153	8542714.876
									4.153	2.217

B

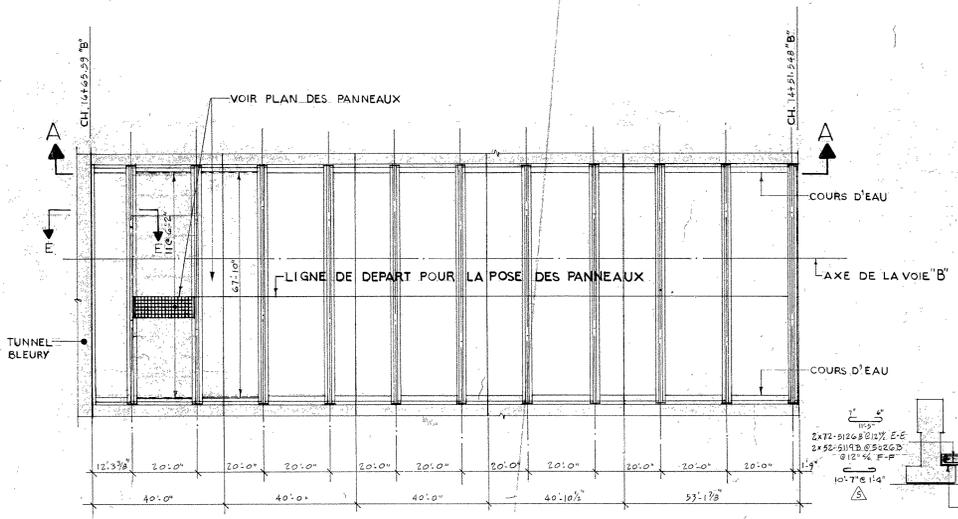
Plans tel que construit



SNC • LAVALIN

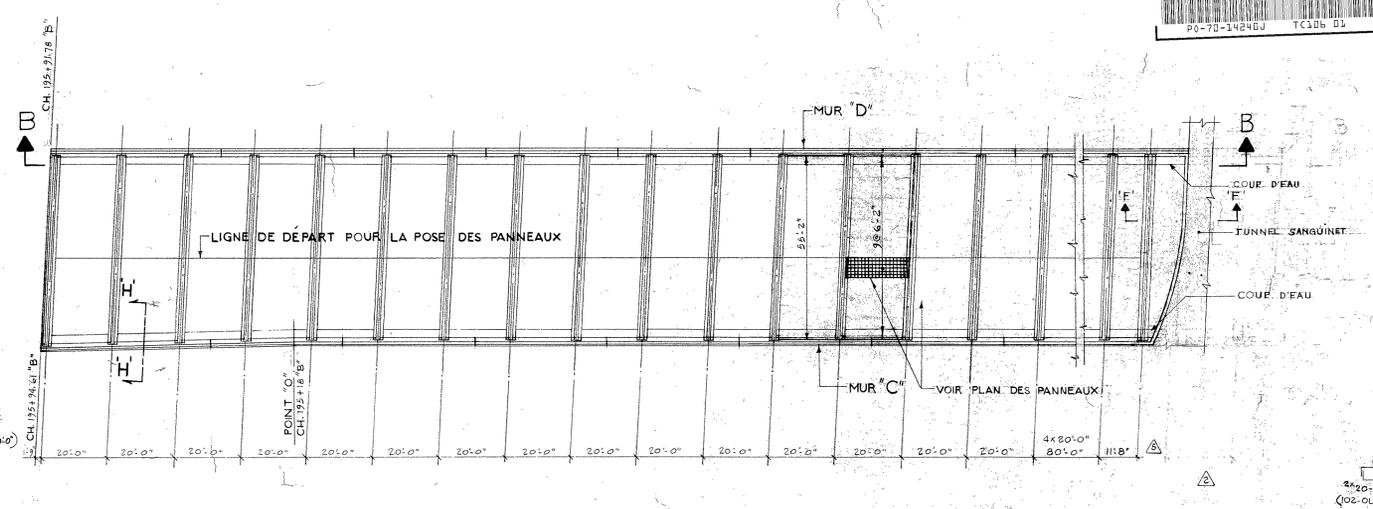


REVISIONS		
No	DATE	DESCRIPTION
1	10-NOV-70	PARALUMES AJOUTÉS CH. 195+19.75 À CH. 192+19.45. REVISION GÉNÉRALE.
2	4-FÉV-71	CORRIGÉ SELON ADDENDA NO. 3.
3	7-4-71	PARALUMES ALLONGÉS. DÉTAIL 'A', COUPE 'H-H' À APPUI EN NÉOPRÈNE AJOUTÉS.
4	27-4-71	COUPE S-O ANIMATEUR RÉVISÉE.
5	11-SEP-72	DIMENSIONS DES APPLIS EN NÉOPRÈNE.
6	22-SEP-74	PARALUMES RACCOURCIS.
		CONSTRUIT TEL QUEL

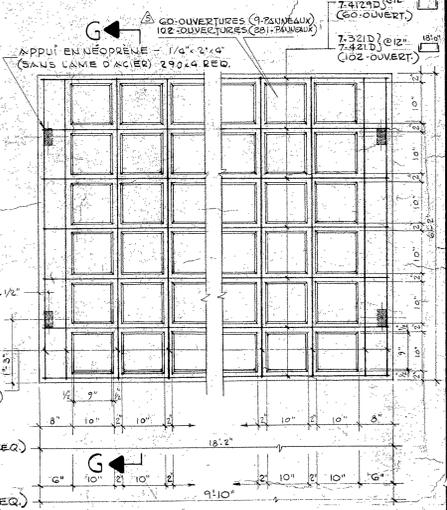


PLAN
1/20=1"

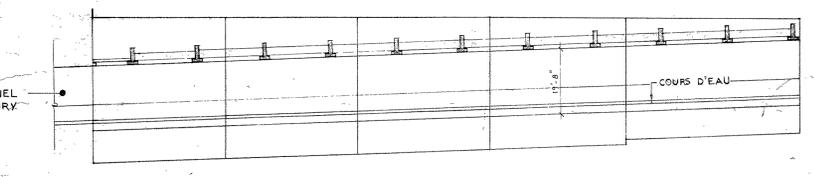
COUPES E-E & F-F
1/4"=1'-0"



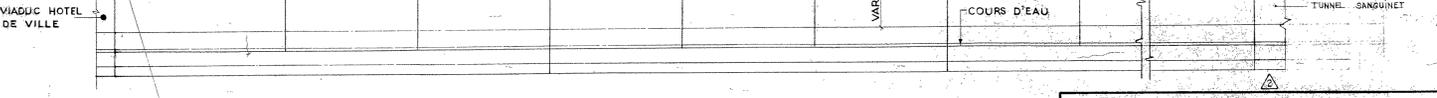
PLAN
1"=20'-0"



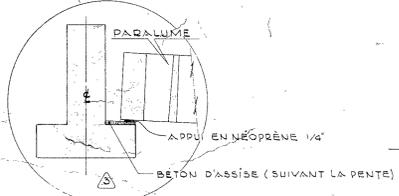
PLAN DES PANNEAUX PRÉFABRIQUÉS



ÉLEVATION A-A
1/2"=20'-0"

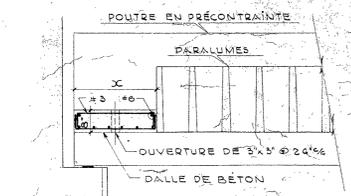


ÉLEVATION B-B
1"=20'-0"

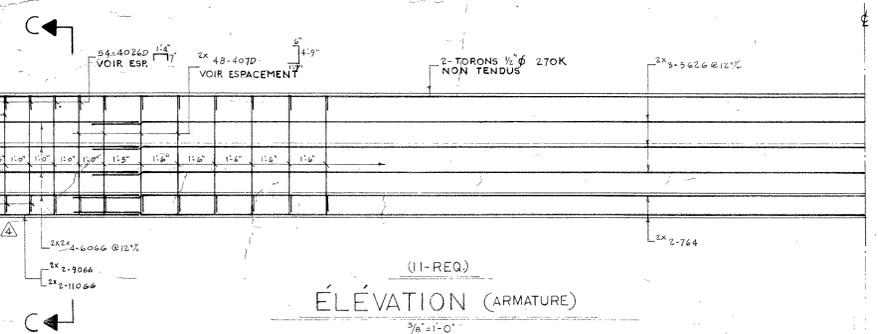


NOTES:
 1- BÉTON
 POUTRES PRÉCONTRAINTES 5000 LBS/PO² @ 28 JRS.
 PARALUMES / DALLES @ 4000 LBS/PO² @ 28 JRS.
 POUTRES - RÉSISTANCE AU TRANSFERT 4000 LBS.
 2- LES POINTS D'APPUIS OU DE SUSPENSION DES POUTRES PENDANT LE TRANSPORT ET LA MISE EN ŒUVRE SERONT PAS À UNE DISTANCE DE PLUS DE 1'-6" DES EXTRÉMITÉS DE LA POUTRE.

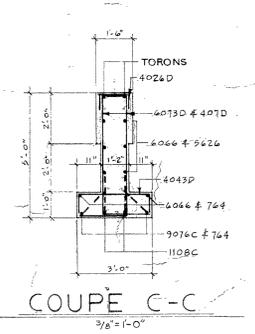
COUPE G-G
3/4"=1'-0"



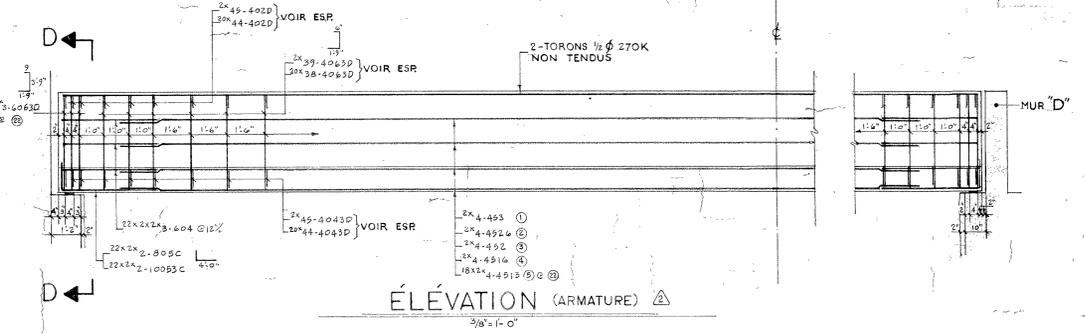
COUPE H-H
1/2"=1'-0"



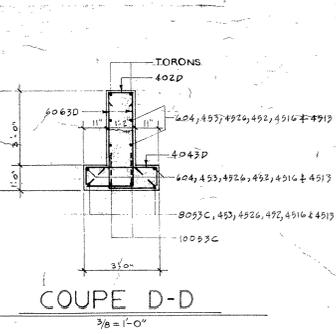
ÉLEVATION (ARMATURE)
3/8"=1'-0"



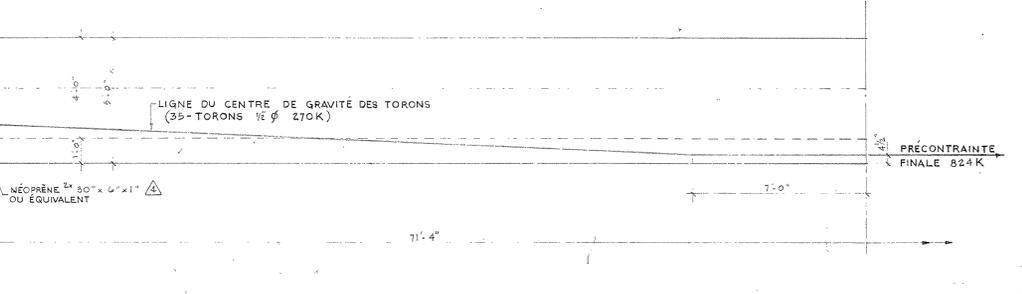
COUPE C-C
3/8"=1'-0"



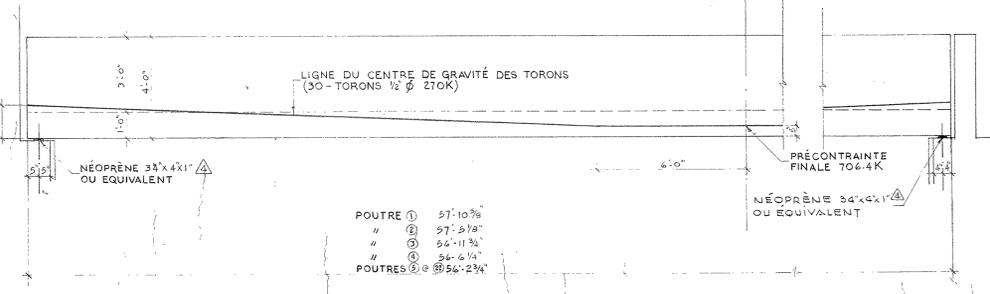
ÉLEVATION (ARMATURE)
3/8"=1'-0"



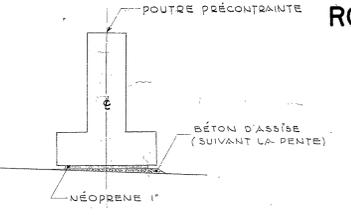
COUPE D-D
3/8"=1'-0"



COUPE LONGITUDINALE (PRÉCONTRAINTÉ)
3/8"=1'-0"



COUPE LONGITUDINALE (PRÉCONTRAINTÉ)
3/8"=1'-0"



DÉTAIL 'A'
1/2"=1'-0"

MINISTÈRE DE LA VOIRIE
 PROVINCE DE QUÉBEC
ROUTE TRANSCANADIENNE
 VILLE DE MONTRÉAL
 COUR TURCOT - RUE FULLUM
 TRONÇON BLEURY - SANGUINET
POUTRES ET PARALUMES
 VOIE "B"
 - LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS
 INGÉNIEURS - CONSEILS
 615 RUE BELMONT, MONTRÉAL 101
 DATE 15 JUILLET 70 ÉCHELLES INDICUÉES CONTRAT 1420-72
 FEUILLE No. S-35

C

Rapport d'inspection générale



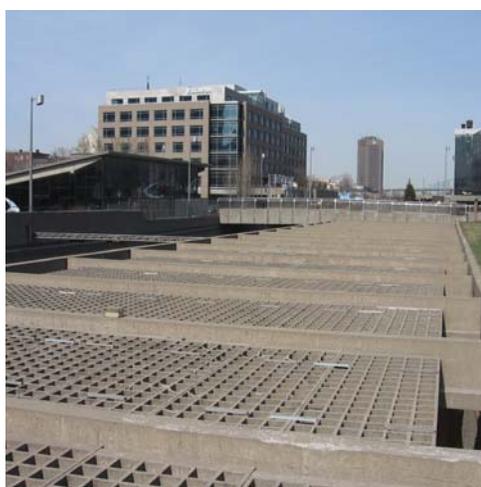
SNC • LAVALIN

RAPPORT
D'INSPECTION

Transports
Québec 

Inspection générale du tunnel Viger

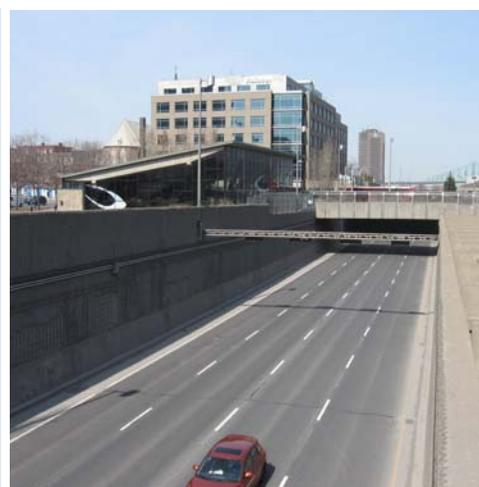
Bilan des observations relevées



**Dossier MTQ:
8505-07-CC12**

N/Ref. : 605059-0304

**22 mai 2008
Rev. 01**



SNC • LAVALIN

Inspection générale du tunnel Viger

N° de dossier MTQ : 8505-07-CC12

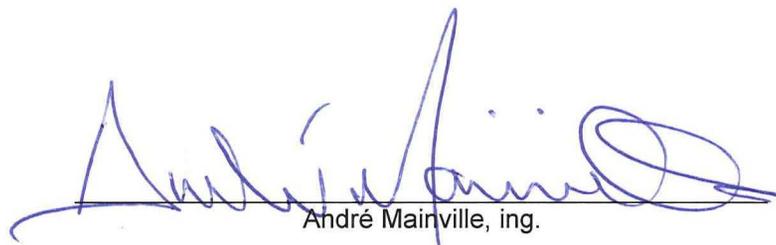
Rapport d'inspection

Bilan des observations relevées

N/Ref. : 605059-0304
22 mai 2008

Rev. 01

Préparé par :


André Mairville, ing.

Vérifié par :


Guillaume Nadeau, ing.



TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
2. CONTENU DU DOCUMENT	1
3. PRÉSENTATION DES STRUCTURES	2
4. TRAVAUX D'INSPECTION	2
5. APPRÉCIATION SYNTHÈSE RÉSUMANT L'ÉTAT DE LA STRUCTURE	2
6. RECOMMANDATIONS ET RÉSUMÉ DES TRAVAUX À EXÉCUTER (CONCLUSION).....	6

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE A : FICHES D'INSPECTION GÉNÉRALE
ANNEXE B : RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE (FOR-85-042)
ANNEXE C : CROQUIS ET RELEVÉS EN TUNNEL
ANNEXE D : PARALUMES EN BÉTON (selon dessin T.Q.C.)
ANNEXE E : CROQUIS ET RELEVÉS HORS TUNNEL (murs et paralumes)
ANNEXE F : MASSIF DE CONDUITS (selon dessin T.Q.C.)
ANNEXE G : TABLEAU D'OBSERVATIONS DES JOINTS RELEVÉS EN TUNNEL

1. INTRODUCTION

Le tunnel Viger est situé dans l'arrondissement Ville-Marie de la municipalité de Montréal, circonscription électorale provinciale (CEP) de Ville-Marie.

La Direction de l'Île-de-Montréal (DIM) du ministère des Transports du Québec (MTQ) a mandaté la firme SNC-Lavalin inc. afin de procéder à l'inspection générale de cette structure.

Le présent mandat inclut les éléments suivants à inspecter:

- Les sections de paralumes situées à l'extrémité est (tube A) et à l'extrémité ouest (tube B), ainsi que les murs de soutènement les supportant;
- Les portes et les couloirs de secours ;
- Les supports structuraux des systèmes électriques, mécaniques et de contrôle électronique ;
- L'éclairage du tunnel (tubes A et B) et des tunnels de services ;
- La passerelle d'accès aux ventilateurs (aspects structuraux seulement) ;
- Le tunnel (les murs, les joints visibles, la céramique, les supports de tuile recouvrant les plafonds et leurs ancrages – près des joints de dilatation et où les tuiles sont enlevées) ;
- La signalisation permanente.

Le présent mandat exclut les items suivants :

- Les aspects mécaniques (ventilateurs) sur la passerelle d'accès et dans les tunnels de secours;
- Les surfaces de roulement du tunnel ;
- L'inspection exhaustive des tuiles recouvrant le plafond ;
- L'inspection des tours de ventilation Nord et Sud (en totalité) ;
- Les structures des ponts d'étagement Amherst, Sanguinet, Passerelle piétonnière, Hôtel-de-Ville ainsi que les murs de front les soutenant ;
- Les superstructures de signalisation.

2. CONTENU DU DOCUMENT

Le présent rapport comprend entre autres :

- Présentation des structures inspectées;
- Détails quant à la chronologie, le personnel et l'équipement utilisé;
- Appréciation synthèse résumant l'état de la structure;
- Recommandations et résumé des travaux à exécuter (conclusion);
- Fiches d'inspection A, G, I, J, K, N, T et Z (annexe A);
- Rapport photographique qui résume les défauts relevés sur la structure du tunnel Viger selon le formulaire FOR-85-042 (annexe B);
- Croquis montrant un relevé de dommages à l'intérieur de la partie en tunnel et le système de référence employé pour le présent rapport (annexe C);
- Détails extraits du feuillet n° S-35 intitulé « POUTRES ET PARALUMES – VOIE 'B' » relativement aux paralumes en béton et aux poutres précontraintes au-dessus de la A-720 Est (annexe D);

- Croquis relevant certains dommages (annexe E). L'annexe E contient les 3 appendices suivants :
 - E-1 un relevé de dommages des murs supportant les paralumes (tubes A et B) de la partie hors tunnel et le système de référence employé pour le présent rapport;
 - E-2 un relevé de dommages de paralumes en béton (tube B);
 - E-3 un relevé de fissuration d'un paralume en béton (tube B);
- Détails extraits du feuillet n° S-34 intitulé « RUE SANGUINET » relativement au massif à l'extrémité ouest du tunnel Viger (annexe F);
- Tableau des observations relevées au droit des joints de construction dans la partie en tunnel (annexe G).

3. PRÉSENTATION DES STRUCTURES

Les travaux d'inspection du tunnel Viger, structure P-15418, ont porté sur les éléments suivants (voir annexe C, croquis 1 de 9) :

- Tube A = autoroute 720 en direction est de Ch. 175+00 à Ch. 191+88;
- Tube B = autoroute 720 en direction ouest de Ch. 191+88 à 175+00;
- Système de paralumes en direction est et ouest;
- Murs de support des paralumes (A-720 Est) de Ch. 195+90 à Ch. 191+88;
- Murs de support des paralumes (A-720 Ouest) de Ch. 0+101 à Ch. 0+000;
- Tunnels de secours au nord et au sud de la A-720;
- Passerelle d'accès aux ventilateurs au Ch. 178+02.

4. TRAVAUX D'INSPECTION

Les travaux d'inspection ont été réalisés par les personnes suivantes :

- André Mainville, ing.
- semaine du 11 février 2008 (le jour).
- André Mainville, ing. et Jonathan Chaput, tech.
- semaines du 14 avril au 2 mai 2008 (la nuit).

Les équipements suivants ont été utilisés :

- Camion-nacelle « 34' - WARWICK ».

Les équipements et le service de signalisation étaient fournis par le MTQ.

5. APPRÉCIATION SYNTHÈSE RÉSUMANT L'ÉTAT DE LA STRUCTURE

Le texte du présent chapitre traite des observations relevées quant aux éléments suivants :

- Signalisation;
- Paralumes (murs les supportant, poutres préfabriquées en béton supportant les systèmes de paralumes, systèmes de paralumes - en béton dans la direction est et – en amiante sur poutrelles d'acier galvanisé en direction ouest);
- Portes et couloirs de secours;

- Supports structuraux des systèmes électriques, mécaniques et de contrôle électronique;
- Éclairage du tunnel et des tunnels de secours;
- Passerelle d'accès aux ventilateurs (aspects structuraux seulement);
- Tunnel (les murs, les joints visibles, la céramique, les tuiles d'amiante, les supports de tuile recouvrant les plafonds et leurs ancrages – près des joints de dilatation et où les tuiles sont enlevées);
- Les surfaces de roulement (inspection visuelle seulement, CEM).

Signalisation :

Quelques cadres de protection des indicateurs de voies en service (flèches vertes ou croix rouges) fixés au plafond du tunnel ont été retirés par l'équipe d'électriciens du MTQ pour entretien et sont à remettre en place.

Paralumes :

Plusieurs sections des murs supportant les paralumes (A-720 Est et Ouest) comportent d'importantes surfaces de béton délaminé. La photo 01 montre un mur dont la délamination et/ou l'éclatement du béton atteint 80% de la surface traitée architecturalement (partie au-dessus de la glissière). L'annexe E-1 donne l'étendue de la détérioration des murs inclus dans la présente inspection.

Le dessous des poutres préfabriquées en béton installées au-dessus des voies de l'A-720 Est et Ouest comporte un peu de béton délaminé près des appuis (près de 10% de la longueur des poutres).

Les poutres préfabriquées en béton installées au-dessus de l'A-720 Est présentent des fissures filiformes de cisaillement près des appuis et du béton délaminé sur l'âme vis-à-vis les appuis (photo 02). Trois de ces poutres exposent des torons de précontraintes devant l'appui Sud (photo 03). Les dimensions de la section des poutres sont conformes au dessin T.Q.C. fourni par le MTQ (annexe D). Les appareils d'appuis sont parfois situés à 0 mm des extrémités des poutres au lieu de 50 mm tel que prévu à l'annexe D. L'appareil d'appui Sud en élastomère de la poutre #1 a glissé vers l'avant du mur de soutènement et il en résulte une perte d'appui de 25% (photo 04). L'assise Sud en béton de la poutre #17 est désagrégée et entraîne une perte d'appui de 25% (photo 05).

Les photos 06 et 07 donnent une vue d'ensemble des paralumes en béton au-dessus de l'A-720 Est. De façon générale, les paralumes en béton comportent des surfaces délaminées et des fragments de béton pourraient tomber sur les voies de circulation (photo 08). Les dimensions des paralumes sont conformes aux détails identifiés aux dessins T.Q.C (annexe D). Les paralumes en béton contiennent 7 membrures longitudinales de 18'2" (sens porteur). Sur les membrures longitudinales de paralumes comportant du béton éclaté, 1 barre #4 en bas et 1 barre #4 en haut ont été observées dans le sens longitudinal. La photo 09 montre un paralume comportant une barre longitudinale du bas qui est cassée près de l'appui ce qui pourrait indiquer un manque de ductilité de l'acier employé pour la fabrication des paralumes. Les photos 10 et 11 montrent deux systèmes de fissuration des membrures longitudinales et transversales des paralumes (voir l'annexe E-3 pour plus de détails). Des fissures semblables ont été observées sur les éléments suivants : T3G, T4A, T4D, T6B, T7C, T7E, et T15G (T pour travée, ensuite no. de la travée et l'élément A à H où A est au Sud et H au Nord). En plus de leur poids propre, les paralumes doivent supporter le système d'éclairage du tunnel. Au-dessus des voies de l'A-720 Est, il y a jusqu'à 11 rangées de luminaires suspendues au paralumes en béton (photo 15). L'état actuel des paralumes en béton est douteux et nous recommandons, à très court terme, un relevé de dommages ainsi qu'une analyse structurale pour l'ensemble de ces éléments. L'annexe E-2 présente un relevé de dommages du dessous de 5 paralumes situés entre les poutres #14

et 15. Le prélèvement d'un échantillon d'acier d'armature devrait être envisagé en vue d'en vérifier ses propriétés physiques.

Les paralumes installés au-dessus de l'A-720 Ouest sont constitués de panneaux en amiante placés verticalement dans les sens longitudinal et transversal (sens porteur). Les panneaux en amiante sont supportés par des poutrelles en acier galvanisé. Les poutrelles en acier sont quant à elles supportées par des poutres en béton précontraint. La photo 12 en donne une vue d'ensemble. Quelques panneaux longitudinaux en amiante sont fissurés ou en partie manquants et certains panneaux transversaux en amiante commencent à s'effriter à la base mais l'état général (CEM et CEC) ces paralumes est bon. L'état général des poutrelles en acier est bon à l'exception de 3 éléments d'assemblage défectueux. Les assemblages défectueux sont situés entre les poutres précontraintes #8 à #9 et en rive Nord du système de paralumes. Au droit des éléments d'assemblage défectueux (photo 13) du système de poutrelles en acier galvanisé, l'assise des paralumes n'est que d'environ 1 cm de largeur (photo 14). Nous recommandons de corriger ces assemblages à court terme et d'augmenter l'appui des paralumes dans ce secteur. L'effet de la rouille en surface des boulons d'ancrage des poutrelles est négligeable. Le dessous des poutres préfabriquées en béton comporte un peu de béton délaminé (près de 10% de la longueur des poutres) localisé près des appuis.

Portes et couloirs de secours :

Toutes les portes s'ouvrent sans difficulté mais certaines doivent être poussées de l'intérieur pour être complètement fermées. Les couloirs de secours sont propres et le béton constituant les couloirs est en excellent état.

Supports structuraux des systèmes électriques, mécaniques et de contrôle électronique :

Certains boîtiers protecteurs des caméras de surveillance ont été frappés par des objets transportés dans les tunnels. Ceci aurait entraîné la perte de 5 des 9 ancrages du boîtier protecteur du tunnel de l'A-720 Est qui est près du joint #1. L'ancrage au mur de ce boîtier est à corriger.

Le couvercle de l'étagère à câbles situé sur la passerelle d'accès aux ventilateurs est perforé par la corrosion.

Éclairage du tunnel et des tunnels de secours :

Lors des travaux d'inspection d'avril 2008, l'équipe d'entretien du MTQ s'occupait au remplacement de tous les tubes fluorescents des luminaires. À la fin des travaux d'inspection du tunnel, tous les luminaires en rive Nord et Sud du tunnel de l'A-720 Ouest étaient fonctionnels. Dans le tunnel de l'A-720 Est, nous avons compté 140 unités de luminaire défectueux (photos 15 et 16).

Un fluorescent est défectueux à l'extrémité ouest du couloir de secours Sud (A-720 Est).

Certaines composantes supportant les luminaires sont dans un état de corrosion avancé au point d'être totalement hors d'usage (photo 17). L'équipe du MTQ affectée à l'entretien des unités d'éclairage et présente en tunnel lors de nos travaux d'inspection est consciente de cet état de détérioration. Dans le secteur du pont Sanguinet et de la passerelle des ventilateurs, certains luminaires ont été retirés et d'autres ont fait l'objet d'une réparation temporaire par l'équipe du MTQ.

Passerelle d'accès aux ventilateurs (aspects structuraux seulement) :

Une des plaques d'ancrage au béton du plafond du tunnel est défectueuse (photo 18). Cette plaque devant supporter une suspente de la passerelle est située au-dessus de l'A-720 Ouest, du côté est de la passerelle et vis-à-vis la mi-travée. L'ensemble des éléments en acier de la passerelle sont corrodés. Du béton délaminé (poutres de support du pont roulant, voir photo 19) est présent au-dessus de la passerelle, il y a possibilité de chutes de morceaux en béton et projection de ceux-ci vers les voies de circulation par les ventilateurs.

Tunnel (les murs, les joints visibles, la céramique, les tuiles d'amiante, les supports de tuile recouvrant les plafonds et leurs ancrages – près des joints de dilatation et où les tuiles sont enlevées) :

L'ensemble des murs à l'intérieur des tunnels sont couverts de tuiles de céramique (photo 16). Des fissures moyennes verticales ou légèrement inclinées se retrouvent sur toutes les sections du tunnel et, selon toute vraisemblance, vis-à-vis des fissures de retrait du béton des sections de murs. Aux extrémités des sections de murs, au droit des joints de construction, des tuiles sont soit décollées, cassées ou tombées. Étant donné la géométrie des murs (partie basse inclinée vers les voies) et des écarts de pression créés par la circulation; il y a des risques de projections de tuiles en céramique vers les voies de circulation. Nous recommandons de faire l'enlèvement des tuiles en céramique décollées de la partie haute (verticale) des murs vis-à-vis les joints 1 à 9 à l'extrémité ouest du tunnel dans les 2 directions.

Plusieurs joints laissent filtrer l'eau (voir relevé à l'annexe G).

La présence de béton délaminé a été observée au-dessus des voies au droit des joints 1 à 9 (voir photos 20 et 21) et sporadiquement pour les parties centrales et est du tunnel dont les tuiles en amiante portent les traces de cernes d'humidité.

Les profilés en acier supportant les tuiles d'amiante du plafond sont dans un état de corrosion avancée au droit des joints 1 à 9 (voir photos 22, 23 et 24). Des ancrages de profilés en acier supportant les tuiles d'amiante du plafond sont présents à proximité des joints de construction et sont en place dans du béton délaminé (photos 25 et 26).

Il y a risque de chute de béton, de tuiles d'amiante et de profilés en acier au droit des joints 1 à 9. Nous recommandons d'en faire l'enlèvement de part et d'autre de ces joints et là où des cernes d'humidité marquent les tuiles d'amiante pour permettre le sondage du béton du plafond, l'enlèvement du béton délaminé, l'enlèvement des profilés en acier qui sont corrodés et l'étanchement des joints.

Aux joints 8 et 9, au-dessus des voies de l'A-720 Ouest, il y a présence de mousse (possiblement de l'uréthane) recouvrant les joints. Du béton délaminé a été détecté en rive de l'uréthane (voir photo 27).

Nous recommandons l'enlèvement de l'uréthane qui recouvre les joints 8 et 9, le sondage du béton ainsi dégagé, l'enlèvement du béton délaminé et l'étanchement des joints.

Au joint 2, il y a présence de béton fissuré (largeur de fissure de 3 à 12 mm), délaminé et désagrégé à même un massif de conduits qui passe au-dessus de la A-720 (photos 28, 29 et 30). Sur la face verticale du massif, là où le béton est déjà éclaté, le positionnement de l'acier de confinement du béton est en biais (photo 31) au lieu d'être vertical tel que montré aux détails du feuillet inclus à l'annexe F.

La détérioration du béton de ce massif aurait été causé par l'infiltration d'eau provenant du joint situé au-dessus du massif et possiblement par la présence

d'eau dans les conduits qui aurait pu faire éclater longitudinalement le béton du massif sous l'effet du gel. Nous recommandons, en premier lieu, de vérifier le contenu du massif. Considérant le risque de chute de fragments de béton sur les usagers circulant en contre-bas, nous recommandons de procéder à la sécurisation du massif par l'enlèvement de fragments de béton si le contenu des conduits le permet et par la mise en place d'un platelage temporaire aux endroits nécessaires. La démolition et la reconstruction, si ce massif est toujours requis, est à prévoir dans un avenir rapproché.

Pour l'ensemble du plafond du tunnel, plusieurs tuiles d'amiante sont manquantes ou endommagées et sont à remplacer.

Le mur de tête en béton sur la façade du tube A à l'extrémité ouest (joint 1) comporte du béton délaminé sur les faces avant, arrière et du dessous. La photo 32 montre le dessous du mur de tête. La délamination du dessous du mur atteint près de 80% de la travée de ce dernier au-dessus des 4 voies de circulation de l'A-720 Ouest. Une procédure de démolition/reconstruction avec séquence de travail pourrait être requise de manière à assurer l'intégrité de la structure lors des travaux de réfection.

Les surfaces de roulement (inspection visuelle seulement, CEM)

Les chasse-roues comportent quelques éclatements légers à moyens par endroits (photo 33), n'affectant pas la sécurité des usagers.

La surface de roulement est constituée d'enrobé ou de béton. Les surfaces de roulement en béton du tunnel en direction Est et Ouest sont très lisses (photo 39), donc potentiellement très glissantes et pouvant affecter légèrement le contrôle d'un véhicule. L'orniérage est de 5 mm environ (photo 34). Le CEC est à ré-évaluer par le MTQ considérant que l'ancienne cote établie en 2005 à CEC = 6 en direction Est et à CEC = 5 en direction ouest n'est pas représentative de la réalité.

Les fissures transversales de l'enrobé et certains des joints transversaux et longitudinaux des panneaux en béton sont à sceller. Les sections de la dalle (en panneaux de béton) de la voie centre-droite comportent des tassements différentiels par rapport aux sections adjacentes (photo 35). En annexe C, des panneaux fissurés sont montrés (photo 36). En direction Ouest, la voie centre-droite comporte des panneaux en enrobé à même la partie du tunnel dont la chaussée est en béton. Dans le tube B, en direction est, une fissure transversale importante dans le béton de la chaussée est remplie avec de l'enrobé entre les joints 22 et 23 (photo 37). Des morceaux en béton manquants sur la surface de roulement ont été remplacés avec de l'enrobé (photo 38). Ces défauts relevés affectent légèrement le contrôle des véhicules et le confort des usagers.

6. RECOMMANDATIONS ET RÉSUMÉ DES TRAVAUX À EXÉCUTER

Actuellement, la cote CECS du tunnel Viger est de 1. On peut donc considérer l'état général comme étant : « critique » quant à l'aspect « sécurité des usagers ». Cet état résulte d'éléments inclus à la liste « Travaux de sécurisation à effectuer » présentés ci-dessous. Suite aux travaux de sécurisation à effectuer, l'état général du tunnel Viger sera acceptable. Aux travaux de sécurisation à effectuer s'ajouteront des « travaux de réfection » et des « travaux de prévention » pour augmenter la durabilité du tunnel Viger.

« Travaux de sécurisation à effectuer » :

- Enlèvement du béton délaminé pouvant tomber sur les voies (voir les éléments cotés CEC = 1 aux fiches d'inspection générale incluses à l'annexe 1);
- Évaluation structurale des paralumes en béton du tube B et action conséquente;
- Évaluation des voies de roulement en béton et action conséquente;
- Correctifs aux supports des unités d'éclairage à remettre à neuf dans les secteurs du pont Sanguinet et de la passerelle des ventilateurs (A-720 Est et Ouest);
- Enlèvement des profilés corrodés et des tuiles en amiante du plafond et pouvant tomber sur les voies (A-720 Est et Ouest);
- Enlèvement des tuiles en céramique pouvant être projetées sur les voies A-720 Est et Ouest);
- Ancrage d'une suspente de la passerelle des ventilateurs à corriger;
- Ancrage du boîtier de protection de la caméra (tube B, joint #2) à réparer.

« Travaux d'entretien courant » :

- Nettoyer un puisard bouché du tube A sur l'accotement Nord vis-à-vis les grilles de ventilation;
- Compléter le remplacement des fluorescents et remplacer les luminaires enlevés par l'équipe d'entretien du MTQ et remplacer les éléments de support des luminaires qui sont corrodés (Sanguinet et passerelle des ventilateurs).

« Travaux de réparation » :

- Rendre étanche les joints de construction dans la partie en tunnel (voir l'annexe G pour la localisation);
- Réparer avec du béton projeté ou du béton coulé en place les endroits touchés par les travaux de sécurisation par enlèvement de fragments en béton;
- Réaliser la réfection du mur/poutre (façade) à l'extrémité ouest du tube A;
- Reconstruire le plafond suspendu aux endroits où les tuiles d'amiante sont à enlever pour permettre le sondage du béton et l'enlèvement du béton délaminé. Reconstruire le plafond où des tuiles en amiante sont manquantes parce qu'elles ont été brisées par la circulation (transport de déchets de construction par exemple). Reconstruire le plafond aussi dans le cas où les profilés en acier sont corrodés;
- Corriger les assises Sud des poutres #1 et #17 du tube B;
- Corriger les surfaces de roulement (tubes A et B).

« Travaux d'entretien préventif (durabilité) » :

- Nettoyer et sceller les surfaces de béton (des glissières, des murs, des poutres précontraintes et des paralumes du tube B) avec un enduit à base de silane;
- Faire le suivi des fissures de cisaillement des poutres supportant les paralumes du tube B et apporter, si requis, les actions conséquentes.

ANNEXE A
FICHES D'INSPECTION GÉNÉRALE
(15 PAGES INCLUANT CELLE-CI)

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418		MUN. : Montréal
STRUC. : 94 - Tunnel		OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle

FICHES NÉCESSAIRES À LA SAISIE DES INFORMATIONS

TYPE DE FICHE		NOMBRE DE FICHES
Signalisation	A	1
Talus d'approche et protection de talus	B	
Mur de soutènement	C	
Pile	D	
Mur séparateur	E	
Poutres et poutrelles	F	
Paralumes	G	2
Radier	H	2
Cadre	I	2
Joint de section de tunnel	J	1
Chasse-roues et trottoirs	K	1
Approches	L	
Intérieur des tours de ventilation (TVM seul.)	M	
Intérieur des tours de ventilation d'amenée (VA) ou d'évacuation (VE) (T L.-H. L seul.)	N	1
Bâtiments et aménagement	P	
Escaliers et passerelle	Q	
Avis technique	T	1

Orientation de la route (N-S OU E-O) : E-O, Est vers le pont Jacques-Cartier
--

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418		MUN. : Montréal
STRUC. : 94 - Tunnel		OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle

SIGNALISATION

	ÉLÉMENT	EXISTANT	LOCALISATION
1	Limitation de hauteur	Oui	Voie A (4,3 m)
2	Danger	Non	Voie A
3	Matières dangereuses	Non	Voie A
4	« Allumez vos phares »	Oui	Voie A
5	Feux de voie	Oui	Voies A et B
6	Marquage	Oui	Voies A et B

REMARQUES :

2) pas de panneau « Danger »
 3) pas de panneau « Matières dangereuses »

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
2011	Réparation/remplacement de panneau de signalisation (4011)	4	unité

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418	MUN. : Montréal	
STRUC. : 94 - Tunnel	OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle	

PARALUMES VOIE « A »

Identification des sections concernées : Ch. 171+65 à Ch. 175+00
Nombre de sections concernées par cette fiche : 8

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	TYPE
1	P	Cadre de support	5	6	Poutrelles en acier galvanisé
2	S	Contreventement d'extrémité	6	6	Acier galvanisé
3	S	Contreventement horizontaux en haut	6	6	Acier galvanisé
4	S	Contreventement horizontaux en bas	1	1	Acier galvanisé
5	P	Extrémité de l'élément	5	6	Paralumes en amiante
6	P	Milieu de l'élément	5	6	Paralumes en amiante
7	P	Extrémité de l'élément	5	6	Paralumes en amiante
8	P	Mur (N)	1	3	Béton
9	P	Mur (S)	1	3	Béton
10	P	Poutres transversales (9 unités)	5	6	Béton précontraint

REMARQUES :

<p>1) la corrosion des boulons d'ancrage des poutrelles est superficielle. 4) 3 assemblages à corriger à l'extrémité Nord entre les poutres #8 et 9 (sinon CEM et CEC = 6). 5,6,7) quelques morceaux de pièces longitudinales manquantes et un peu d'effritement de l'amiante à la base. 8,9) délamination du béton (et/ou éclatement) sur plus de 20% de la surface de la majorité des sections de mur. 9) sondé sur les 2 faces du mur mitoyen de la A-720 Est et de la A-720 Ouest. 10) un peu de béton délaminé sous les poutres près des assises. 10) enlèvement de fragments de béton peinturé en orange sous la poutre #9 et à l'entrée du tunnel requis au-dessus des voies de circulation. 10) fissures longitudinales étroites (non structurales) sur la partie inférieure des poutres (donc CEM de 3).</p> <p>Note : fissures cotées selon Info-Structure 2007-06, rév. 17.07.2007</p>
--

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
2101	Enlèvement de fragments de béton	1	heure
3103	Réparation avec béton projeté	560	m ²
3121	Réparation de poutres en béton armé	20	m ²
3221	Réparation/remplacement de profilés en acier - article 4)	1	global
1061	Imperméabilisation des surfaces de béton - murs et poutres	3000	m ²

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418	MUN. : Montréal	
STRUC. : 94 - Tunnel	OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle	

PARALUMES VOIE « B »

Identification des sections concernées : Ch. 191+88 à Ch. 196+67
Nombre de sections concernées par cette fiche : 18

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	TYPE
1	P	Cadre de support	0	0	
2	S	Contreventement d'extrémité (N)	0	0	
3	S	Contreventement	0	0	
4	S	Contreventement d'extrémité (S)	0	0	
5	P	Extrémité de l'élément (N)	3	1	Paralumes en béton préfabriqué
6	P	Milieu de l'élément	3	1	Paralumes en béton préfabriqué
7	P	Extrémité de l'élément (S)	3	1	Paralumes en béton préfabriqué
8	P	Mur (N)	1	3	Béton
9	P	Mur (S)	1	3	Béton
10	P	Poutres transversales (20 unités)	4	4	Béton précontraint

REMARQUES :

5,6,7) possibilité de chute de fragments en béton à partir du béton délaminé du dessus et du dessous des paralumes.
5,6,7) présence de fissures structurales sur certains éléments (voir annexes D, E et F du rapport distinct).
5,6,7) la capacité structurale des paralumes en béton doit faire l'objet d'une expertise par le MTQ.
5,6,7) présence de fissures de cisaillement dans du béton qui ne comporte pas d'étriers.
8) sondé sur les 2 faces du mur mitoyen de l'A-720 Est et de l'A-720 Ouest.
8,9) délamination du béton (et/ou éclatement) sur plus de 20% de la surface de la majorité des sections de mur.
10) présence de fissures filiformes (0,05 mm) de cisaillement aux appuis (donc CEM = 4).
10) quelques éclats de béton sont susceptibles de tomber sur les voies.
10) présence de béton délaminé sur l'âme de certaines poutres au-dessus des appuis (recouvrement insuffisant).
10) présence de béton délaminé et/ou éclaté sous les poutres près des appuis.
10) béton éclaté et torons exposés (sur moins de 0,3 m) sous 3 des poutres devant les appuis (torons intacts).
10) manque d'appuis à l'extrémité Sud de 3 poutres transversales.
10) fissures longitudinales étroites (non structurales) sur la partie inférieure des poutres.

Note : le traitement des paralumes en béton n'est pas inclus dans les recommandations ci-dessous. Il faut établir par analyse structurale si les paralumes en béton peuvent être conservés avec réparations ou s'il faut les évacuer.

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
2101	Enlèvement de fragments de béton	2	heure
3103	Réparation avec béton projeté	290	m ²
3121	Réparation de poutres en béton armé	30	m ²
3042	Réparation/modification de bloc d'assise	1	unité
3043	Réparation/remise en position d'appareil d'appui	2	unité
1061	Imperméabilisation des surfaces de béton - murs et poutres	4000	m ²

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418		MUN. : Montréal
STRUC. : 94 - Tunnel		OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle

RADIER VOIES « A et B »

Identification des sections concernées : Ch. 175+57 à 188+65
Nombre de joints concernés par cette fiche : 54

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	TYPE
1	P	Fondation	9	6	
2	S	Surface de roulement	3	[4]	Béton de ciment
3	A	Drainage et système de drainage	9	4	
4	P	Dessous du platelage	0	0	Sans vide sous les voies
5	S	Dessus du radier	9	6	

REMARQUES :

- 2) évaluation du CEC hors mandat (à évaluer par le MTQ).
- 2) plusieurs fissures (panneaux cassés) sur la voie centre-droite de la A-720 Est.
- 2) sur la A-720 Ouest, un revêtement en enrobé bitumineux occupe la place de certains panneaux.
- 2) plusieurs joints longitudinaux et transversaux sont à sceller.
- 2) l'orniérage est d'environ 5 mm.
- 2) les surfaces de roulement en béton sont relativement lisses et potentiellement glissantes (donc CEM = 3).
- 3) un puisard est à débloquer sur la A-720 Ouest au pied des grilles de ventilation (sinon CEC = 6).

Note : traitement des surfaces de roulement suite à l'évaluation du CEC pas pris en considération dans les recommandations au tableau ci-dessous.

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
3131	Réparation de dalle pleine	400	m ²
4021	Scellement de fissures	600	m

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418		MUN. : Montréal
STRUC. : 94 - Tunnel		OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle

RADIER VOIES « A et B »

Identification des sections concernées : Ch. 175+00 à 175+57, 188+65 à 191+88
Nombre de joints concernés par cette fiche : 54

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	TYPE
1	P	Fondation	9	6	
2	S	Surface de roulement	5	[5]	Enrobé bitumineux
3	A	Drainage et système de drainage	9	6	
4	P	Dessous du platelage	0	0	Sans vide sous les voies
5	S	Dessus du radier	9	6	

REMARQUES :

<p>2) évaluation du CEC hors mandat (à évaluer par le MTQ). 2) quelques fissures transversales sont à sceller vis-à-vis les joints du tunnel.</p> <p>Note : traitement des surfaces de roulement suite à l'évaluation du CEC pas pris en considération dans les recommandations au tableau ci-dessous.</p>
--

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
3131	Réparation de dalle pleine	0	m ²
4021	Scellement de fissures	200	m

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418	MUN. : Montréal	
STRUC. : 94 - Tunnel	OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle	

CADRE VOIE « A »

Identification des sections concernées : Ch. 175+00 à 191+88
Nombre de sections concernées par cette fiche : 36

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	REVÊTEMENT		TYPE
					CEM	CEC	
1	P	Plafond à l'extrémité (E)	5	5			en béton
2	P	Plafond au centre	5	5			en béton
3	P	Plafond à l'extrémité (O)	5	5			en béton
4	P	Paroi principale (N)	4	4			tuiles de céramique
5	P	Paroi principale (S)	4	4			tuiles de céramique
6	A	Plafond suspendu	1	1	1	1	profilés d'acier et tuiles d'amiante
7	P	Paroi intermédiaire	0	0			
8	S	Façade (E)	5	5			mur de tête en béton
9	S	Façade (O)	1	4			mur de tête en béton
10	S	Mur de retour	0	0			
11	S	Mur de retour	0	0			
12	P	Plafond couloir de secours	6	6			
13	P	Plancher couloir de secours	6	6			
14	P	Mur couloir de secours (N)	6	6			
15	P	Mur couloir de secours (S)	6	6			
16	S	Éclairage	6	6			
17	S	Grilles de ventilation	6	6			
18	A	Portes de secours	6	6	5	5	acier inoxydable
19	A	Étagères à câbles	6	6	5	5	acier galvanisé
20	A	Poteaux clôture	6	6	5	5	acier galvanisé
21	A	Équipements / autres	[6]	[6]			

REMARQUES :

1) à l'entrée du tunnel, béton délaminé pouvant tomber sur les voies.
1,2,3) traces d'infiltration, efflorescence et stalactites à certains endroits.
3) au joint 2, le béton délaminé et/ou désagrégé du massif de conduit pourrait tomber sur les voies de circulation.
3) aux joints 1 à 9, béton délaminé pouvant tomber sur les voies.
4,5) vis-à-vis les joints des tuiles en céramique situées en haut des murs pourraient tomber et se diriger vers les voies.
6) aux joints 1 à 9, corrosion importante des profilés en acier supportant les tuiles (sinon CEM et CEC de 4).
9) le béton délaminé et/ou éclaté occupe 80% de la longueur du mur de tête au-dessus de la A-720 Ouest (CEM = 1).
9) présence de béton délaminé et possibilité de chute de fragments sur les voies.
16) certains éléments d'attache des luminaires dans le tunnel sont corrodés et non-fonctionnels (voir rapport).
21) évaluation du CEM et du CEC hors mandat.

Notes : - une procédure de démolition préparée par un ingénieur est requise pour le massif de conduits;
- une procédure de démolition préparée par un ingénieur est requise pour le mur de tête en façade à l'axe 1;
- avec la présence du plafond suspendu, le sondage du béton au droit des joints de construction est très limité;
- lors de nos d'inspection, il y avait 1213 pieds carrés de tuiles en amiante manquantes entre les joints 1 à 37,
- quantité estimée pour plafond = $9 \times 40 \text{ m}^2/\text{joint} + 1213 \text{ pi}^2 = 473 \text{ m}^2$,
- lors de nos d'inspection, il y avait 78 pieds carrés de tuiles en céramique manquantes entre les joints 1 à 37,
- quantité estimée pour mur (tuiles à faire tomber = $2 \times 78 \text{ pi}^2$ et tuile à remplacer = $3 \times 78 \text{ pi}^2 = 22 \text{ m}^2$,
- la gestion des câbles existants du massif n'est pas pris en considération avec sa démolition et reconstruction.

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
2101	Enlèvement de fragments de béton (ou de tuiles de céramique)	20	heure
3103	Réparation avec béton projeté	40	m ²
	Tuiles d'amiante pour plafond	473	m ²
	Tuiles de céramique pour mur	22	m ²
	Démolition et reconstruction d'un massif de conduits	1	global
	Éléments de support des luminaires	1	global

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418	MUN. : Montréal	
STRUC. : 94 - Tunnel	OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle	

CADRE VOIE « B »

Identification des sections concernées : Ch. 175+00 à 191+88
Nombre de sections concernées par cette fiche : 36

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	REVÊTEMENT		TYPE
					CEM	CEC	
1	P	Plafond à l'extrémité (E)	5	5			en béton
2	P	Plafond au centre	5	5			en béton
3	P	Plafond à l'extrémité (O)	5	5			en béton
4	P	Paroi principale (N)	4	4			tuiles de céramique
5	P	Paroi principale (S)	4	4			tuiles de céramique
6	A	Plafond suspendu	1	1	1	1	profilés d'acier et tuiles d'amiante
7	P	Paroi intermédiaire	0	0			
8	S	Façade (E)	5	5			mur de tête en béton
9	S	Façade (O)	5	5			mur de tête en béton
10	S	Mur de retour	0	0			
11	S	Mur de retour	0	0			
12	P	Plafond couloir de secours	6	6			
13	P	Plancher couloir de secours	6	6			
14	P	Mur couloir de secours (N)	6	6			
15	P	Mur couloir de secours (S)	6	6			
16	S	Éclairage	6	1			
17	S	Grilles de ventilation	6	6			
18	A	Portes de secours	6	6	5	5	acier inoxydable
19	A	Étagères à câbles	6	6	5	5	acier galvanisé
20	A	Poteaux clôture	0	0	0	0	acier galvanisé
21	A	Équipements / autres	[6]	[6]			

REMARQUES :

1,2,3) traces d'infiltration, efflorescence et stalactites à certains endroits.
3) au joint 2, le béton délaminé et/ou désagrégé du massif de conduit pourrait tomber sur les voies de circulation.
3) aux joints 1 à 9, béton délaminé pouvant tomber sur les voies.
4,5) vis-à-vis les joints des tuiles en céramique situées en haut des murs pourraient tomber et se diriger vers les voies.
6) aux joints 1 à 9, corrosion importante des profilés en acier supportant les tuiles (sinon CEM et CEC de 4).
16) certains éléments d'attache des luminaires dans le tunnel sont corrodés et non-fonctionnels (voir rapport, sinon CEC de 6).
16) 1 fluorescent est non fonctionnel à l'extrémité Ouest du tunnel de secours.
21) évaluation du CEM et du CEC hors mandat.

Notes : - une procédure de démolition préparée par un ingénieur est requise pour le massif de conduits;
- avec la présence du plafond suspendu, le sondage du béton au droit des joints de construction est très limité;
- lors de nos d'inspection, il y avait 341 pieds carrés de tuiles en amiante manquantes entre les joints 1 à 37;
- quantité estimée pour plafond = $9 \times 40 \text{ m}^2/\text{joint} + 341 \text{ pi}^2 = 392 \text{ m}^2$,
- lors de nos d'inspection, il y avait 78 pieds carrés de tuiles en céramique manquantes entre les joints 1 à 37,
- quantité estimée pour mur (tuiles à faire tomber = $2 \times 78 \text{ pi}^2$ et tuile à remplacer = $3 \times 78 \text{ pi}^2 = 22 \text{ m}^2$,
- la gestion des câbles existants du massif n'est pas pris en considération avec sa démolition et reconstruction.

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
2101	Enlèvement de fragments de béton	12	Heure
3103	Réparation avec béton projeté	30	m ²
	Tuiles d'amiante pour plafond	392	m ²
	Tuiles de céramique pour mur	22	m ²
	Démolition et reconstruction d'un massif de conduits	1	Global
	Éléments de support des luminaires	1	Global
	Éclairage (fluorescents de luminaire)	140	Unité
	Ancrages d'un boîtier de caméra à mettre à neuf	1	Global

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418		MUN. : Montréal
STRUC. : 94 - Tunnel		OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle

JOINT DE TUNNEL

Joints de radier	X
Joints de paroi	X
Joints de plafond	X

Identification des joints concernés : 1 à 37
Nombre de joints concernés par cette fiche : 74

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	TYPE
1	S	Cornières et enclenchements	0	0	
2	S	Élément en élastomère	0	0	
3	S	Dalots	0	0	
4	S	Épaulements	0	0	
5	S	Plaques couvre-joint	0	0	
6	S	Scellement d'un joint fixe	4	4	

REMARQUES :

<p>Les joints du tunnel B ont été inspectés une nuit pendant la pluie. Il n'y a eu que très peu de pluie lors de nos visites dans le tunnel A.</p> <p>6) avec la présence du plafond suspendu, il n'est pas possible de visualiser l'ensemble des joints mais de l'eau coule ou suinte à certains endroits (voir l'annexe G à cet effet).</p> <p>6) estimé pour injection au droit des joints de construction : 32 x 15 m / joint = 480 m.</p>
--

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
3123	Obturation de fissures par injection	480	m

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418	MUN. : Montréal	
STRUC. : 94 - Tunnel	OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle	

CHASSE-ROUES ET TROTTOIRS

Identification des joints concernés : Ch. 175+00 à 191+88
Nombre de sections concernées par cette fiche : 72

		ÉLÉMENT	CEM	CEC	TYPE
1	S	Trottoir et chasse-roue (N)	5	5	chasse-roue
2	S	Bande médiane	0	0	chasse-roue
3	S	Trottoir / chasse-roue (S)	5	5	
4	A	Garde-corps	0	0	
5	S	Glissière de sécurité (N)	0	0	
6	S	Glissière de sécurité (S)	0	0	
7	A	Amortisseur d'impact	0	0	

REMARQUES :

1,3) Quelques éclatements légers à moyens par endroits.

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
3061	Réparation de chasse-roue en béton	10	m ²

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418		MUN. : Montréal
STRUC. : 94 - Tunnel		OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle

PASSERELLE D'ACCÈS AUX VENTILATEURS Voies A et B

Identification et localisation de la structure : Ch. 178+02
Nombre de sections concernées par cette fiche : 1

		ÉLÉMENTS	CEM	CEC	REVÊTEMENT		
					CEM	CEC	
1	P	Passerelle	4	3	4	4	Acier galvanisé.
2	P	Garde-corps	4	4	4	4	Acier galvanisé
3	S	Escalier	5	5	5	5	Acier galvanisé
4	P	Pont roulant	5	5	5	5	Acier galvanisé
5	P	Supports du pont roulant	3	5			Béton armé
6	A	Étagère à câbles	3	3	1	1	Acier galvanisé
7	P	Ventilateurs * : hors mandat	*	*	4	4	Acier galvanisé

REMARQUES :

- 1) Accumulation de poussières, corrosion importante sur le plancher en plaque d'acier. Une des 10 suspentes comporte un ancrage au béton déficient. La plaque d'ancrage ayant bougée sous l'effet des vibrations de la passerelle, il en résulte un espacement de 2 mm entre la plaque et le béton. Cette suspente est à sécuriser ainsi que le béton délaminé qui reste autour de la plaque. Il s'agit de la suspente centrale de la passerelle au-dessus de la A-720 Ouest et du côté Est de la passerelle.
- 2) Piqûres de corrosion et rouille stratifiée moyenne sur les poteaux des garde-corps.
- 5) Délaminage et éclatement affectant 10 à 15% de la surface. Traces d'infiltration et d'efflorescence. Écaillage du béton délaminé à réaliser pour éviter que des morceaux en béton ne soient projetés par les ventilateurs sur l'autoroute 720.
- 6) Corrosion importante avec perte de surface du couvercle de l'étagère à câbles.
- 7) Piqûres de corrosion et rouille stratifiée par endroits.

Travaux d'inspection par : André Mainville, ing., la semaine du 11 février 2008

RECOMMANDATIONS :

ACTIVITÉ	DESCRIPTION	QUANTITÉ	UNITÉ
1020	Nettoyage de passerelle	40	m
3103	Réparation avec béton projeté	32	m ²
3065	Peinturage charpente métallique	40	m ²
	Étagère à câbles	40	m
	Sécurisation d'une plaque d'ancrage au béton	1	unité

FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

D.T. : 52	C.S. : 73	ROUTE : Autoroute 720
DOSSIER : 15418	MUN. : Montréal	
STRUC. : 94 - Tunnel	OBSTACLES : de Amherst à Sanguinet et passerelle	

Demande d'informations additionnelles

	Oui	Non	Description	Année
Inspection spéciale	x		Paralumes – tube B	2008
Inspection d'affouillement		x		
Inspection sous-marine		x		
Expertise de dalle - surface de roulement	x		Évaluations de texture et CEC	2008
Inspection des éléments difficiles d'accès	x		Béton – plafond à enlever	2008
Risque de chute de fragments de béton (sécurité)	x		Béton délaminé et tuile d'amiante	2008
Commentaires :	par le MTQ			

Appréciation de l'état de la structure

État acceptable sauf pour :

- les murs supportant les paralumes comportant d'importantes surfaces délaminées;
- les paralumes en béton dont la capacité structurale est douteuse (analyse structurale à réaliser par le MTQ);
- les surfaces de roulement en béton dont la texture est lisse (CEC à évaluer par le MTQ);
- les joints du tunnels qui ne sont pas étanches;
- un massif de conduits qui est détérioré à l'Ouest du tunnel (joint 1) au-dessus des voies de circulation;
- certains luminaires dont les éléments d'attaches sont corrodés au point de plus être utile à leur support;
- les profilés en acier corrodés servant au support des tuiles d'amiante au plafond;
- le béton délaminé qui risque de tomber sur les voies et provenant : du massif de conduits, du plafond du tunnel, des murs supportant les paralumes, des paralumes en béton et des poutres préfabriquées.

Éléments particuliers à vérifier lors de l'inspection sommaire

- les murs supportant les paralumes comportant d'importantes surfaces délaminées;
- les paralumes en béton dont la capacité structurale est douteuse (analyse structurale à réaliser par le MTQ);
- les surfaces de roulement en béton dont la texture est lisse (CEC à évaluer par le MTQ);
- les joints du tunnels qui ne sont pas étanches;
- un massif de conduits qui est détérioré à l'Ouest du tunnel (joint 1) au-dessus des voies de circulation;
- certains luminaires dont les éléments d'attaches sont corrodés au point de plus être utile à leur support;
- les profilés en acier corrodés servant au support des tuiles d'amiante au plafond;
- le béton délaminé qui risque de tomber sur les voies et provenant : du massif de conduits, du plafond du tunnel, des murs supportant les paralumes, des paralumes en béton et des poutres préfabriquées.

Nom des inspecteurs :

Jonathan Chaput et André Mainville de SNC-Lavalin

Ingénieur responsable de l'inspection :

André Mainville

22 mai 2008
Date

ANNEXE B
RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE (FOR-85-042)
(12 PAGES INCLUANT CELLE-CI)

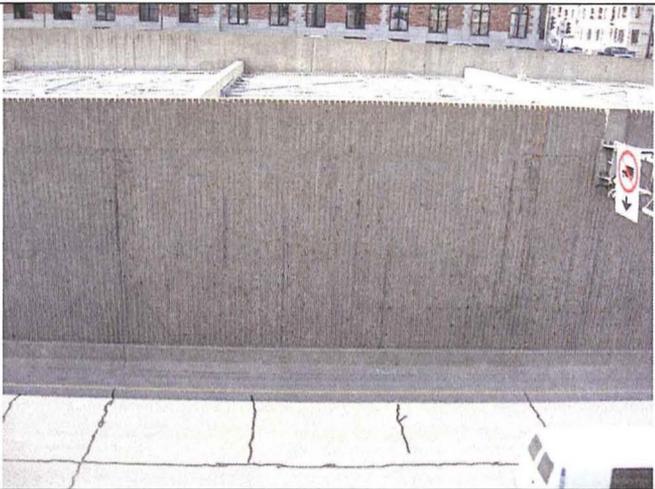
Inspection générale Tunnel Viger

PHOTOGRAPHIES

**Voies A-720 ouest « tube A »
et A-720 est « tube B »**

Structure n° P-15418

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	01 (AP-MCS-2(J198))	
Date :	2008-04-18	
Localisation :	CH. 0+074.486 à CH. 0+086.486 Aut. 720 ouest, tube A, face sud du mur sud supportant les paralumes	
Description :	Délamination et éclatement du béton sur 80% de la surface située au-dessus de la glissière	

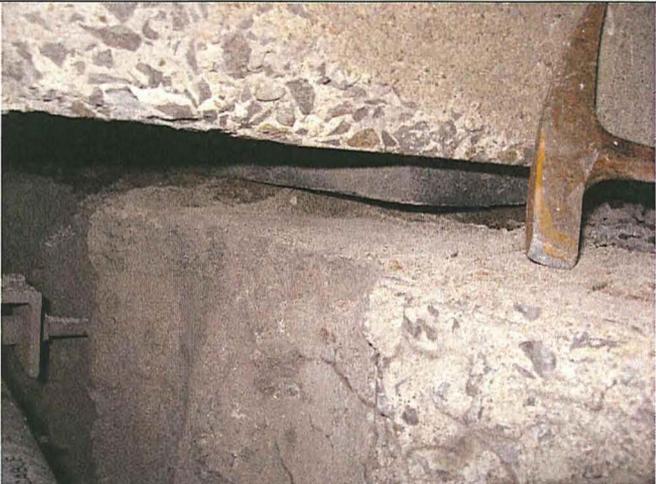
Numéro :	02 (BP-23 (A-036))	
Date :	2008-04-16	
Localisation :	CH. 194+10.03 Aut. 720 est, tube B, face ouest de la poutre #10 des paralumes à l'extrémité sud	
Description :	Fissures filiformes de cisaillement et délamination sur l'âme de la poutre	

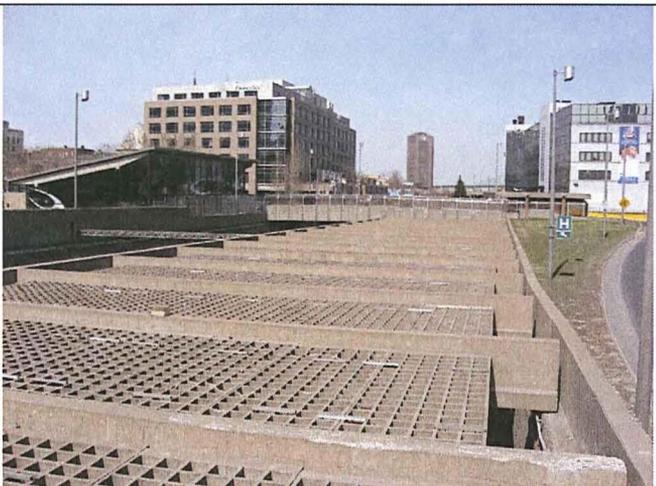
Numéro :	03 (BP-20(A033))	
Date :	2008-04-16	
Localisation :	CH. 194+30.03 Aut. 720 est, tube B, dessous de la poutre #9 des paralumes à l'extrémité sud	
Description :	Béton délaminé et torons de précontrainte exposés	

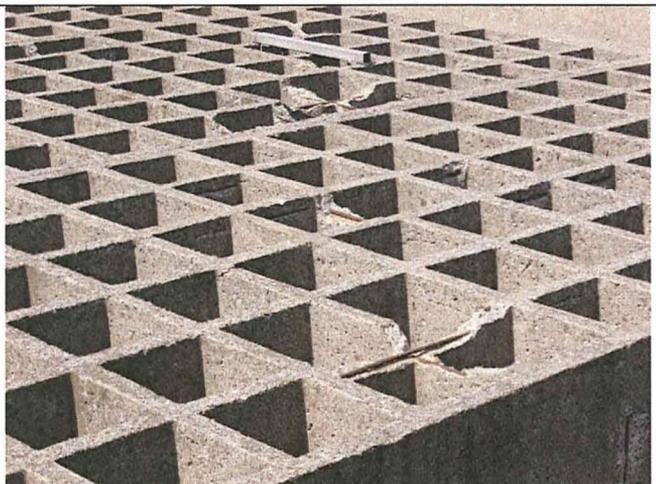
Numéro :	04 (BP-13(A026))	
Date :	2008-04-16	
Localisation :	CH. 195+90.03 Aut. 720 est, tube B, appareil d'appui de la poutre #1 à l'extrémité sud	
Description :	Perte de surface d'appui de l'élément en élastomère	

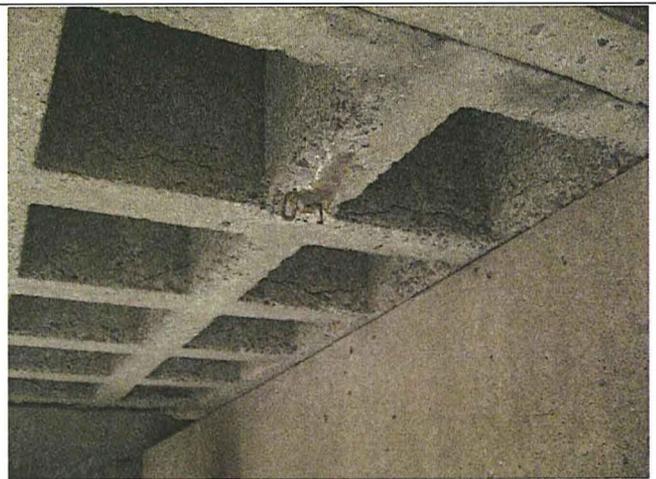
Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	05 (BP-24(A041))	
Date :	2008-04-16	
Localisation :	Aut. 720 est, tube B, dessous de la poutre #11 à l'extrémité sud	
Description :	L'assise en béton de la poutre est désagrégée, il en résulte une perte d'appui de 25%	

Numéro :	06 (BP-127(J176))	
Date :	2008-04-18	
Localisation :	Aut. 720 est, tube B, extrémité ouest	
Description :	Vue d'ensemble des paralumes en béton	

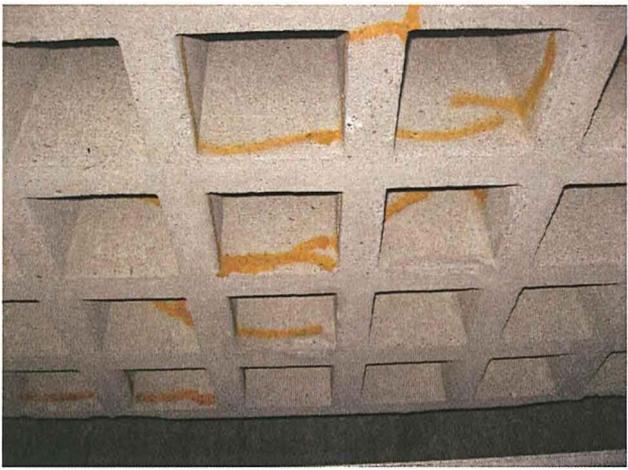
Numéro :	07 (BP-125 (J174))	
Date :	2008-04-18	
Localisation :	Aut. 720 est, tube B, extrémité ouest	
Description :	Vue du dessus des paralumes en béton	

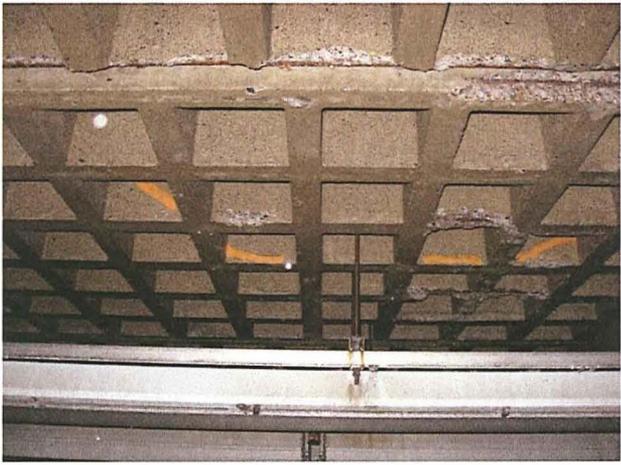
Numéro :	08 (BP-61(A092))	
Date :	2008-04-16	
Localisation :	Aut. 720 est, tube B, extrémité ouest	
Description :	Délamination du dessous d'un paralume	

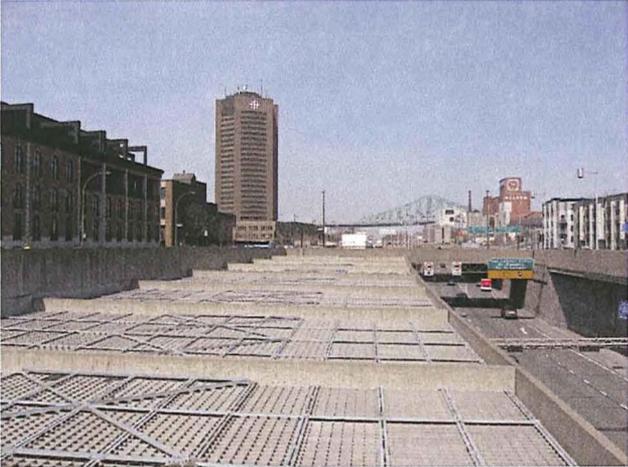
Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	09 (BP-117(A075))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :	Aut. 720 dir. est, tube B, extrémité nord du système de paralumes	
Description :	Barre d'armature longitudinale cassée, au coin nord-ouest d'un paralume	

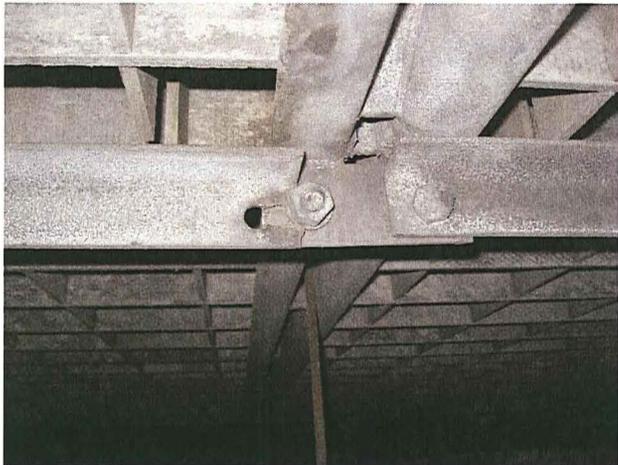
Numéro :	10 (BP-79(A057))	
Date :	2008-04-23	
Localisation :	CH. 193+30,03 à CH. 193+10,03 Aut. 720 est, tube B, extrémité sud de la travée #4	
Description :	Système de fissuration des membrures longitudinales d'un paralume (élément T4A)	

Numéro :	11 (BP-96(A012))	
Date :	2008-04-29	
Localisation :	CH. 193+30,03 à CH. 193+10,03 Aut. 720 est, tube B au nord de la travée #15	
Description :	Système de fissuration des membrures longitudinales d'un paralume (élément T15G)	

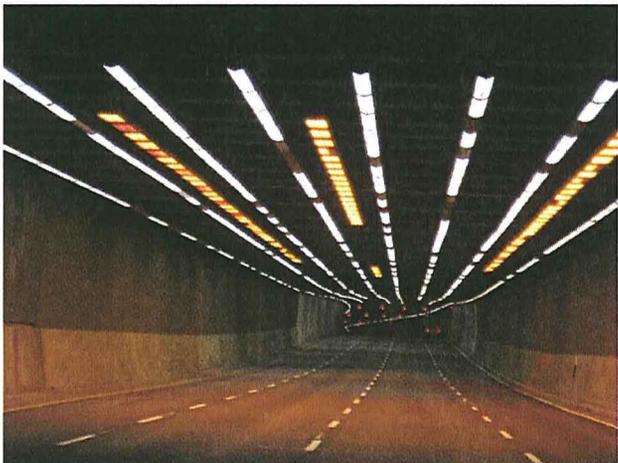
Numéro :	12 (AP-21(J189))	
Date :	2008-04-18	
Localisation :	Aut. 720 ouest, tube A, extrémité est	
Description :	Vue d'ensemble	

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	13 (AP-3(A102))	
Date :	2008-04-24	
Localisation :	Aut. 720 ouest, tube A, entre les poutres en béton #8 et #9, 2 ^{ième} poutrelle à partir du nord	
Description :	Élément d'assemblage défectueux	

Numéro :	14 (AP-16(A115))	
Date :	2008-04-24	
Localisation :	Aut. 720 ouest, tube A, entre les poutres en béton #8 et #9 en rive nord du système de paralumes	
Description :	Paralume appuyé sur près de 1 cm	

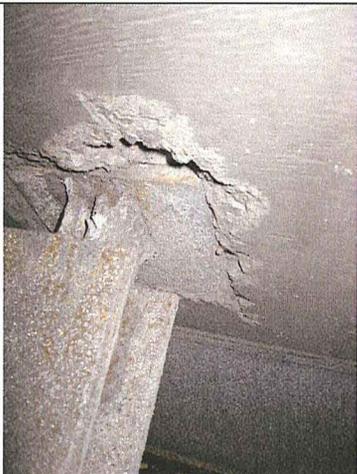
Numéro :	15 (BG-1(J018))	
Date :	2008-04-15	
Localisation :	Aut. 720 dir. est, tube B, extrémité ouest	
Description :	Vue d'ensemble de l'entrée du tube B	

Numéro :	16 (BG-6(J164))	
Date :	2008-04-15	
Localisation :	Aut. 720 dir. est, tube B, extrémité est	
Description :	Vue d'ensemble de la sortie du tube B	

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTREAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	17 (BE-7(J155))	
Date :	2008-04-17	
Localisation :	Aut. 720 dir. est, tube B dans le secteur du viaduc Sanguinet	
Description :	État de corrosion avancée des composantes supportant les luminaires	

Numéro :	18 (P-29(A030))	
Date :	2008-02-11	
Localisation :	CH. 178+29 Passerelle d'accès aux ventilateurs au-dessus de l'aut. 720 ouest	
Description :	Plaque d'ancrage au béton défectueuse d'une suspente du côté est et au centre de la passerelle d'accès	

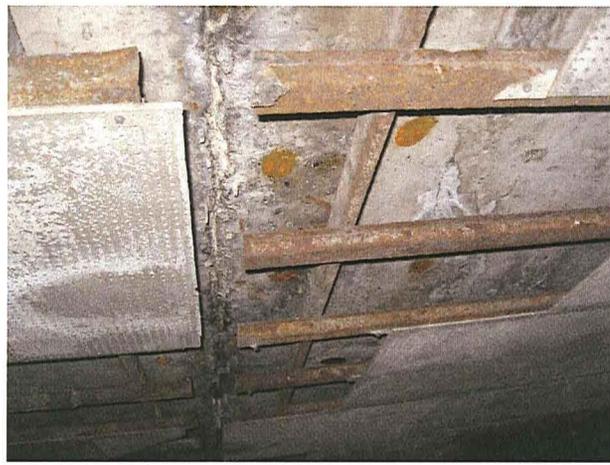
Numéro :	19 (P-22(A023))	
Date :	2008-02-11	
Localisation :	CH. 178+29 Passerelle d'accès aux ventilateurs au-dessus de l'aut. 720	
Description :	Poutre de support (côté est) du pont roulant avec du béton délaminé	

Numéro :	20 (AT-J7-17(A064))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :	CH. 189+38 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #7	
Description :	Présence de béton délaminé au droit des joints sous le plafond en tuiles d'amiante	

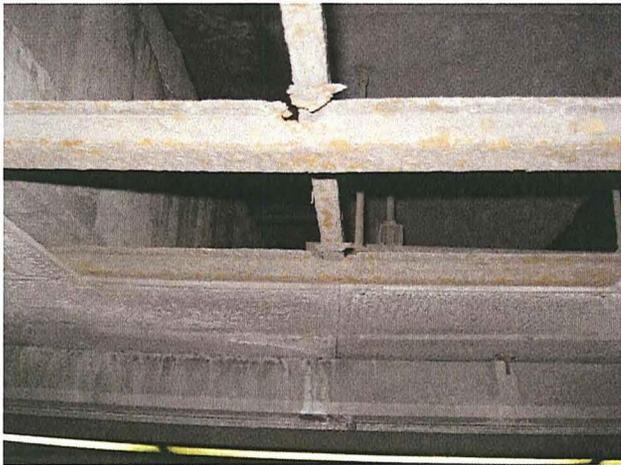
Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTREAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	21 (AT-J6-6(A049))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 189+78 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #6	
Description :	Présence de béton délaminié au droit des joints sous le plafond en tuiles d'amiante	

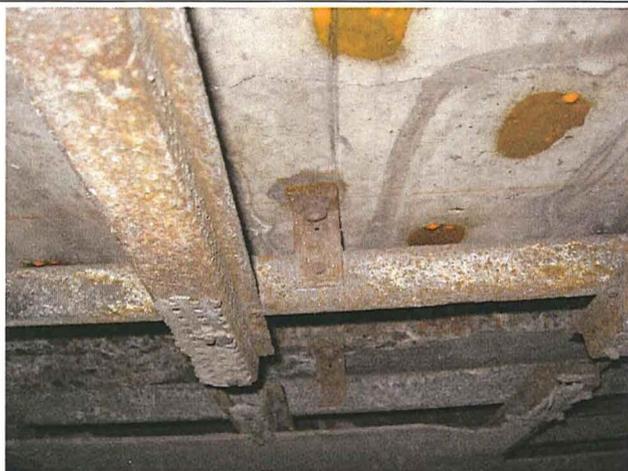
Numéro :	22 (AT-J3-6(A042))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 190+98 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #3	
Description :	Profilés en acier supportant les tuiles d'amiante en état de corrosion avancée	

Numéro :	23 (BT-83(A050))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 191+88 Aut. 720 dir. est, tube B, joint #1	
Description :	Profilés en acier supportant les tuiles d'amiante en état de corrosion avancée	

Numéro :	24 (BT-49(A140))	
Date :	2008-04-17	
Localisation :		
	CH. 191+56 Aut. 720 dir. est, tube B, joint #2	
Description :	Profilés en acier supportant les tuiles d'amiante en état de corrosion avancée	

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	25 (AT-J7-7(A054))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 189+38 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #7	
Description :		
	Béton délaminé à proximité d'un joint de construction (ancrage douteux)	

Numéro :	26 (AT-J7-6(A053))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 189+38 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #7	
Description :		
	Béton délaminé à proximité d'un joint de construction (ancrage déficient)	

Numéro :	27 (AT-J8-22(A086))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 188+98 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #8	
Description :		
	Béton délaminé en rive de la mousse d'uréthane placée sous le joint	

Numéro :	28 (BT-MA-17(A142))	
Date :	2008-04-17	
Localisation :		
	CH. 191+56 Aut. 720 dir. est, tube B, joint #2	
Description :		
	Fissure large longitudinalement sur le bas du massif de conduits (voir annexe F)	

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	29 (AT-MA-18(A018))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 191+56 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #2	
Description :		
	Béton délaminé et/ou éclaté sous le massif de conduits	

Numéro :	30 (AT-MA-10(A010))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 191+56 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #2	
Description :		
	Béton désagrégé sur le massif de conduits	

Numéro :	31 (AT-MA-21(A021))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 191+56 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #2	
Description :		
	Positionnement non-conforme de l'armature de confinement du béton du massif (voir annexe F)	

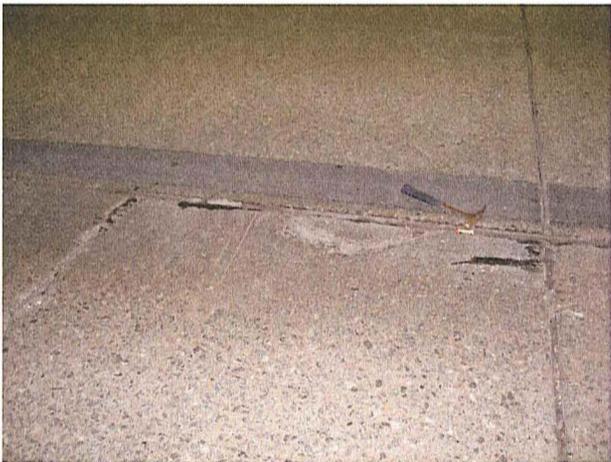
Numéro :	32 (BT-62(A028))	
Date :	2008-05-01	
Localisation :		
	CH. 191+88 Aut. 720 dir. ouest, tube A, joint #1	
Description :		
	Béton délaminé sous le mur de façade à la sortie du tunnel	

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTRÉAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	33 (AR-7(J234))	
Date :	2008-05-02	
Localisation :	CH. 177+33 à 176+88 Aut. 720 dir. ouest, tube A, côté sud	
Description :	Béton éclaté en rive du chasse-roue	

Numéro :	34 (AR-1(J118))	
Date :	2008-04-24	
Localisation :	Aut. 720 dir. ouest, tube A	
Description :	Orniérage léger favorisant l'accumulation d'eau	

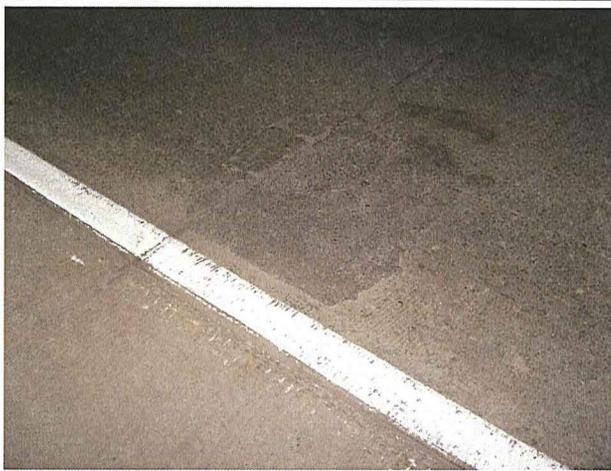
Numéro :	35 (BR-27(J046))	
Date :	2008-04-22	
Localisation :	CH. 180+76 Aut. 720 dir. est, tube B, joint #25	
Description :	Tassements différentiels des dalles de béton	

Numéro :	36 (BR-21(J136))	
Date :	2008-04-17	
Localisation :	CH. 184+78 à CH. 184+38 Aut. 720 dir. est, tube B, entre les joints #16 et #17	
Description :	Dalles en béton fissuré	

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

Numéro de contrat	MTQ-8505-07-CC12	Municipalité	MONTREAL
Numéro de dossier	P-15418	Circonscription électorale	VILLE-MARIE

Numéro :	37 (BR-25(J136))	
Date :	2008-04-17	
Localisation :	CH. 181+62 à CH. 181+17 Aut. 720 dir. est, tube B, entre les joints #23 et #24	
Description :	Fissure transversale importante dans le béton de la surface de roulement	

Numéro :	38 (BR-32(J074))	
Date :	2008-04-23	
Localisation :	Aut. 720 dir. est, tube B	
Description :	Trou dans le béton comblé par de l'enrobé	

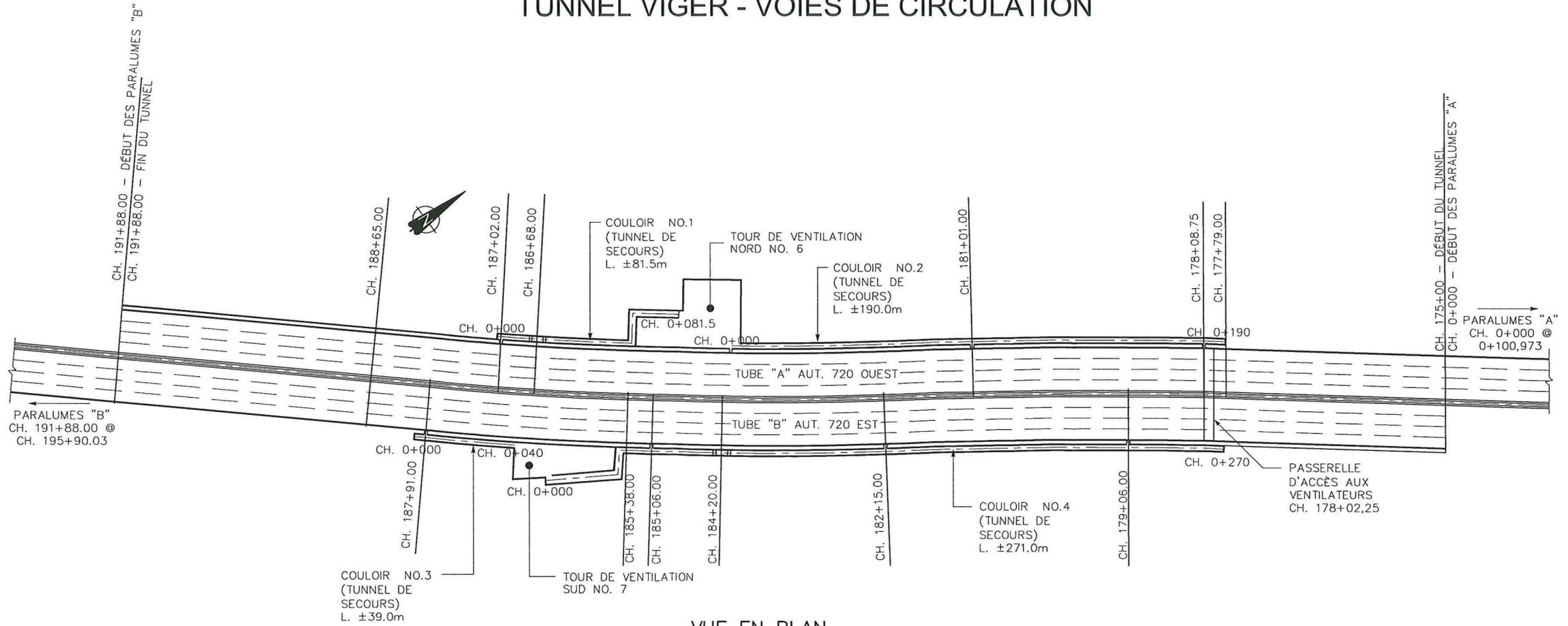
Numéro :	39 (BR-31(J080))	
Date :	2008-04-23	
Localisation :	Aut. 720 dir. est, tube B	
Description :	Surface de roulement en béton ayant perdu de sa rugosité	

Numéro :		
Date :		
Localisation :		
Description :		

Photographies prises par : A. Mainville, ing. J. Chaput, tech.

ANNEXE C
CROQUIS ET RELEVÉS EN TUNNEL
(10 PAGES INCLUANT CELLE-CI)

TUNNEL VIGER - VOIES DE CIRCULATION



VUE EN PLAN

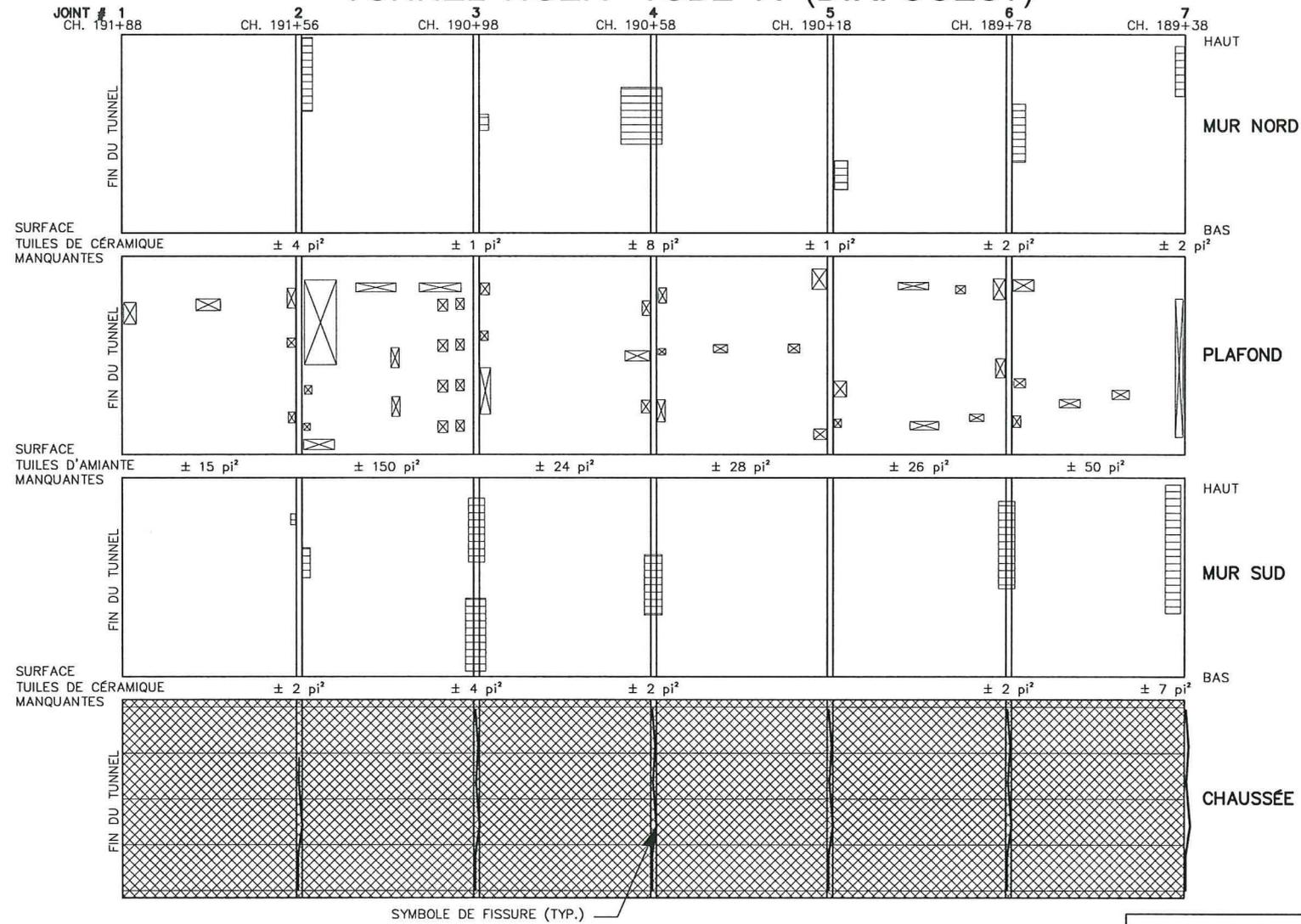
NON À L'ÉCHELLE

LÉGENDE

- CH. 187+00.00 CHAÎNAGE EN PIEDS
- CH. 0+000 CHAÎNAGE EN MÈTRES

	 <small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>	<small>Certifié ISO 9001</small>
Titre: ANNEXE C VUE EN PLAN - COULOIRS ET VOIES		
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: PLAN	Feuille: 1/9

TUNNEL VIGER - TUBE "A" (DIR. OUEST)



LÉGENDE

-  ENROBÉ
-  TUILES D'AMIANTE À REMPLACER
-  TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHÂINAGES EN PIEDS

189+38@191+88
RELEVÉ DE DOMMAGES

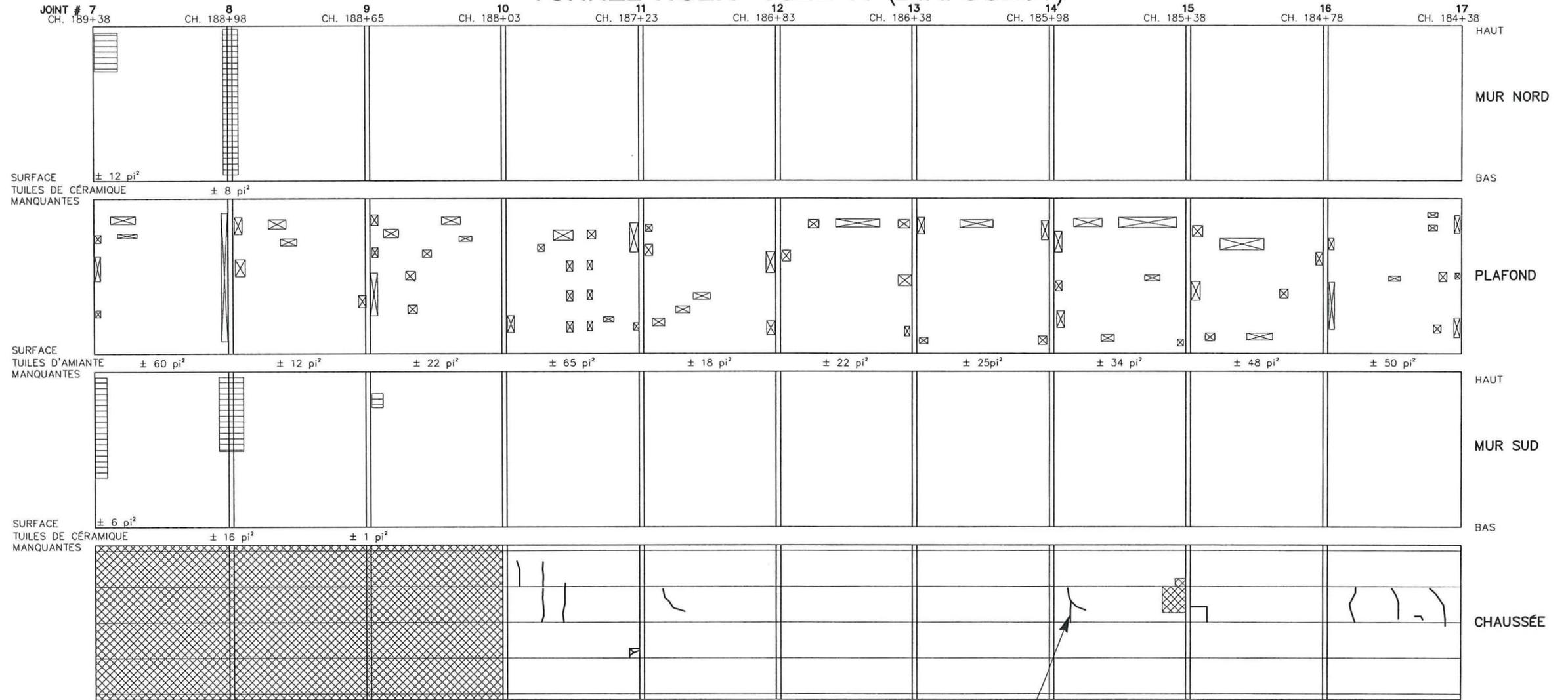
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

  	
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND	
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "A" Feuille: 2/9

TUNNEL VIGER - TUBE "A" (DIR. OUEST)



SYMBOLE DE FISSURE (TYP.)

LÉGENDE

- ENROBÉ
- TUILES D'AMIANTE À REMPLACER
- TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHAÎNAGES EN PIEDS

184+38@189+38 RELEVÉ DE DOMMAGES

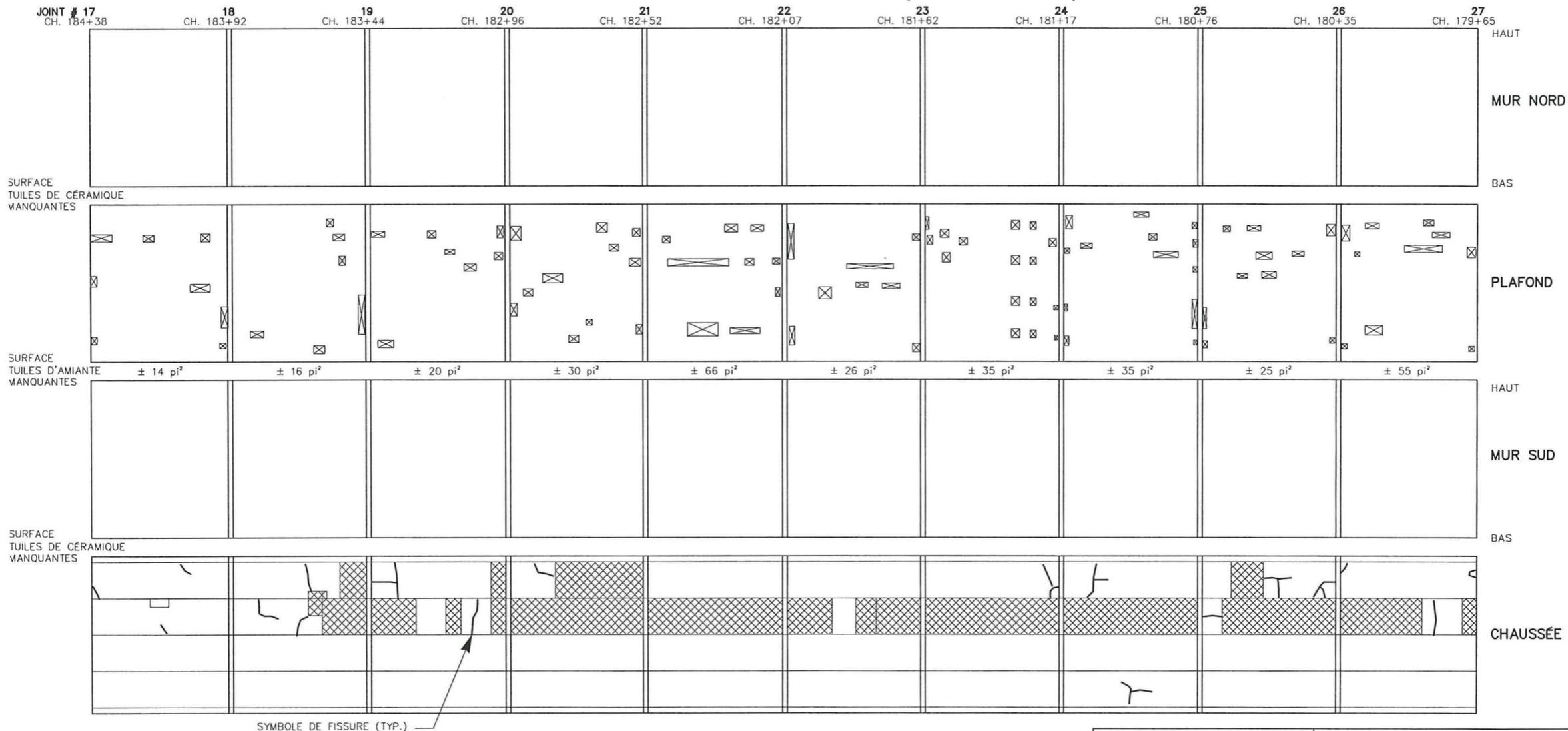
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>		<small>Certifié ISO 9001</small>	
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND			
Date:	Localisation:	Feuille:	
2008-04-14 À 2008-05-02	TUBE "A"	3/9	

TUNNEL VIGER - TUBE "A" (DIR. OUEST)



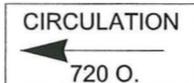
LÉGENDE

-  ENROBÉ
-  TUILES D'AMIANTE À REMPLACER
-  TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHAÎNAGES EN PIEDS

179+65@184+38
RELEVÉ DE DOMMAGES

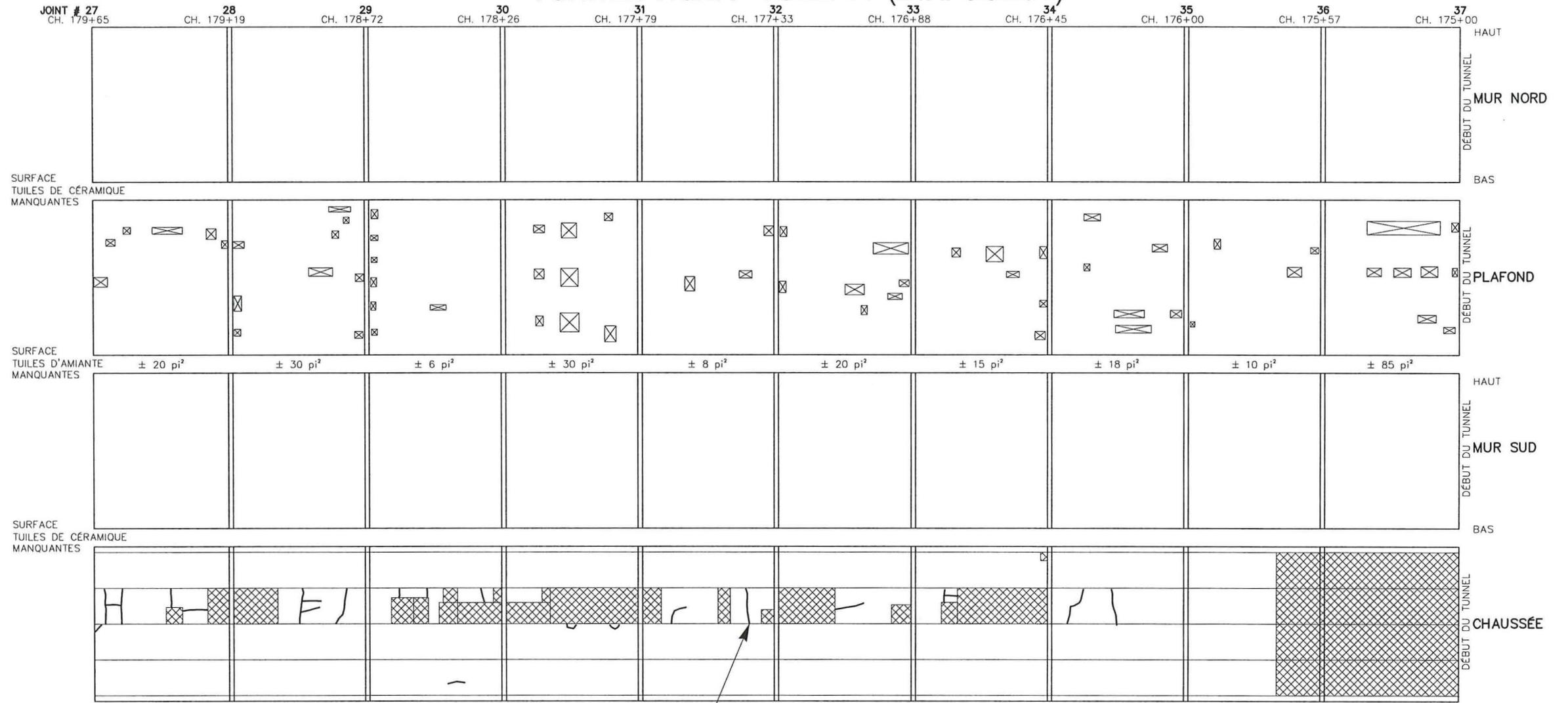
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

					
		<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>			
Titre:		ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND			
Date:	Localisation:	Feuille:			
2008-04-14 À 2008-05-02	TUBE "A"	4/9			

TUNNEL VIGER - TUBE "A" (DIR. OUEST)



SYMBOLE DE FISSURE (TYP.)

LÉGENDE

- ENROBÉ
- TUILES D'AMIANTES À REMPLACER
- TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHAÎNAGES EN PIEDS

175+00@179+65
RELEVÉ DE DOMMAGES

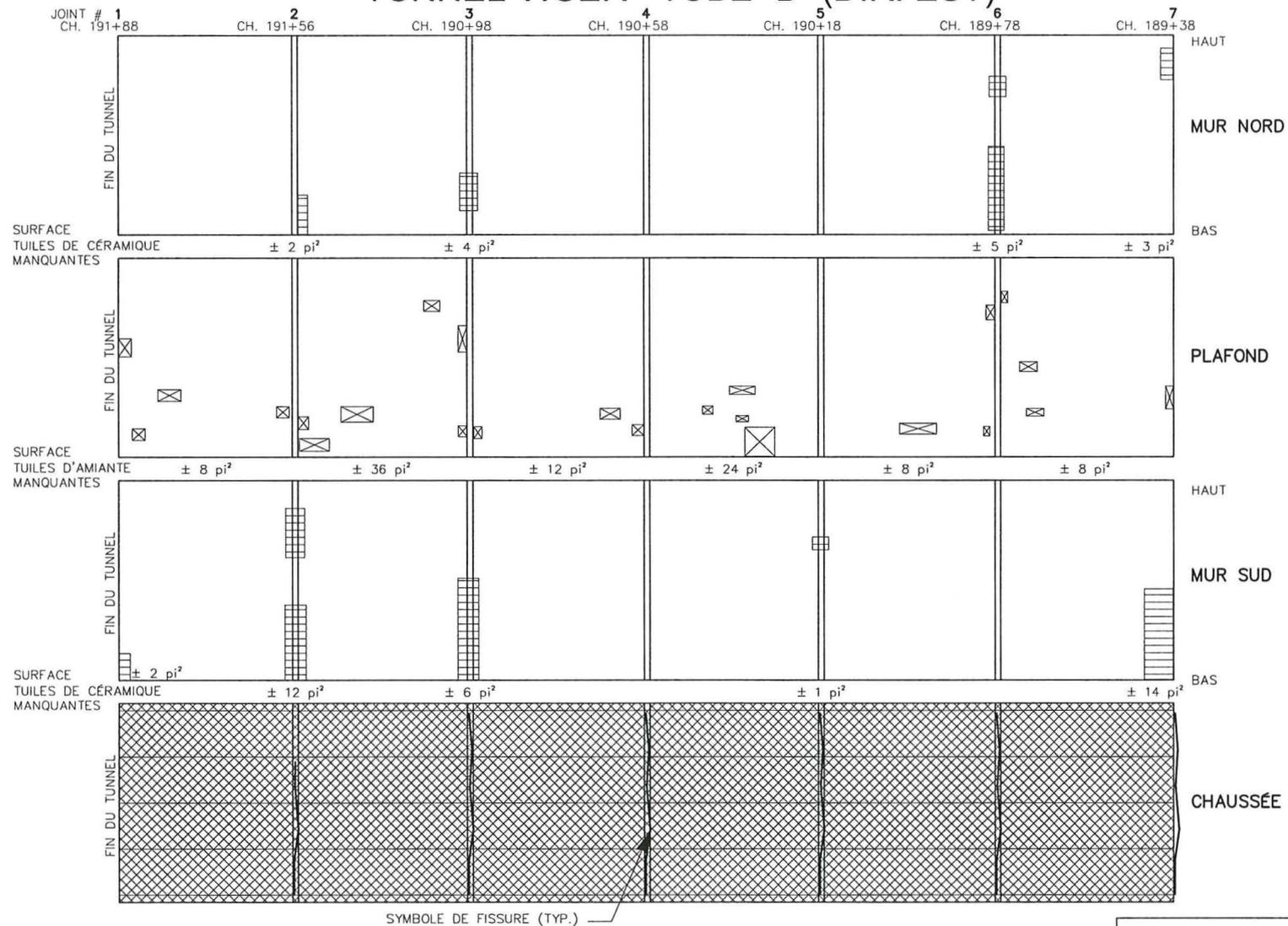
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>		<small>Certifié ISO 9001</small>	
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND			
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "A"	Feuille: 5/9	

TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)



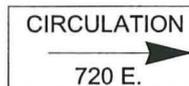
LÉGENDE

-  ENROBÉ
-  TUILES D'AMIANTE À REMPLACER
-  TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHÂINAGES EN PIEDS

189+38@191+88
RELEVÉ DE DOMMAGES

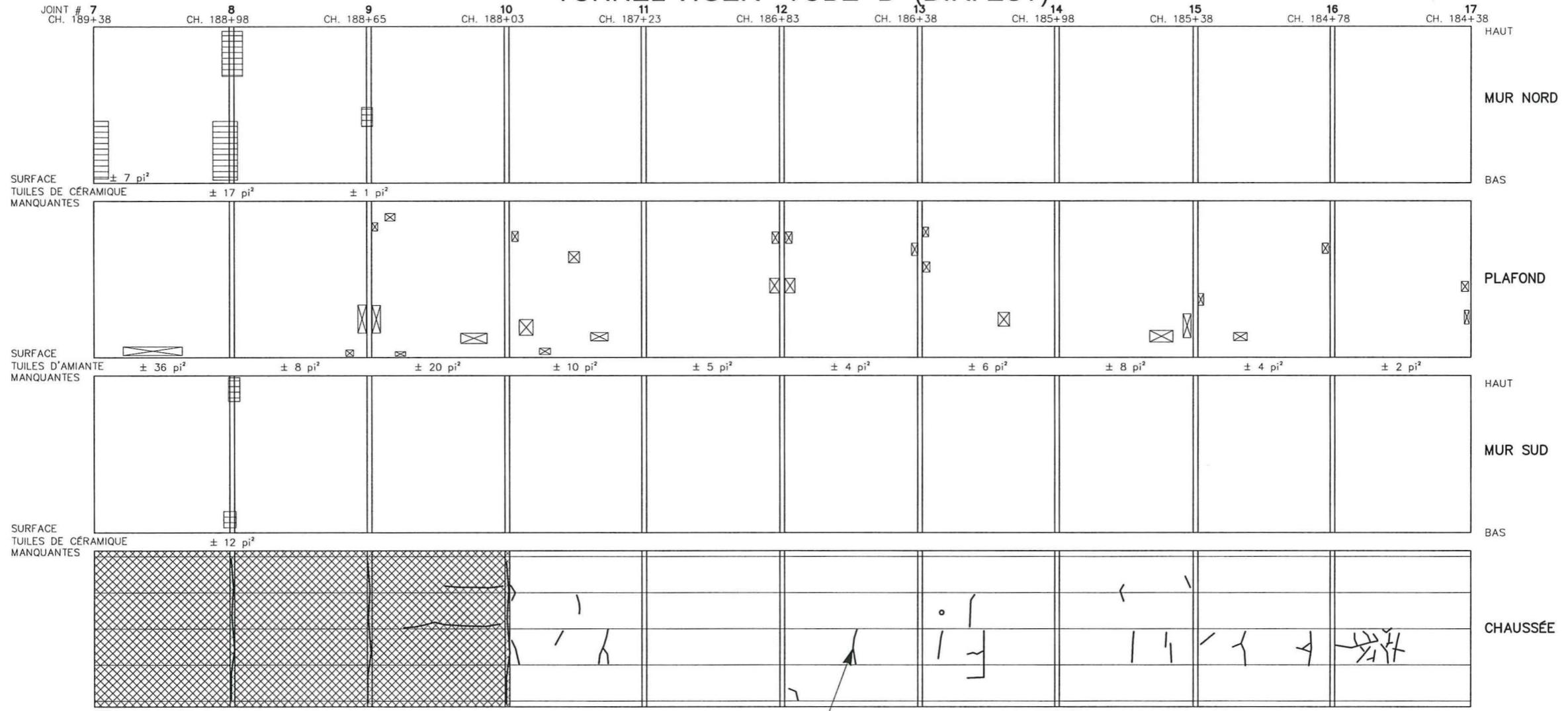
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

			
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND			
Date:	Localisation:	Feuille:	
2008-04-14 À 2008-05-02	TUBE "B"	6/9	

TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)

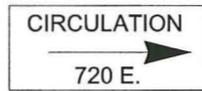


SYMBOLE DE FISSURE (TYP.)

LÉGENDE

- ENROBÉ
- TUILES D'AMIANTES À REMPLACER
- TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHÂINAGES EN PIEDS



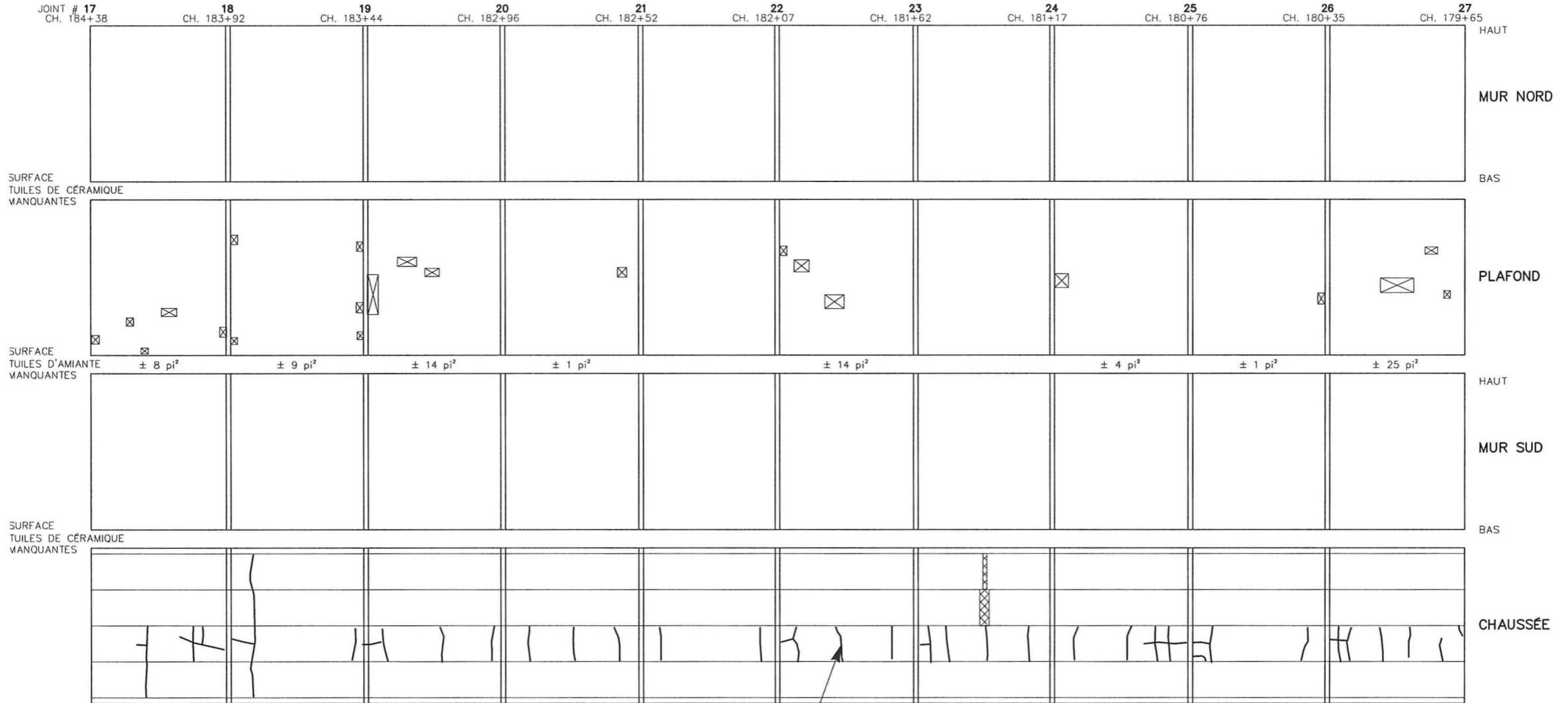
184+38@189+38 RELEVÉ DE DOMMAGES

NON À L'ÉCHELLE

INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

		<small>Certifié ISO 9001</small> Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND		
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "B"	Feuille: 7/9

TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)



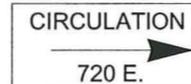
LÉGENDE

- ENROBÉ
- TUILES D'AMIANTE À REMPLACER
- TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHÂINAGES EN PIEDS

179+65@184+38
RELEVÉ DE DOMMAGES

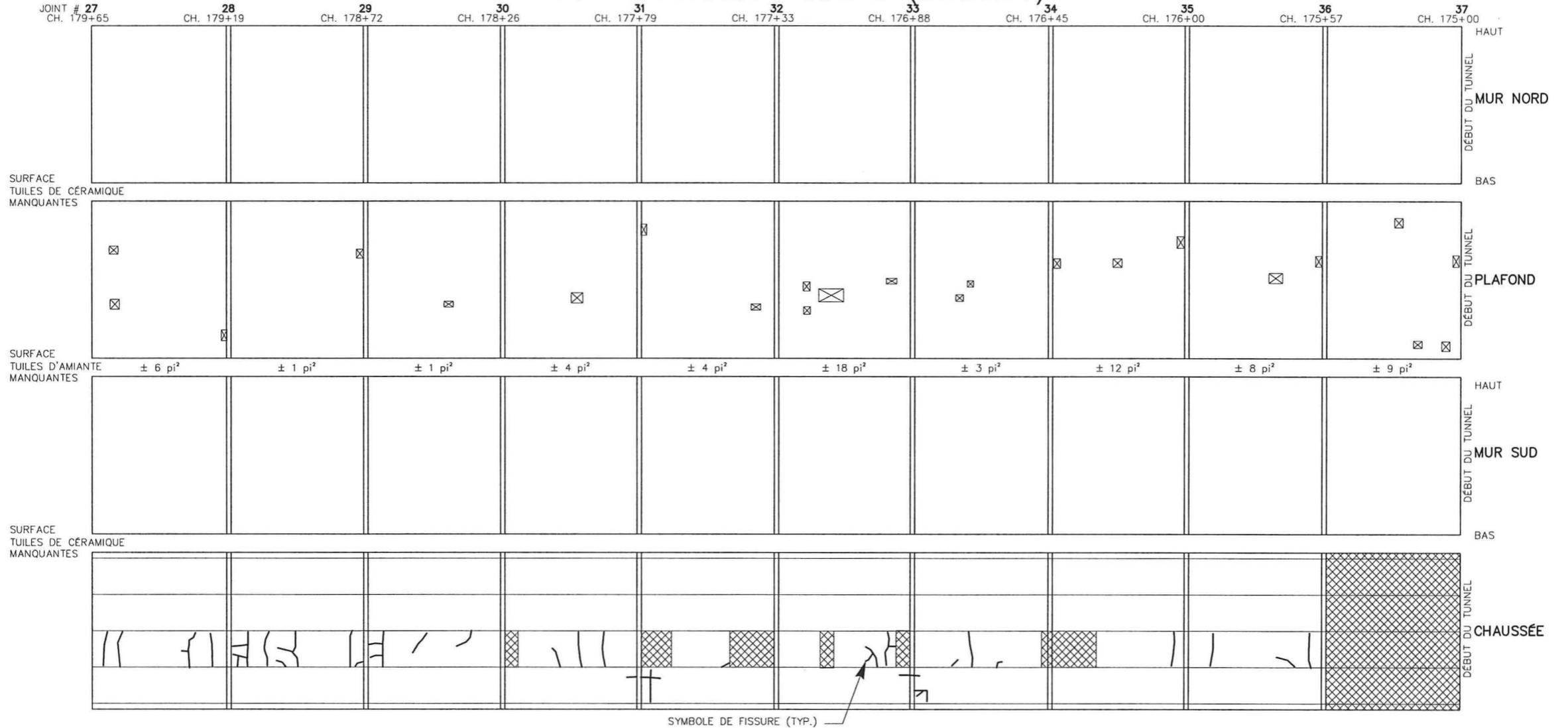
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>		<small>Certifié ISO 9001</small>	
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND			
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "B"	Feuille: 8/9	

TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)



SYMBOLE DE FISSURE (TYP.)

LÉGENDE

- ENROBÉ
- TUILES D'AMIANTE À REMPLACER
- TUILES DE CÉRAMIQUE À FAIRE TOMBER ET/OU REMPLACER

NOTES: CHÂINAGES EN PIEDS

175+00@179+65
RELEVÉ DE DOMMAGES

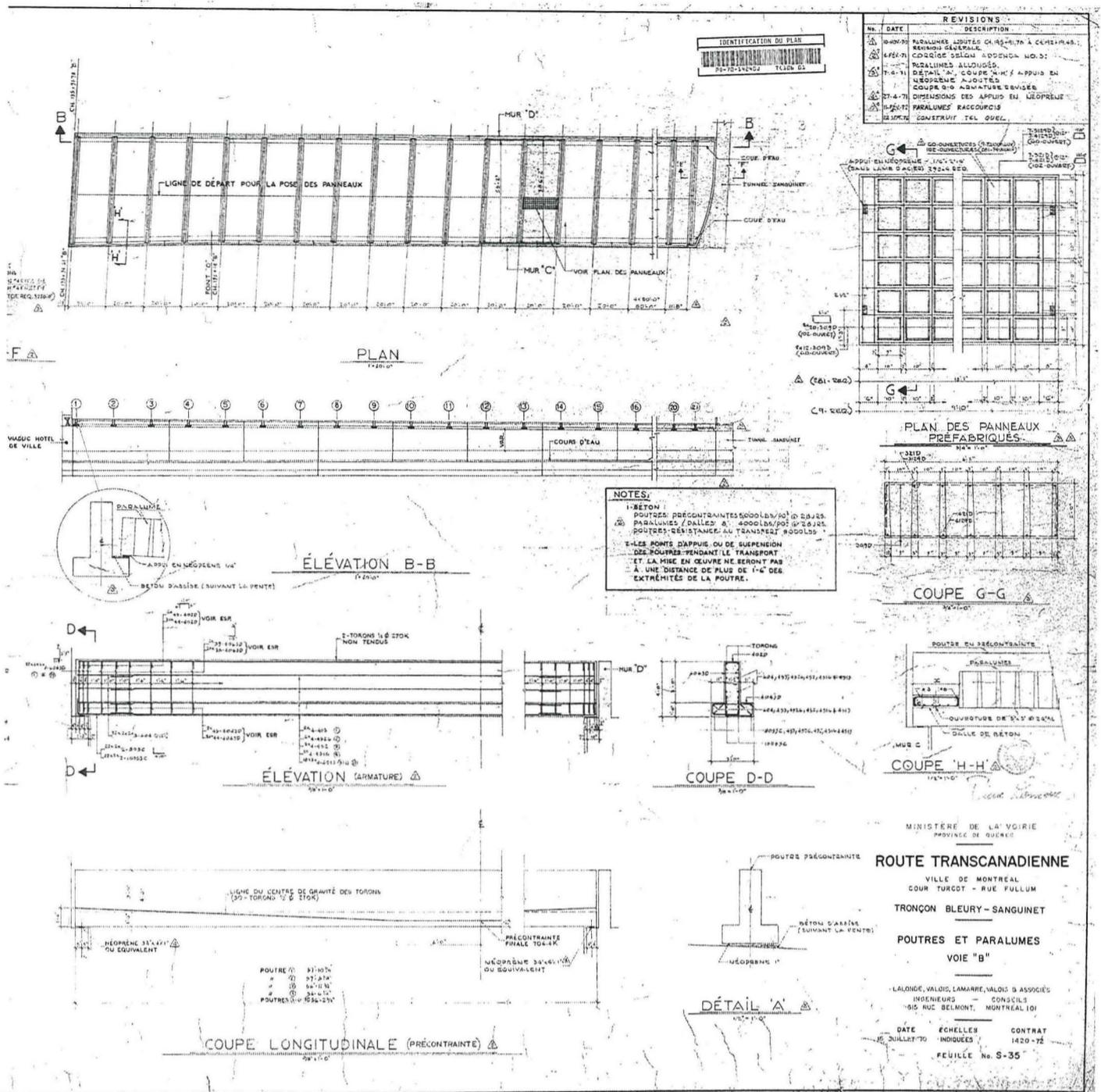
NON À L'ÉCHELLE

CIRCULATION
720 E. →

INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

	<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>		
Titre: ANNEXE C - RELEVÉ DE DOMMAGES TUNNEL - VUES MURS ET PLAFOND			
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "B"	Feuille: 9/9	

ANNEXE D
PARALUMES EN BÉTON (selon T.Q.C.)
(2 PAGES INCLUANT CELLE-CI)



ANNEXE D – copie partielle du feuillet S-35, réf. : PO-70-14240J et TC106 01

Détails des poutres et paralumes du tube B

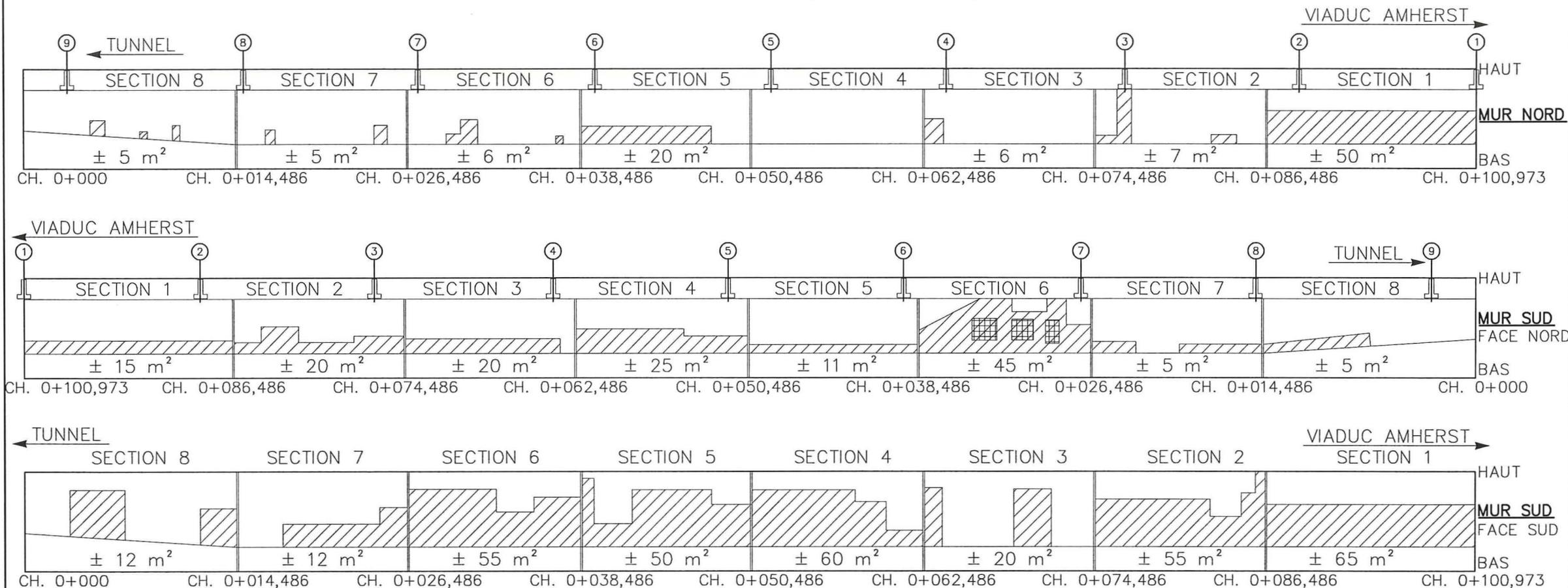
ANNEXE E
CROQUIS ET RELEVÉS HORS TUNNEL
(9 PAGES INCLUANT CELLE-CI)

APPENDICE E-1
MURS SUPPORTANT LES PARALUMES

APPENDICE E-2
RELEVÉS DE DOMMAGES SOUS CERTAINS PARALUMES

APPENDICE E-3
RELEVÉS DE FISSURES D'UN PARALUME

TUNNEL VIGER - TUBE "A" (DIR. OUEST)



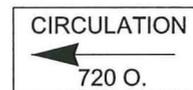
LÉGENDE

- BÉTON DÉLAMINÉ
- BÉTON ÉCLATÉ

NOTES: CHAÎNAGES EN MÈTRES

0+000@0+100,973
RELEVÉ DE DOMMAGES

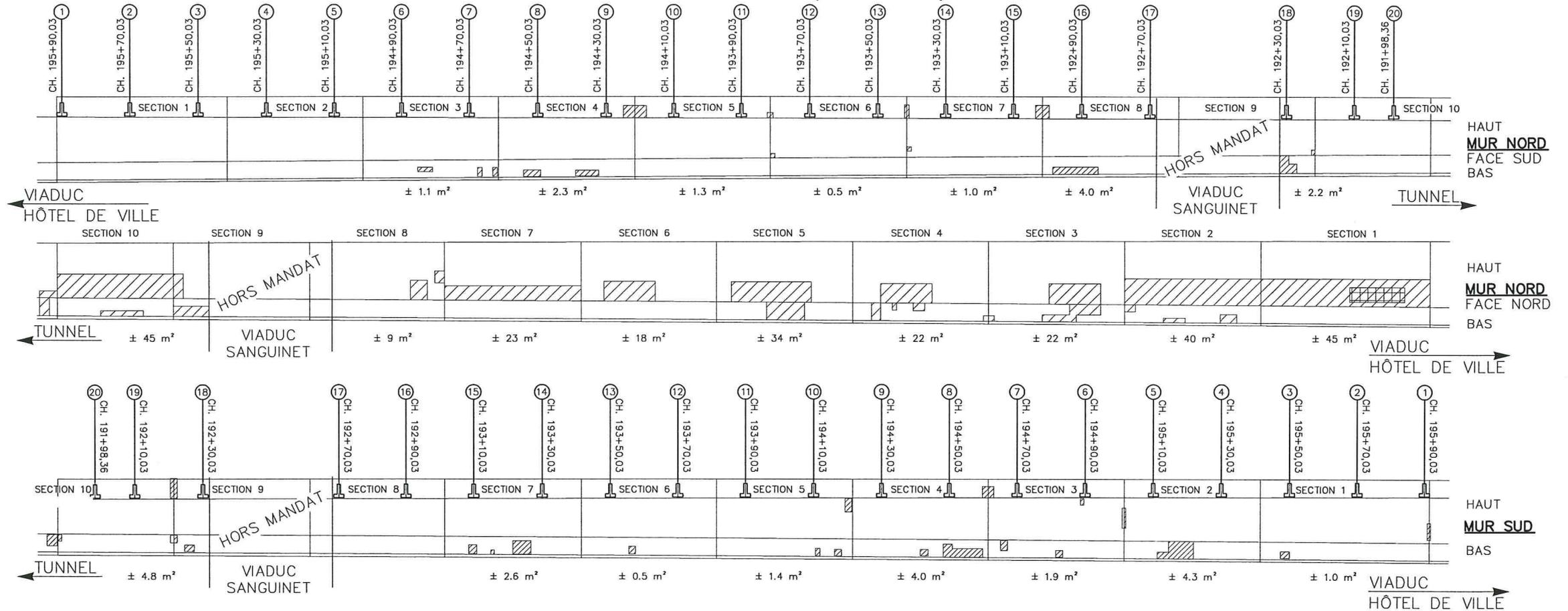
NON À L'ÉCHELLE



INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>		
Titre:		ANNEXE E-1 VUES ÉLÉVATION MURS - PARALUMES
Date:	Localisation:	Feuille:
2008-04-14 À 2008-05-02	TUBE "A"	1/2

TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)



LÉGENDE

- BÉTON DÉLAMINÉ
- BÉTON ÉCLATÉ

NOTES: CHAÎNAGES EN PIEDS

195+90@191+98
RELEVÉ DE DOMMAGES

NON À L'ÉCHELLE

CIRCULATION
720 E. →

INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

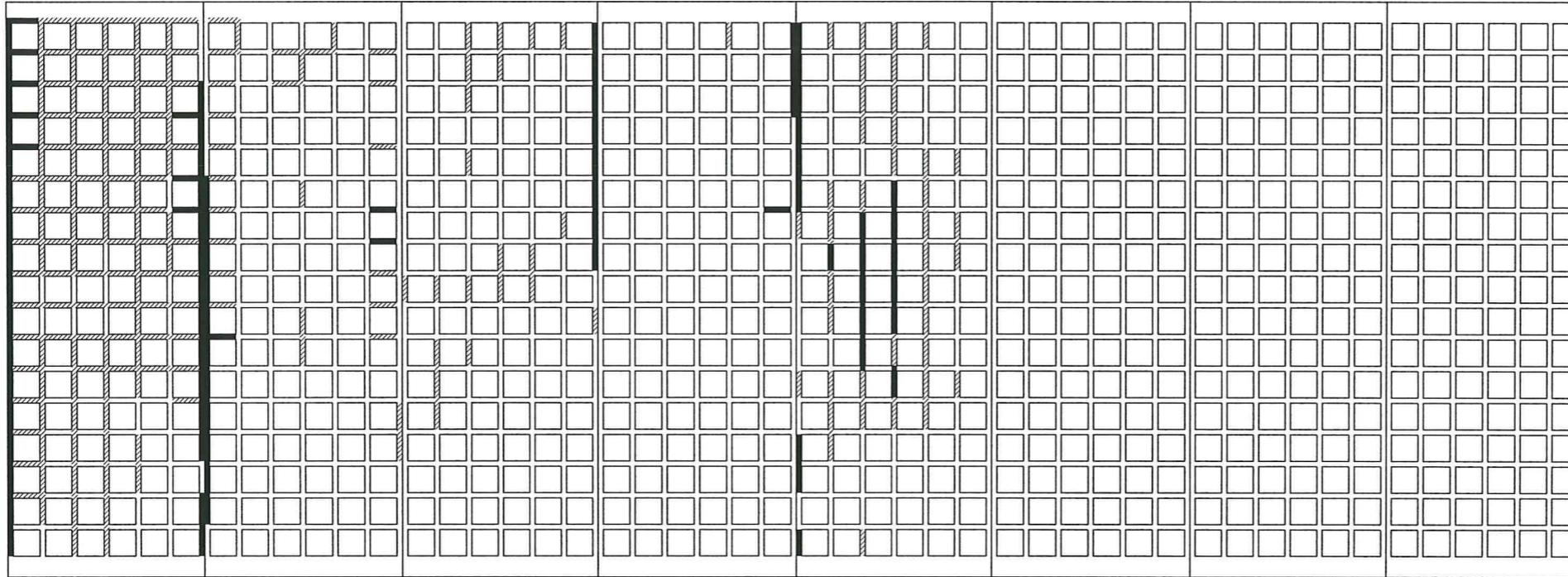
Titre: ANNEXE E-1 VUES ÉLÉVATION MURS - PARALUMES		Localisation: TUBE "B"		Feuille: 2/2
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02		Localisation: TUBE "B"		Feuille: 2/2

15

TUBE "B" - TRAVÉE N° 14

NORD

SUD



14

LÉGENDE

- BÉTON DÉLAMINÉ
- BÉTON ÉCLATÉ

IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS DE PARALUME

NORD	H	G	F	E	D	C	B	A	SUD
------	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

RELEVÉ DE DOMMAGES

NON À L'ÉCHELLE



← SECTIONS RELEVÉES

→ SECTIONS NON-RELEVÉES

Transports Québec

SNC-LAVALIN



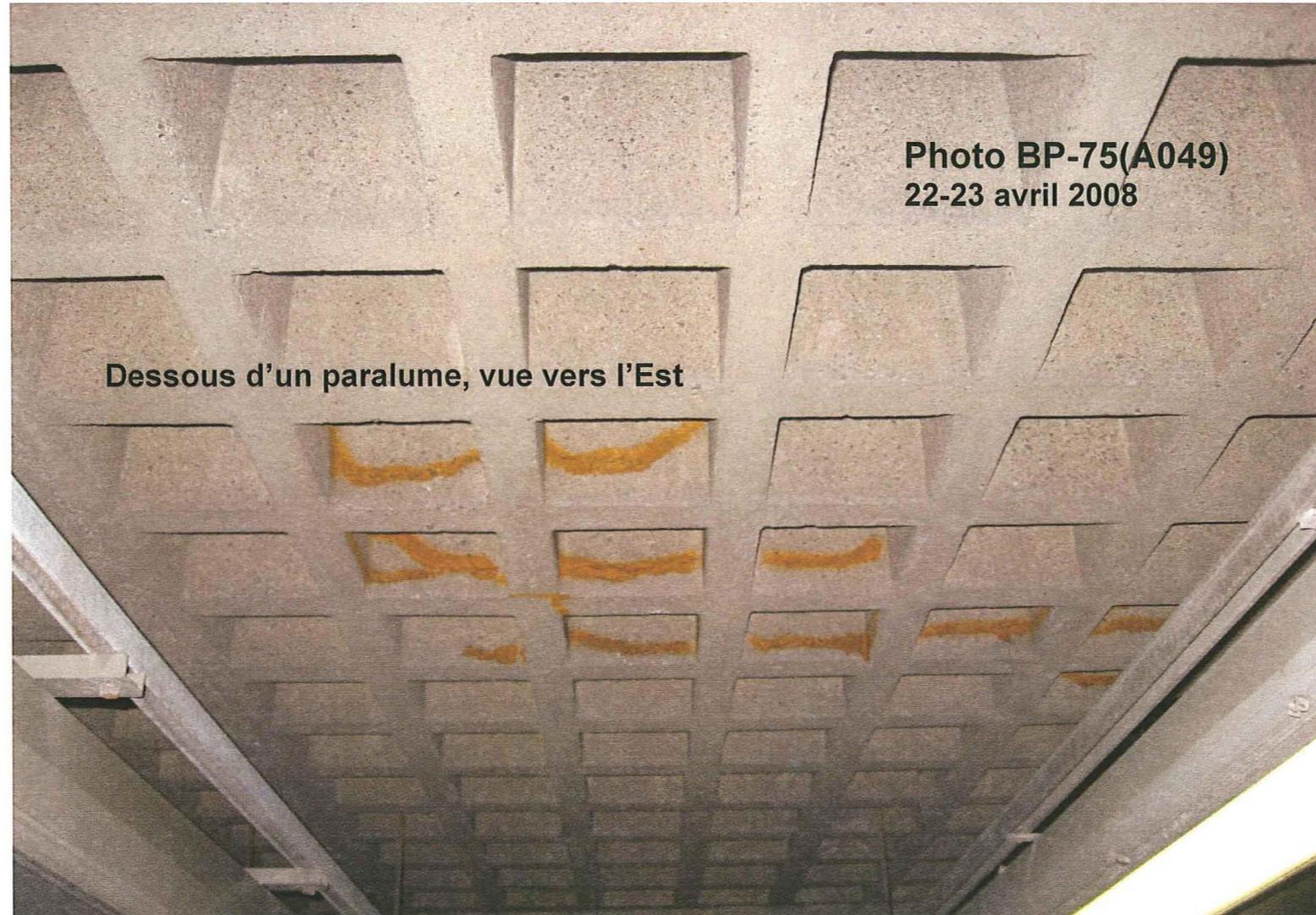
Groupe SNC-LAVALIN inc.
455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3
Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795

Titre: ANNEXE E-2 VUE EN PLAN - DESSOUS DES PARALUMES		
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "B"	Feuille: 1/1

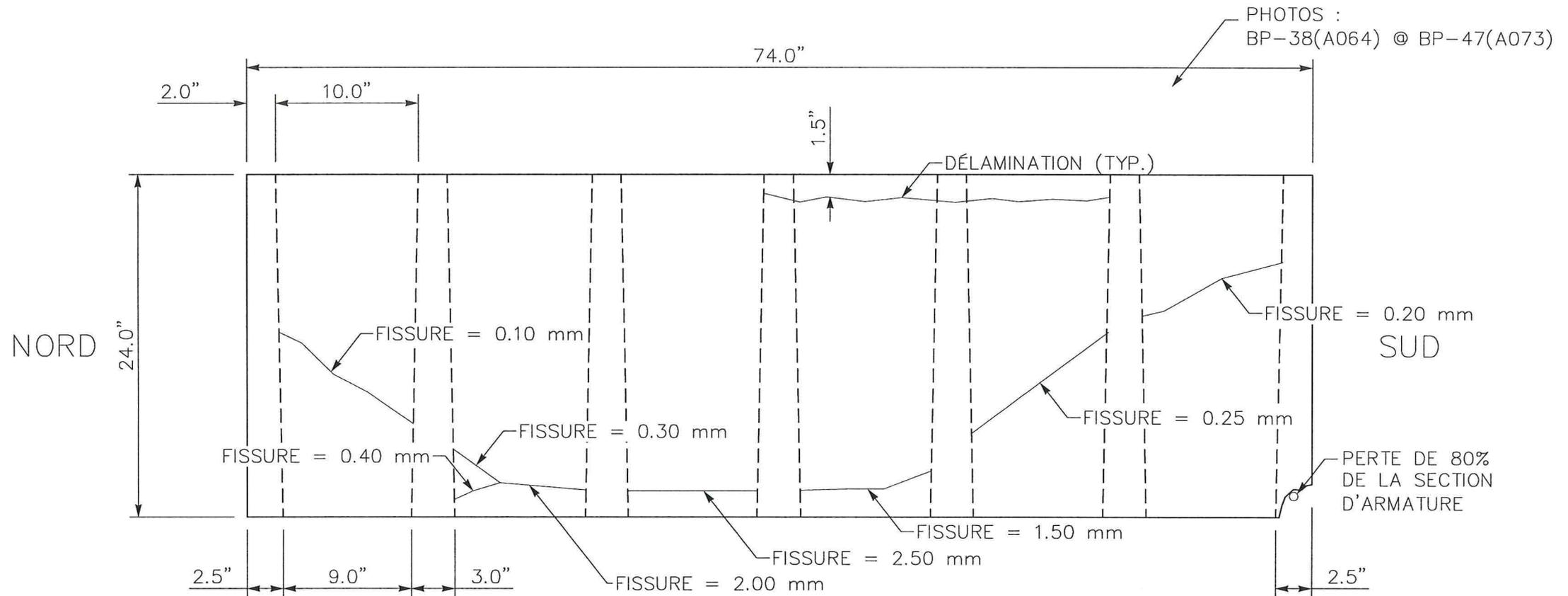
INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH



Relevé de fissures d'un paralume au-dessus de la voie droite entre les poutres #4 et #5



TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)



PHOTOS :
BP-75(A049) @ BP-77(A053)

COUPE TRANSVERSALE
D'UNE SECTION DE PARALUME EN BÉTON
À MI-PORTÉE
ENTRE LES POUTRES #4 ET #5

LÉGENDE

RELEVÉ DE DOMMAGES

NON À L'ÉCHELLE

INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

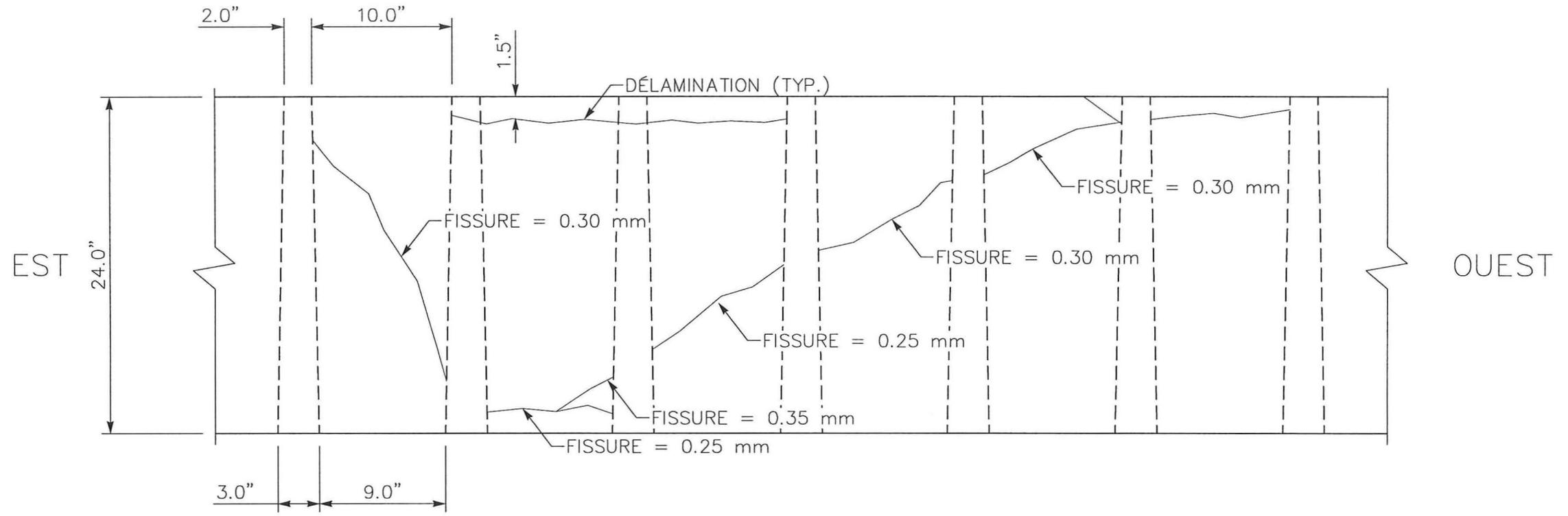
<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>			
Titre: ANNEXE E-3 DESSINS ET RELEVÉS HORS TUNNEL RELEVÉS DE FISSURES D'UN PARALUME			
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "B"	Feuille: 2/5	



Relevé de fissures d'un paralume au-dessus de la voie droite entre les poutres #4 et #5



TUNNEL VIGER - TUBE "B" (DIR. EST)



PHOTOS :
BP-78(A055) @ BP-79(A057)

COUPE LONGITUDINALE
DE LA 3^{ÈME} LAME D'UN PARALUME EN
BÉTON ENTRE LES POUTRES #4 ET #5

LÉGENDE

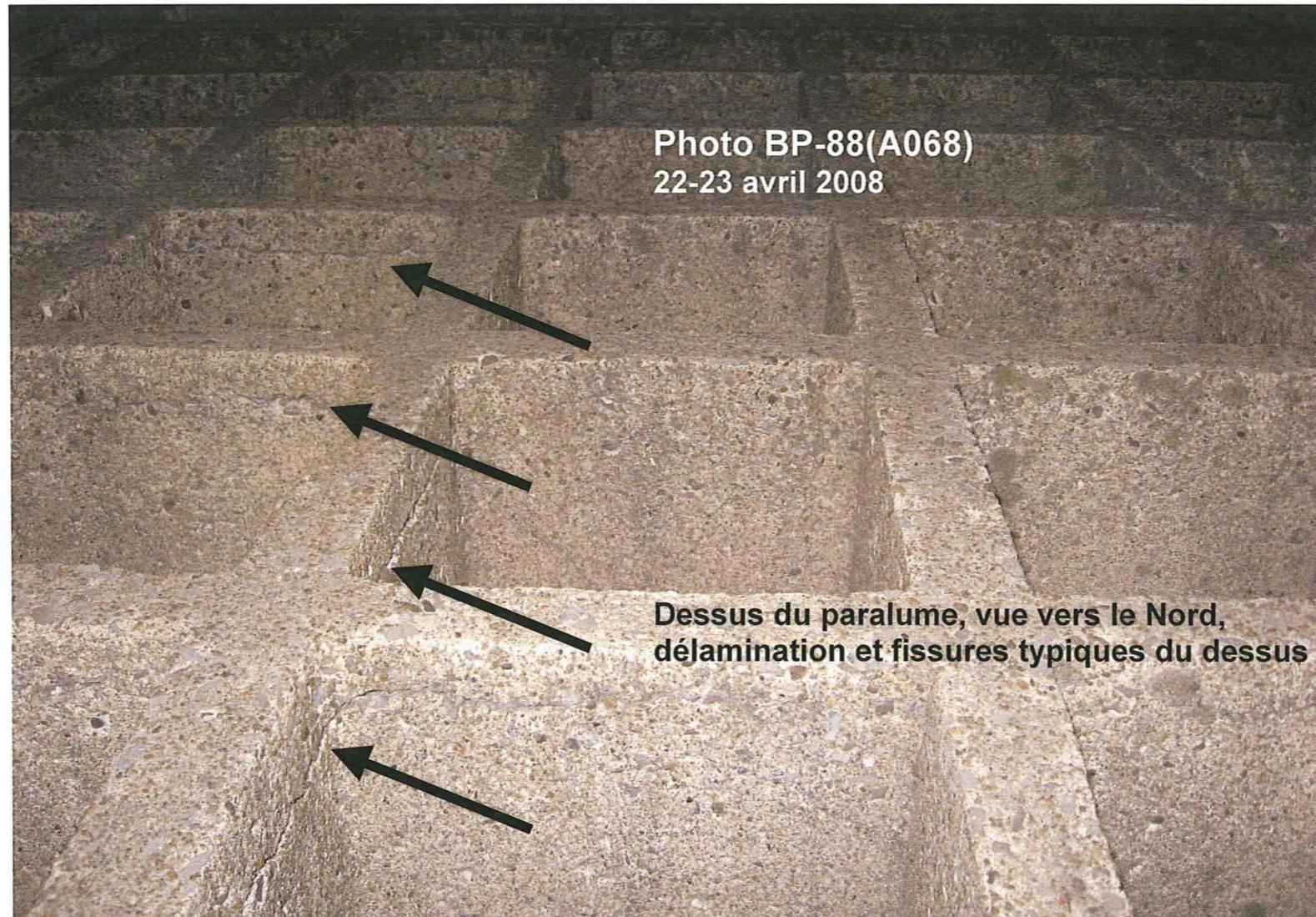
RELEVÉ DE DOMMAGES

NON À L'ÉCHELLE

INSPECTÉ PAR:
A. MAINVILLE, ING.
J. CHAPUT, TECH

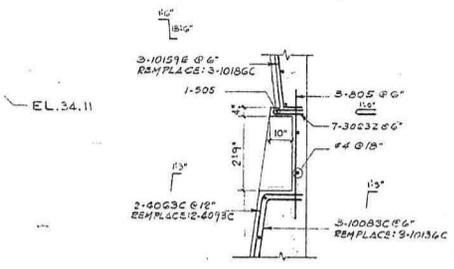
		<small>Groupe SNC-LAVALIN inc. 455, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec), Canada H2Z 1Z3 Téléphone: (514) 393-1000, Télécopieur: (514) 866-0795</small>	
Titre: ANNEXE E-3 DESSINS ET RELEVÉS HORS TUNNEL RELEVÉS DE FISSURES D'UN PARALUME			
Date: 2008-04-14 À 2008-05-02	Localisation: TUBE "B"	Feuille: 4/5	

Relevé de fissures d'un paralume au-dessus de la voie droite entre les poutres #4 et #5

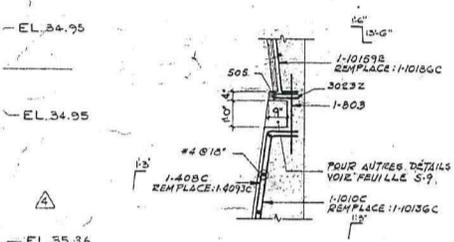


ANNEXE F
MASSIF DE CONDUITS (selon T.Q.C.)
(2 PAGES INCLUANT CELLE-CI)

REVISIONS		
No.	DATE	DESCRIPTION
10-NM70		NICHES POUR LUMINAIRE ENLEVÉES; REVISION GÉNÉRALE.
5-FEV-71		TROTTOIR SUR TUNNEL.
9-7-71		ELEVATIONS DU TUNNEL REVISÉES
11-9-71		ELEVATIONS, TROTTOIRS, TOIT.
16-NOV-71		NICHES [] AJOUTÉES, ARMATURES REVISÉES, CONDUITS MONTÉS EN PLAN ET SUR COUPE TYPIQUES, ET AUTRES.
28-JAN-72		DÉBUT DU TUNNEL ET TROTTOIR REVISÉ
22-9-76		TEL QUÉ CONSTRUIT

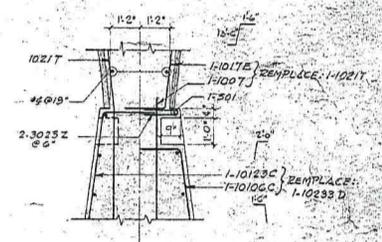


EL. 34.11
EL. 34.72
(2-REQ.)
COUPE H-H

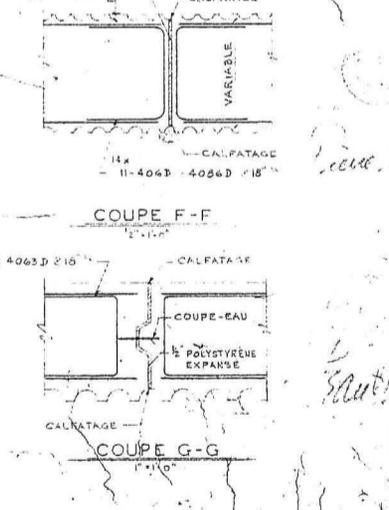
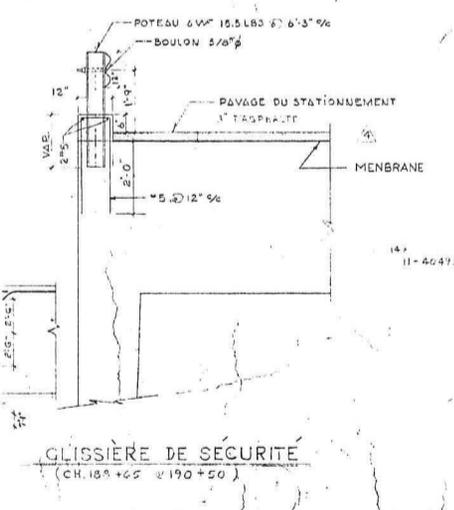
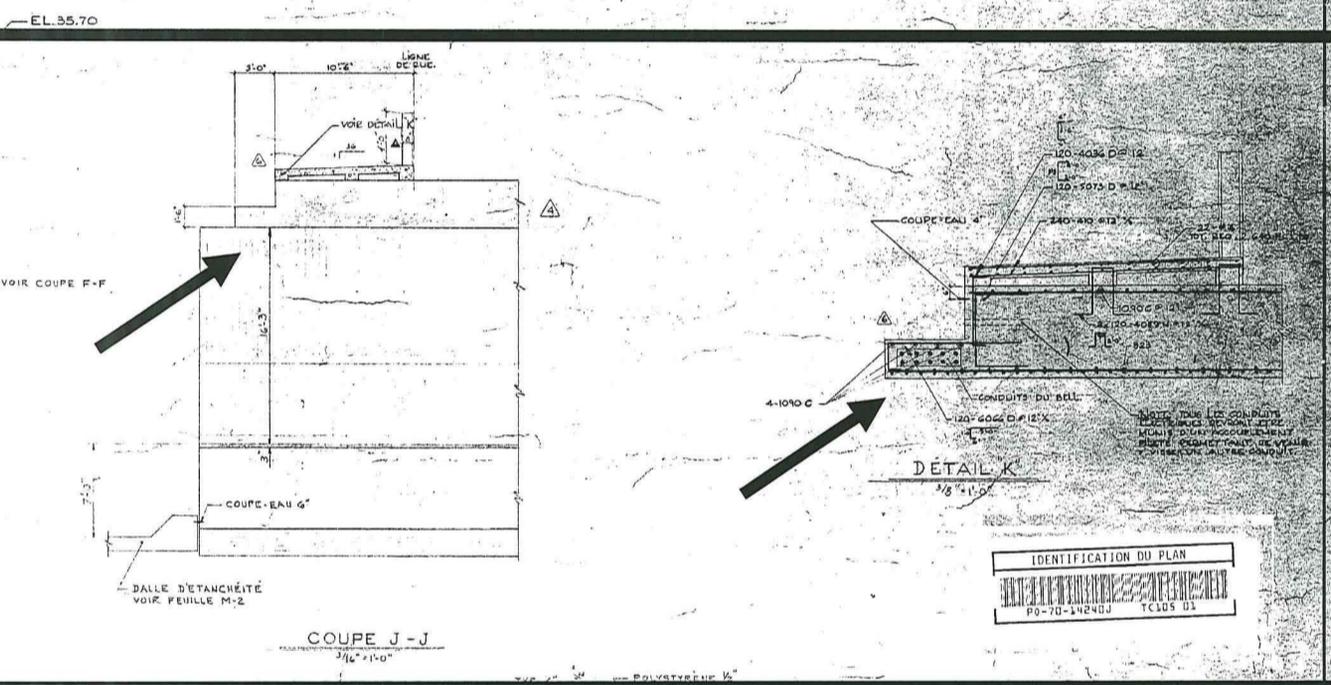


EL. 34.95
EL. 34.95
EL. 35.36
(2-REQ.)
COUPE L-L

TABLEAU D'ARMATURE				
No.	BARRE	COUPE B-B	COUPE C-C	COUPE D-D
		1-REA	1-REA	F-REA
		QUANTITE REQ.	QUANTITE REQ.	QUANTITE REQ.
1	11666R	62	32	40
2	11636R	125	65	81
3	11666R	62	32	40
4	11666R	62	32	40
5	11556R	124	64	80
6	11556R	63	33	41
7	11556R	63	33	41
8	11536R	63	33	41
9	11536R	63	33	41
10	11486R	62	32	40
11	1147	63	33	41
12	1142	63	33	41
13	11419N	125	65	81
14	11299	250	130	162
15	1120C	124	64	80
16	1070C	59	33	41
17	10659C	59	33	41
18	11619C	59	33	41
19	10626C	59	32	40
20	1146C	59	32	40
21	10587C	59	33	41
22	1033	59	33	41
23	1032	59	32	40
24	10243D	125	65	81
25	1024	55	32	40
26	1021T	250	130	162
27	10199	250	130	162
28	10186C	250	130	162
29	1013C	250	130	162
30	823	59	33	41
31	514D	63	33	41
32	5046C	126	66	82
33	4093C	126	66	82
34	4043B	63 x 26	33 x 26	41 x 26
35	4126F	63	33	41



(2-REQ.)
COUPE M-M



MINISTÈRE DE LA VOIRIE
PROVINCE DE QUÉBEC

ROUTE TRANSCANADIENNE

VILLE DE MONTRÉAL
COUR TURCOT - RUE FULLUM

TRONÇON BLEURY-SANGUINET

- TUNNEL - VOIES A & B -

RUE SANGUINET

CH. 188+65.00 "AB" - CH. 191+56.17 "AB"

LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS - CONSEILS
615 RUE BELMONT, MONTRÉAL 101

DATE: 15 JUILLET '70
ÉCHELLES: INDIQUÉES
CONTRAT: 1420-72

FEUILLE No. S-34

ANNEXE F – copie partielle du feuillet S-34, réf. : PO-70-14240J et TC105 01

Détails du massif de conduits (tubes A et B)

ANNEXE G
TABLEAU D'OBSERVATIONS DES JOINTS EN TUNNEL
(2 PAGES INCLUANT CELLE-CI)

TABLEAU D'OBSERVATIONS DES JOINTS EN TUNNEL

JOINT	CHAÎNAGE	OBSERVATIONS	
		TUBE A	TUBE B
1	191+88	-	-
2	191+56	A, B, D	C, D
3	190+98	A, B, D	A, B, C, D
4	190+58	A, B, D	A, B
5	190+18	A, B	A, C, D
6	189+78	A, B, D	B
7	189+38	A, B, D	A, B, C, D
8	188+98	A, B, D	A, B, C, D
9	188+65	A, B	A, B, C, D
10	188+03	-	B
11	187+23	-	-
12	186+83	-	A
13	186+38	-	-
14	185+98	-	-
15	185+38	A	A
16	184+78	-	A
17	184+38	-	-
18	183+92	A	A
19	183+44	A	A
20	182+96	-	-
21	182+52	-	A
22	182+07	A	A
23	181+62	A	A
24	181+17	A	A
25	180+76	-	-
26	180+35	-	A
27	179+65	A	A
28	179+19	-	-
29	178+72	-	-
30	178+26	-	-
31	177+79	-	-
32	177+33	-	-
33	176+88	-	-
34	176+45	-	-
35	176+00	-	-
36	175+57	-	-
37	175+00	-	-

LÉGENDE

- :	rien à signaler
A :	infiltration d'eau à travers le joint de construction lors de l'inspection
B :	tuiles de céramique manquantes
C :	risque de chutes de tuiles de céramique vers les voies de circulation
D :	béton délaminé et/ou éclaté

Notes : L'expression « joint » ici ne signifie pas « joint de tablier » ou « joint-dalle sur culée » mais bien joints de construction entre les sections du tunnel. Il faut lire ci-dessus, « observations selon ce qui pouvait être vu étant donné la présence du plafond suspendu en tuiles d'amiante »;
Les visites d'inspection ont eu lieu à la fin avril 2008;
Les joints du tube B ont été inspectés et cotés un jour (+ la nuit) de pluie.



SNC • LAVALIN

www.snclavalin.com

SNC-Lavalin inc.

455, boul. René-Lévesque O.

Montréal (Québec)

H2Z 1Z3 Canada

Téléphone: (514) 393-1000

Télécopieur: (514) 393-0156