

**Commission d'enquête
sur le viaduc
de la Concorde**

Québec 

DOCUMENTS GÉNÉRAUX

INFO-STRUCTURES

DIRECTION DES STRUCTURES

Pièce COM-52C

Commissaires M^e Pierre Marc Johnson, président
M. Armand Couture, ing.
M. Roger Nicolet, ing., M.Sc.

Table des matières

	Page
Info-structures n° 2007-06, 13 avril 2007	1
Interventions relatives à la fissuration	
Info-structures n° 2006-09, 12 décembre 2006	7
Mise en application de la nouvelle norme CAN/CSA-S6-06	



INFO STRUCTURES

Ouvrages d'art

DESTINATAIRES : Ingénieurs responsables des structures en DT
Ingénieurs et techniciens du Service de la conception et du
Service de l'entretien de la Direction des structures

DATE : Le 13 avril 2007

OBJET : Info-structures n° 2007-06
Interventions relatives à la fissuration

Le présent Info-structures a pour but de vous informer de l'état de la situation et des lignes directrices concernant la fissuration sur les éléments de structures en béton. La démarche de développement du système de gestion des structures GSQ-6026 nous a amenés à une analyse de différents aspects de notre système d'inspection, et même parfois à une remise en question de certains de ses critères d'évaluation de l'état. Les échanges et les commentaires reçus lors de nos audits d'inspection avaient déjà donné le signal que des ajustements seraient nécessaires et ce, particulièrement pour l'évaluation des fissures observées sur les éléments en béton. Nous estimons qu'il est maintenant requis de vous faire part de nos orientations sur le sujet afin de mieux guider vos interventions.

1. Matériau

Pour l'évaluation de l'état du matériau, l'exercice d'inspection des fissures consiste à faire un simple constat de l'ampleur des fissures observées sur tous les éléments en béton (unités de fondation, systèmes structuraux, éléments de tablier, etc.). À ce niveau, l'ouverture des fissures peut avoir un impact significatif sur la durabilité d'un ouvrage en béton en raison de la pénétration des chlorures.

Dans le nouveau système GSQ-6026, l'évaluation de l'état du matériau se fera à partir de quatre niveaux de sévérité (de «A» à «D») correspondant à quatre états (de «bon» à «mauvais»). Ainsi, pour l'inspection des fissures selon le matériau, il a été convenu qu'un niveau de sévérité de «C» sera attribué à une ouverture de 0,8 à 3 mm et qu'un niveau de sévérité de «D» sera attribué à une ouverture de plus de 3 mm. Les niveaux C et D impliqueront généralement une intervention.

.../2

Pour être en mesure d'évaluer les fissures selon le matériau dans le système d'inspection actuel, le tableau qui suit montre les équivalences entre les nouveaux critères du système GSQ-6026 et les critères de l'actuel système SGS-5016.

Critères d'évaluation du matériau - Fissuration dans le béton

Cotes dans le système GSQ-6026	A ou B	C	D
Cotes équivalentes dans le système SGS-5016	5	3	1
Ouverture de fissure	Inférieure à 0,8 mm	De 0,8 à 3,0 mm	Supérieure à 3,0 mm

2. Comportement

Pour l'évaluation du comportement, l'exercice d'inspection cherche à déterminer l'impact d'anomalies observées visuellement sur l'aptitude d'un élément à jouer son rôle. Pour la majorité des éléments principaux d'une structure, cette aptitude correspond à la capacité de transmettre et de supporter adéquatement les charges appliquées. C'est donc sur la base de ce critère général que les dommages, incluant la fissuration, doivent être évalués dans un premier temps.

L'évaluation de la fissuration du béton du point de vue comportement vise principalement les systèmes structuraux, incluant les dalles épaisses qui sont cotées sur la fiche «Platelage». Elle vise également certains éléments d'unité de fondation jugés «structuralement plus sensibles», tels que les chevêtres considérés comme poutres (chevêtre sur colonnes, porte-à-faux de chevêtre) et les béquilles de portique ou intermédiaires.

L'évaluation du comportement dans le système GSQ-6026 se fera normalement à partir de quatre cotes décroissantes (CEC de «4» à «1»), correspondant à quatre niveaux de dépréciation de l'élément à jouer son rôle («aucun/léger» à «très important»); mentionnons que pour la fissuration, la cote CEC de 2 n'existe pas. Ainsi pour évaluer les fissures selon le comportement, il a été convenu qu'un avis technique soit demandé par l'inspecteur si une ouverture de fissure est supérieure à 0,8 mm pour les éléments principaux de systèmes structuraux en béton armé (1,5 mm pour les éléments secondaires), ou supérieure à 0,05 mm pour les éléments de systèmes structuraux en béton précontraint.

.../3

Pour être en mesure d'évaluer les fissures selon le comportement dans le système d'inspection actuel, le tableau qui suit montre les équivalences entre les nouveaux critères du système GSQ-6026 et les critères de l'actuel système SGS-5016. Il est à noter que dans le système 5016, l'avis technique de fissuration doit être identifié par une inspection spéciale, et être réalisé en DT contrairement à ce qui est indiqué dans le Manuel d'inspection des structures.

Critère d'évaluation du comportement - Fissuration dans le béton

Cotes dans le système GSQ-6026	CEC = 4	CEC = 3 Note (1)	CEC = 1 Note (1)
Cotes équivalentes dans le système SGS-5016	CEC = 5	CEC = 3 Note (1)	CEC = 1 Note (1)
Fissure (flexion) <ul style="list-style-type: none"> • Poutres ou dalle épaisse en béton armé • Chevêtre considéré comme poutre (chevêtre sur colonnes, porte-à-faux de chevêtre) en béton armé Fissure (flexion ou cisaillement) <ul style="list-style-type: none"> • Béquilles de portique ou intermédiaires en béton armé 	Ouverture inférieure à 0,8 mm	Ouverture de 0,8 à 3,0 mm	Ouverture supérieure à 3,0 mm
Fissure (cisaillement) <ul style="list-style-type: none"> • Poutres ou dalle épaisse en béton armé • Chevêtre considéré comme poutre (chevêtre sur colonnes, porte-à-faux de chevêtre) en béton armé 	Ouverture inférieure à 0,8 mm	Ouverture de 0,8 à 1,5 mm	Ouverture supérieure à 1,5 mm
Fissure (flexion ou cisaillement) <ul style="list-style-type: none"> • Éléments secondaires de systèmes structuraux en béton Note (2)	Ouverture inférieure à 1,5 mm	Ouverture égale ou supérieure à 1,5 mm	
Fissure (flexion ou cisaillement) <ul style="list-style-type: none"> • Poutres, dalle épaisse ou béquille de portique en béton précontraint Note (2)	Ouverture inférieure à 0,05 mm	Ouverture de 0,05 à 0,15 mm	Ouverture supérieure à 0,15 mm
Notes : (1) : La cote est obligatoirement associée à une demande d'avis technique de fissuration. Dans le système SGS-5016, l'avis technique de fissuration doit être identifié par une inspection spéciale et être réalisé en DT. (2) : Pour le béton précontraint, ne pas considérer les fissures le long des câbles de précontrainte, les fissures à la liaison entre l'âme et les semelles, les fissures d'extrémité et les fissures des zones de continuité sur appui.			

3. Avis technique de fissuration

Le déclenchement d'un avis technique de fissuration a comme conséquence de mettre en action un niveau décisionnel supplémentaire afin de statuer sur l'incidence structurale des fissures observées, et ensuite sur les différents moyens disponibles pour gérer de façon sécuritaire cette problématique. L'ajout de ce nouveau palier de décision, qui est en fait un lever de drapeau, nécessite la collaboration de plusieurs intervenants, depuis l'inspecteur sur le terrain, qui doit parfois décrire de façon détaillée le patron de fissuration observée, jusqu'au responsable de l'inspection et à l'IRS qui, dans la majorité des cas, pourront évaluer l'«importance» de la fissuration. Ce jugement permettra de baisser le drapeau, c'est-à-dire de statuer sur une cote finale de comportement, et d'identifier des interventions s'il y a lieu. Ainsi, dans l'actuel système SGS-5016, l'avis technique de fissuration permettra de convertir la cote CEC de 3 en une cote CEC de 1 ou de 5, dépendant si oui ou non la fissuration a un impact structural. La Direction des structures demeure disponible pour guider le cheminement des intervenants, et ultimement dans certain cas, pour réaliser des études plus poussées, telle une évaluation de capacité portante.

Les lignes directrices encadrant le processus de l'avis technique de fissuration seront détaillées dans la prochaine version du Manuel d'inspection des structures. Un aperçu de ces lignes directrices se résume aux points suivants :

- *Un relevé de fissuration.* Cette étape est parfois essentielle pour bien décrire une fissure ou un patron de fissuration, et pour permettre de faire un suivi d'évolution dans le temps. Un relevé dimensionnel de la fissuration consiste en une série d'informations recueillies sur le terrain, telles que la localisation, la représentation graphique (avec photos à l'appui), le nombre, l'ouverture et la longueur des fissures, ainsi que toute autre information jugée pertinente.
- *Une analyse de fissuration.* Cette étape permet dans un grand nombre de cas de statuer rapidement sur l'incidence structurale des fissures observées. À partir du relevé de fissuration, la nature de la fissuration (flexion, cisaillement ou autres) peut normalement être déterminée. De plus, en se basant sur certaines données d'inventaire (âge, chargement de conception) et des détails figurant sur les plans de la structure (configuration de l'armature), il est possible d'établir la sensibilité structurale du béton dans une certaine zone et, par conséquent, l'impact d'une fissure sur le comportement d'un élément.
- *Un suivi de fissuration.* Cette action est parfois nécessaire pour savoir si l'ouverture d'une fissure est stable ou si elle continue à augmenter dans le temps. L'éventail de mesures pour réaliser un suivi de fissures est très étendu, à partir d'une simple mesure avec fissuromètre jusqu'à la mise en place d'une instrumentation sophistiquée.

.../5

4. Intervention

En général, les fissures ayant des cotes de 3 ou de 1 dans l'actuel système SGS-5016 nécessitent une intervention à court terme, soit dans un horizon de 5 ans ou moins.

4.1 Matériau

Lorsque la cote de matériau CEM est de 3 ou de 1 (C ou D dans le système GSQ-6026) et que la cote de comportement CEC est de 5 (généralement suite à un avis technique de fissuration), une intervention doit être planifiée si cela est économiquement rentable ou techniquement justifié. Une intervention peut par exemple être rentable si l'on veut prolonger la durée de vie d'un élément ou d'un ouvrage d'au moins 5 ans. Il est possible d'autre part qu'une intervention ne soit pas techniquement justifiée, comme dans le cas d'une poutre intérieure qui n'est pas exposée à un environnement sévère.

L'intervention liée au matériau, qui vise à étancher les fissures, consiste à effectuer l'une des activités suivantes :

- Pour les fissures généralement rencontrées sur les systèmes structuraux, les dalles épaisses et les éléments d'unité de fondation jugés «structuralement plus sensibles», l'application d'un enduit de surface est recommandée. Cette activité est également appropriée pour traiter des petites fissures sur les autres éléments en béton, à condition de ne pas avoir des conditions de surface trop humides.

Les enduits de surface jugés acceptables pour cette intervention sont les produits Miracote, Unicote # 201 et # 201-02, Tex-cote XL-70 Bridgecote, Hytex, Ambexcoat SBNF, Astec 5000 HB, Texpaint 2000, Primer, Betonite 50, Thoroseal et Masterseal 550i (pour détails, voir l'article RE-09-E *Recouvrement avec enduit de surface* du devis type «Conception et entretien des structures»).

- Pour les fissures plus importantes ou identifiées comme étant actives, une obturation par injection sous pression, par ajout d'un matériau de scellement ou par une autre méthode équivalente peut être réalisée. Pour des considérations esthétiques et une plus grande durabilité, les surfaces peuvent être recouvertes d'un enduit de surface à l'étape finale.

Une nouvelle cote de matériau CEM de 5 (A dans le système GSQ-6026) devra être assignée à l'élément après l'intervention.

.../6

4.2 Comportement

Lorsque la cote de comportement CEC est de 1 suite à un avis technique de fissuration, une injection à l'époxy doit être planifiée pour maintenir la capacité de l'élément fissuré si cela est économiquement rentable. Une intervention peut s'avérer rentable si l'on veut prolonger la durée de vie de l'ouvrage d'au moins deux ans. Une nouvelle cote de comportement CEC de 5 (4 dans le système GSQ-6026) doit être assignée à l'élément après l'intervention. Il est à signaler qu'un article concernant l'injection à l'époxy sera incessamment intégré dans le devis type «Conception et entretien des structures».

Dans les cas où une augmentation de la capacité structurale de l'élément fissuré serait requise, une intervention de renforcement externe, tels qu'étriers, tiges de précontrainte ou matériaux composites, peut être planifiée.

5. Autres éléments

L'évaluation de la fissuration du point de vue du comportement pour les éléments de béton autres que ceux ciblés en raison de leur sensibilité structurale (poutres, dalles épaisses, chevêtres, etc.) doit se baser uniquement sur les critères généraux relatifs à l'aptitude d'un élément à jouer son rôle, et non pas sur les ouvertures des fissures. Toutefois, un «suivi de fissuration» peut parfois être recommandé pour ces éléments (unités de fondation, etc.) dans le but d'estimer si une fissure est active ou passive.

6. Conclusion

Le présent Info-structures concernant l'évaluation des fissures sur les éléments de structures en béton doit s'appliquer immédiatement. Les structures devant faire l'objet de travaux à court terme doivent être priorisées dans un premier temps. L'application des nouveaux critères d'évaluation des fissures amènera à modifier les cotes ou à maintenir des interventions si elles s'avèrent justifiées. Toutes les inspections de structures prévues à partir de maintenant doivent être réalisées selon le présent document et ce, même dans le cadre actuel du système SGS-5016.

Le directeur,

Original signé le 13 avril 2007 par :

Guy Richard, ing.

GR/LMB/jh



INFO STRUCTURES

Ouvrages d'art

DESTINATAIRES : Ingénieurs responsables des structures en DT
Ingénieurs et techniciens de la Direction des structures

DATE : Le 12 décembre 2006

OBJET : Info-structures n° 2006-09
Mise en application de la nouvelle norme CAN/CSA-S6-06

La nouvelle norme nationale CAN/CSA-S6-06 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers» est maintenant disponible en version française et anglaise.

Voici, pour votre information, les dates prévues pour le passage de la norme actuelle CAN/CSA-S6-00 à la nouvelle norme CAN/CSA-S6-06.

Date du début de la conception du projet	Norme
Jusqu'au 31 décembre 2006	S6-00
1 ^{er} janvier au 31 décembre 2007	S6-00 ou S6-06
À partir du 1 ^{er} janvier 2008	S6-06

N'hésitez pas à communiquer avec la Direction des structures pour toute information supplémentaire concernant la présente.

Le directeur,

Original signé le 12 décembre 2006 par :

Guy Richard, ing.

GR/GD/jh