

MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES

Décembre 2010

**Inclut la révision 2013-01
Inclut la révision 2014-01**

Québec 

Le contenu de cette publication a été préparé par le ministère des Transports.

Cette publication a été réalisée par la :

Direction des structures
Ministère des Transports.
930, chemin Ste-Foy, 7^e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

Cette publication est disponible en version électronique à l'adresse suivante :

http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/produits/ouvrage_routier.fr.html

© Gouvernement du Québec

ISBN : 978-2-551-25054-7 (PDF)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2011

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2011

Tous droits réservés. La reproduction de ce document par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction et sa traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation écrite des Publications du Québec.

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES Édition décembre 2010

Date :	2014-01
--------	---------

Version :	Révision 2
-----------	------------

Veuillez trouver ci-joint les plus récentes modifications apportées au manuel, bien vouloir retirer les pages actuelles et les remplacer par les pages révisées tel que décrit ci-après :

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
<u>CHAPITRES</u>			
Chapitre 3 - Méthodes d'intervention			
	p. 12, 13 et 48	p. 12, 13 et 48	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coquilles <ul style="list-style-type: none"> - Béton de réparation → type V-S (3.1.3.9); - Ciment par temps froid → type HE (3.1.3.9). ▪ Modification <ul style="list-style-type: none"> - Activité de réfection majeure → 5005 Élargissement de tablier / pont (3.7).
	Les activités ciblées	Les activités révisées	<p><u>Activités</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2333 – Signalisation pour plancher en bois <ul style="list-style-type: none"> - Précision quant à d'autres interventions potentielles (renvoi à 3331). ▪ 3042 – Réparation / modification des blocs d'assise / butoirs <ul style="list-style-type: none"> - Modif : pour élargir la portée de l'activité – plus approprié pour butoirs. ▪ 3044 – Remplacement d'appareil d'appui <ul style="list-style-type: none"> - Précision sur le contact dessous de poutres / plaques d'appui (horizontalité). ▪ 3051 – Remplacement d'un joint de tablier <ul style="list-style-type: none"> - Bonifications / ajouts relatifs aux croquis : références pour cas avec dalle de transition, ainsi qu'avec chaussée rigide en béton. ▪ 3052 – Joint dalle sur culée <ul style="list-style-type: none"> - Modification (Notes) : référence à des dessins normalisés (Tome II) ▪ 3061 – Réparation de trottoir / chasse-roue en béton <ul style="list-style-type: none"> - Précisions / bonifications relatives au cas d'extrémité de chasse-roue présentant un obstacle pour les usagers. ▪ 3101 et 3102 – Réparations de béton : <ul style="list-style-type: none"> - Modification relative à la hauteur de chute du béton. ▪ 3114 – Réparation de poutre / diaphragme en béton précontraint <ul style="list-style-type: none"> - Ajout : pour élargir la portée de l'activité.

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3124 – Réparation de poutre / diaphragme en béton précontraint <ul style="list-style-type: none"> - Ajout : pour élargir la portée de l'activité. ▪ 3131 - Réparation de dalle <ul style="list-style-type: none"> - Précisions relatives à la nature et à l'identification des dommages. ▪ 3223 – Rehaussement de portique de poutre triangulée en acier <ul style="list-style-type: none"> - Ajout : précision relative à l'impact patrimonial. ▪ 3331 – Remplacement de plancher en bois <ul style="list-style-type: none"> - Ajout note : option d'un plancher avec madriers à 45°. ▪ 3332 – Remplacement de platelage en bois <ul style="list-style-type: none"> - Reformulation du seuil d'intervention; - Ajout note : option d'un plancher avec madriers à 45°. ▪ 3337 – Ajout de traverses en bois <ul style="list-style-type: none"> - Ajout : élargissement de la portée de l'activité (cas de traverses en acier). ▪ 5003 – Remplacement de dalle <ul style="list-style-type: none"> - Harmonisation avec activité 3131 → Précisions relatives à la nature et à l'identification des dommages à considérer dans le processus décisionnel.
Chapitre 4 - Relevé de dommages			
	p. 10, 11 et 34	p. 10, 11 et 34	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4.2.3.3 – Expertise du tablier <ul style="list-style-type: none"> - Ajout / précision → vérifier état des unités de fondation ▪ 4.3.1 – Collecte infos (investigation de base) <ul style="list-style-type: none"> - Ajout → validation des dimensions des éléments ▪ 4.4.1.1 C) – Teneur en ions chlorure <ul style="list-style-type: none"> - Ajout / précision → seuil d'initiation de corrosion
Chapitre 5 - Études d'opportunité			
	p. 3 à 9	p. 3 à 9	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 5.2 et 5.4 – Critères pour choix d'interventions sur dalle <ul style="list-style-type: none"> - Reformulations / précisions relatives à l'identification des dommages (5.2.2), à la qualité du béton (5.2.4), et à une expertise de dalle (5.4.2). ▪ Tableau 5.4-1 – Interventions recommandées <ul style="list-style-type: none"> - Précisions / bonifications relatives à l'identification et la nature des dommages à considérer.
Chapitre 6 - Documents			
	p. 2, 5 et 6	p. 2, 5 et 6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6.1.1.1 – Préparation des documents <ul style="list-style-type: none"> - Précision → numérotation des axes et éléments ▪ 6.2 – Procédures administratives <ul style="list-style-type: none"> - Reformulations → acceptation d'intervention et acceptation de concept

Responsable du document : Louis-Marie Bélanger, ing.

Généralement, les barres d'armature avec une section diminuée par la corrosion n'ont pas à être remplacées, puisque la perte de section sera compensée par les nouvelles armatures disposées dans la surépaisseur de béton. Il peut arriver cependant que des barres d'armature structurales présentant des pertes de section commandent l'ajout de barres additionnelles. La décision de compenser ou non les pertes de section de ce type de barres doit être prise par un ingénieur.

3.1.3.7 Nettoyage des surfaces de béton

A) Réparation sans surépaisseur

La surface de béton conservé doit être nettoyée à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression afin de détacher les particules de béton détachables qui pourraient nuire à la liaison avec le nouveau béton, sauf si l'hydrodémolition est utilisée pour démolir le béton.

Les surfaces de béton conservé qui seront en contact avec le nouveau béton de réparation doivent par la suite avoir un nettoyage final à l'aide d'un jet d'eau sous pression afin d'enlever toute la poussière qui empêcherait le béton de réparation de mouiller et de pénétrer la surface de béton conservé, et qui nuirait ainsi à l'intégrité de la réparation.

B) Réparation avec surépaisseur

La surface de béton conservé doit être nettoyée de la même façon que pour une réparation sans surépaisseur.

3.1.3.8 Liaisonnement

L'humidification des surfaces avant la mise en place du nouveau béton permet d'assurer le liaisonnement des surfaces. Elle permet d'incorporer suffisamment d'eau au béton durci pour que celui-ci n'ait pas besoin de soutirer l'eau du béton frais, ce qui pourrait nuire à l'hydratation du ciment et donner un béton de moins bonne qualité au niveau de l'interface.

Par ailleurs, pour obtenir une bonne adhérence, le matériau de réparation doit être absorbé et intégré dans les pores du béton conservé. Ces pores ne doivent donc pas être remplis d'eau lors de la mise en place du béton de réparation.

Un béton saturé d'eau, mais dont la surface est asséchée est donc la meilleure façon d'obtenir un liaisonnement de qualité.

De façon générale, l'emploi d'un agent de liaisonnement au latex ou à l'époxy n'est pas recommandé en raison des difficultés de mise en œuvre suivantes :

- en raison d'un séchage trop rapide, l'agent de liaisonnement peut créer un joint froid plutôt qu'un lien entre le béton conservé et le béton de réparation;
- l'agent de liaisonnement à l'époxy, en raison de son imperméabilité, peut avoir pour effet de concentrer l'humidité interne du béton au niveau de l'interface et provoquer ainsi le délaminage du béton de réparation.

3.1.3.9 Matériaux de réparation

Les principaux matériaux utilisés pour la réparation du béton sont :

- le béton lui-même :
 - le béton de masse volumique normale (type V-S - norme MTQ 3101);
 - le béton autoplaçant (type XIV - norme MTQ 3101);
 - le béton au latex (type XVI - norme MTQ 3101);
 - le béton antilessivage (type XV - norme MTQ 3101);
 - le béton projeté par procédé à sec (norme MTQ 3201);
 - le béton projeté par procédé humide (norme MTQ 3301);
- les armatures (norme MTQ 5101);
- les imperméabilisants à béton (norme MTQ 3601);
- les doublures de coffrage (norme MTQ 31001).

3.1.3.9.1 Béton de réparation

a) Réparation sans surépaisseur

Bien qu'idéalement il soit recommandé d'utiliser un béton de réparation ayant des caractéristiques de résistance en compression se rapprochant le plus possible de celles du béton de l'élément à réparer, le Ministère n'utilise pas en fait pour ses activités de réparation de pont un béton ayant une résistance en compression qui est inférieure à 35 MPa, et ce pour des raisons entre autres de qualité des composants.

Pour la réparation sans surépaisseur, l'utilisation du béton autoplaçant est privilégiée en raison des difficultés de mise en place et de vibration du béton qui sont souvent rencontrées.

La réparation sans surépaisseur peut être réalisée en utilisant :

- le béton projeté par procédé à sec lorsque les surfaces à réparer sont peu importantes ou pour réparer des surfaces au plafond (dessous de chevêtre, dessous de dalle épaisse, etc.);
- le béton projeté par procédé humide lorsque les surfaces à réparer sont importantes. Il est à noter que l'épaisseur totale de réparation devrait être inférieure à 200 mm, car au-delà de cette épaisseur, le béton projeté par procédé humide s'avère moins économique que le béton coulé en place;

- le béton de masse volumique normale de type V-S (35 MPa, avec fumée de silice et superplastifiant) pour une réparation de type « réparation de dalle » (dessus de dalle, trottoir); l'utilisation du béton de type V-S facilite davantage la mise en place en raison d'une viscosité plus faible;
- le béton autoplaçant, de type XIV-R (de réparation) ou de type XIV-S (de réparation en sac), pour une réparation avec coffrages (autre que « réparation de dalle ») ainsi que pour des surfaces à réparer difficiles d'accès, béton difficile à consolider, des endroits restreints ou pour des éléments fortement armés.

b) Réparation avec surépaisseur

La réparation avec surépaisseur peut être réalisée en utilisant :

- le béton de masse volumique normale de type V-S (35 MPa, avec fumée de silice et superplastifiant) pour des réparations de 150 mm et plus d'épaisseur; l'utilisation du superplastifiant facilite grandement la mise en place du béton;
- le béton autoplaçant, de type XIV-C (de construction) pour des réparations de moins de 150 mm d'épaisseur ainsi que pour des éléments minces et élancés (poutres, colonnes, chevêtres) ou lorsque l'utilisation d'un béton de type V-S est problématique : surfaces à réparer difficiles d'accès, béton difficile à consolider, endroits restreints, éléments fortement armés;
- le béton antilessivage de type XV lorsque la réparation des éléments doit s'effectuer sous l'eau;
- le béton au latex de type XVI-15, généralement pour des chapes sur dalle.

c) Généralités

Pour le béton de masse volumique normale, il est recommandé d'utiliser un gros granulats de calibre 5-14 lorsque l'épaisseur de béton à mettre en place est faible (moins de 150 mm) et que le dégagement à l'arrière des armatures restreint le passage du béton.

De même pour un béton autoplaçant (XIV-R ou XIV-S), un gros granulats de calibre 2,5-10 est utilisé pour faciliter la coulée de nouveau béton dans des espaces très restreints.

Lorsque la température extérieure est inférieure à 15 °C, on peut utiliser un ciment de type HE pour obtenir une résistance initiale plus élevée et assurer la remise en service rapide d'une route. Une attention particulière doit être cependant apportée à la cure pour éviter la formation de fissures.

L'ajout d'un superplastifiant au mélange de béton de masse volumique normale permet de faciliter la mise en place du béton. L'usage de superplastifiant est recommandé pour tous les types de réparation.

L'utilisation d'une doublure à l'intérieur des coffrages est recommandée pour le bétonnage de glissières extérieures et médianes. Cet ajout permet d'obtenir une surface finie moins poreuse, plus résistante à la pénétration des ions chlorure, et qui ne présente pas de petites cavités (bulles, yeux).

Dans le cas de béton autoplaçant, les coffrages doivent être neufs, parfaitement étanches et suffisamment rigides pour pouvoir résister à la poussée d'un béton très fluide. L'utilisation de doublures de coffrages n'est pas nécessaire avec le béton autoplaçant car ce dernier remplit efficacement les petites cavités à la surface des coffrages et présente un fini moins poreux qu'un béton normal.

Si la mise en place du béton autoplaçant est faite au moyen d'une pompe à béton, le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent être analysés pour éviter la ségrégation du béton. Ainsi, la ligne de pompage doit toujours rester pleine pendant le pompage et se terminer par une section réductrice de 75 mm.

La mise en place du béton antilessivage doit être effectuée au moyen d'une pompe. Ce type de béton doit être placé dans un environnement confiné; ainsi, l'extrémité de la ligne de pompage doit demeurer dans le béton fraîchement mis en place tout au long du bétonnage. La coulée ne doit pas être interrompue une fois qu'elle a été amorcée. Tout comme pour le béton autoplaçant, la configuration de la ligne de pompage doit permettre d'éviter la ségrégation et se terminer par une section réductrice.

3.1.3.9.2 Armature

L'acier d'armature doit être de nuance 400W.

Pour les éléments de moins de 6 m de longueur, les barres d'armature doivent être d'une seule longueur. Pour les éléments plus longs, la longueur minimale des barres doit être de 6 m sauf pour la dernière barre chevauchée qui peut être plus courte.

La longueur minimale de chevauchement nécessaire pour établir la continuité des barres d'armature ne doit pas être inférieure à 600 mm. Dans le cas d'armature structurale, la longueur de chevauchement doit être calculée par un ingénieur.

Dans le cas d'une réparation en béton projeté, un treillis d'acier à mailles soudées galvanisé (51 x 51 – MW 9,1 x MW 9,1, diamètre nominal 3,4) doit être utilisé.

Pour la réparation avec surépaisseur d'éléments de structure fortement exposés aux sels de déglçage, l'armature de la réparation devrait être galvanisée.

Pour réaliser les trous requis pour les ancrages sur les unités de fondation, il faut avoir un dégagement suffisant pour permettre la présence d'une foreuse et de sa mèche. Les ancrages ne doivent donc pas être placés sous les poutres, les poutres de levage et les diaphragmes. Si le tablier ne possède pas de poutres, il faut envisager des ancrages situés sur la face verticale des unités de fondation. Les appareils d'appui, leur plaque de support et les cadres de retenue doivent être modifiés en conséquence.

Pour reprendre les efforts latéraux, il est toujours plus simple de bâtir des butoirs en béton entre les poutres.

Lorsqu'on installe des ancrages sur un chevêtre, on doit vérifier la localisation de l'acier d'armature afin de ne pas couper une barre d'armature importante structurellement. Il faut également éviter d'intercepter des barres verticales lors du forage du trou, car l'extraction de la carotte de béton est alors pratiquement impossible.

Lorsqu'un pont est en pente et qu'on ne peut pas utiliser les plaques existantes, il faut prévoir l'utilisation de plaques biseautées, ou bien concevoir les appareils d'appui en conséquence.

3.6 SERVICES PUBLICS

- Il est important de vérifier s'il existe des conduits de services publics sur le pont et le cas échéant, de préciser aux plans et devis leur emplacement, leur diamètre et le service public concerné.
- La première option à considérer doit être d'installer les conduits de services publics ailleurs que sur le pont. Si cette option n'est pas possible, il est recommandé de prévoir une installation de nouveaux services publics ou un déplacement des services publics existants dans des conduits sous le tablier. Les supports des conduits ne doivent pas être fixés à la dalle; ils doivent plutôt être attachés à la partie supérieure des poutres. Ce type de support a l'avantage de faciliter l'inspection des conduits et de permettre un meilleur entretien à long terme.
- Aucun conduit ne doit être installé à l'intérieur d'un chasse-roue ou d'une glissière en béton. Cependant, si l'option de conserver des conduits existants dans le trottoir est inévitable, prévoir des manchons spéciaux adaptés pour les conduits où cela est requis aux extrémités de travée (voir figure 3.4.1). Ces manchons sont parfois fournis par les compagnies de services publics.
- Pour faciliter la réalisation de travaux sur un pont où des conduits de services publics sont existants (par exemple lors d'interventions sur des joints de tablier), il peut être nécessaire que le Ministère demande aux compagnies de services publics de déplacer temporairement leurs installations avant la réalisation du contrat. Un délai doit alors être prévu pour tenir compte de ce déplacement. Ce délai, qui varie en fonction du type et de l'importance des installations à déplacer, peut atteindre jusqu'à

12 mois. Il est parfois préférable de laisser en place des installations qui seraient très coûteuses à déplacer; il faudrait alors préciser aux plans et devis les précautions à prendre pour protéger les conduits et assurer la continuité du service pendant les travaux.

3.7 ACTIVITÉS D'ENTRETIEN

Les activités d'entretien qui sont présentées dans cette section sont les méthodes d'intervention les plus courantes permettant de corriger, à divers niveaux, les défauts identifiés lors de l'inspection des structures. Les méthodes d'intervention et les façons de faire proposer sont basées sur l'expérience acquise lors de travaux antérieurs ainsi que sur la dynamique de dégradation des différents éléments et matériaux composant les structures.

Les activités considérées comme entretien préventif (activités du groupe 1000) se retrouvent au chapitre 2 « Entretien préventif ».

Les activités d'entretien se répartissent en entretien courant (groupe 2000) et en réparation (groupe 3000).

Pour se repérer dans la codification des activités d'entretien (groupes 2000 et 3000), il peut être utile de mentionner les caractéristiques suivantes :

- Pour les unités de « centaine » :
 - X1YZ : activités associées à des éléments en béton;
 - X2YZ : " " " " " en acier;
 - X3YZ : " " " " " en bois.

Quelques activités complémentaires ne paraissent pas spécifiquement sur les fiches d'inspection. Ce sont des opérations de base telles que le levage du tablier (3002), les méthodes de réparation du béton (3101, 3102, 3103 et 3105), et d'autres, comme l'amélioration parasismique d'un pont (3025).

Des activités de réfection majeure sont également prévues dans le cadre d'une planification de gestion plus complète des structures (activités du groupe 5000). Ces activités correspondent aux interventions d'importance réalisées sur les structures : remplacement de la dalle (5003), remplacement du tablier (5002), remplacement complet de la structure (5001), renforcement du système structural (5004) et élargissement du tablier / pont (5005).

D'autres activités non normalisées touchent les interventions sur les tunnels / stations de pompage (5010), les systèmes d'éclairage (5015) ainsi que les participations financières particulières du Ministère (5020).

SIGNALISATION POUR PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
2333

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Intervention visant à mettre en place une signalisation aux approches d'un pont acier-bois dont le plancher peut représenter un danger potentiel pour les cyclistes.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Espacement entre les madriers de plancher longitudinaux qui présente un danger pour les cyclistes, et qui n'est pas déjà affiché aux approches.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Par souci de prudence et de sécurité, installer à chaque extrémité du pont une signalisation pour obliger les cyclistes à marcher à côté de leur bicyclette (panneau P-125) lorsque le pont se trouve sur ou à proximité d'une route utilisée comme piste cyclable.



PANNEAU P-125 - OBLIGATION DE DESCENDRE DE BICYCLETTE

SIGNALISATION POUR PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
2333

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 2

Notes

- . Un espacement entre les madriers de plancher longitudinaux doit être considéré comme un danger lorsqu'il est supérieur à 12 mm (certains pneus de bicyclette sont de petit diamètre).
- . Si la source de danger est localisée, se référer à l'activité 3334 – Réparation de plancher.
- . Si la situation jugée dangereuse pour les cyclistes est assez étendue et commande une intervention généralisée, il est suggéré de prévoir un remplacement du plancher avec des madriers placés à 45° (voir activité 3331).

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE / BUTOIRS

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation : réparation du béton détérioré d'un ou plusieurs blocs d'assise situés sous les appareils d'appui.

Modification : réfection de l'ensemble des blocs d'assise d'une même unité de fondation.

Cette intervention peut être utilisée également pour réaliser des blocs d'assise ou des butoirs qui sont inexistantes sur une unité de fondation.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Réparation

- . Désagrégation importante ou délaminage sur un ou des blocs d'assise supportant les appareils d'appui et affectant de façon importante leur capacité à supporter les charges.

B) Modification

- . Installation de nouveaux appareils d'appui de dimensions et/ou d'épaisseur différente.
- . Absence de blocs d'assise ou de butoirs.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation de blocs d'assise

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager les appareils d'appui ciblés par l'intervention, sans dépasser 15 mm (activité 3002).
2. Démolir le béton détérioré des blocs d'assise à réparer, y compris celui situé sous l'appareil d'appui.
3. Nettoyer les surfaces devant venir en contact avec le nouveau béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression pour enlever la poussière et les particules de béton détachées.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE / BUTOIRS

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 4

4. Mettre en place les coffrages de façon à délimiter le pourtour du bloc d'assise et humidifier les surfaces de béton avant le bétonnage.
5. Bétonner le bloc d'assise en s'assurant de combler l'espace vide sous l'appareil.
6. Enlever les coffrages et vérifier l'adhérence du nouveau béton au béton existant.

Notes relatives à A

- . Le soulèvement de la structure n'est effectué que pour prévenir l'affaissement de l'appareil lorsque la surface de support du bloc d'assise est diminuée de façon très importante par la démolition du béton.
- . Un béton de masse volumique normale de type V-S (35 MPa superplastifié), avec de gros granulats de calibre 5-14, doit être utilisé si l'épaisseur de béton à mettre en place est supérieure à 40 mm. Si l'épaisseur de béton est inférieure à 40 mm, il est recommandé d'utiliser un béton autoplaçant de réparation (type XIV-R ou type XIV-S (en sac pour de petites quantités)).
- . Le cas échéant, compléter les travaux aux blocs d'assise avant d'intervenir sur le joint de tablier situé au-dessus.

B) Modification des blocs d'assise

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager l'appareil, sans dépasser 15 mm (activité 3002). Enlever, si possible, tous les appareils d'appui.
2. Délimiter à l'aide d'un trait de scie de 20 mm les surfaces de béton à démolir.
3. Démolir le béton de façon à obtenir une surépaisseur d'au moins 100 mm ou jusqu'au béton sain, et pour dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes.
4. Couper s'il y a lieu les ancrages qui retiennent la partie inférieure des appareils à l'assise et enlever les appareils. La plaque supérieure des appareils ancrés à la poutre doit être laissée en place.
5. Nettoyer les armatures et la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'abrasif humide pour enlever la rouille et les granulats détachables.
6. Nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min., buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).
7. Ancrer les nouvelles barres d'armature dans l'assise existante à l'aide de trous et de coulis cimentaire.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE / BUTOIRS

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 4

8. Au besoin, mettre en place les coffrages de façon à délimiter le pourtour des blocs d'assise et humidifier les surfaces de béton avant le bétonnage.
9. Bétonner les blocs d'assise de façon à obtenir une surface horizontale.
10. Enlever les coffrages et mettre en place les nouveaux appareils d'appui.

Notes relatives à B

- . Il peut être nécessaire de modifier les blocs d'assise si l'on remplace les appareils d'appui existants par des appareils d'épaisseur différente (activité 3044), que le béton des blocs d'assise soit endommagé ou non.
- . La hauteur des blocs d'assise doit être établie en fonction de la hauteur des appareils d'appui de façon à ramener le tablier à son élévation initiale.
- . Les blocs d'assise doivent être d'une largeur plus grande que celle des poutres afin de permettre le forage des trous requis pour les ancrages.

Notes concernant A) et B)

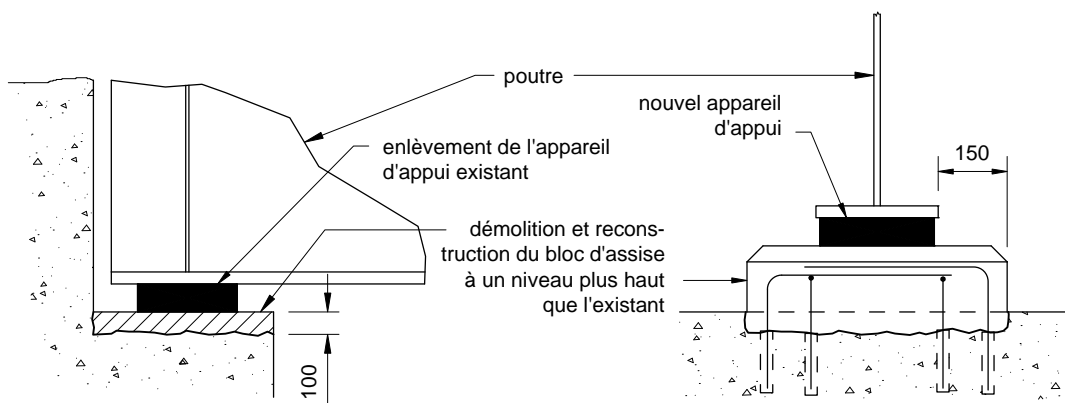
- . Des précautions doivent être prises afin de s'assurer que l'intégrité structurale du tablier est maintenue pendant et suite aux travaux de démolition. Le concepteur doit exiger dans certains cas un support temporaire.
- . Si les diaphragmes nuisent à la démolition du béton à partir du dessus de l'assise, la démolition à partir de l'avant de l'assise doit être envisagée.
- . Le cas échéant, effectuer les travaux aux blocs d'assise avant d'effectuer une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE / BUTOIRS

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2014

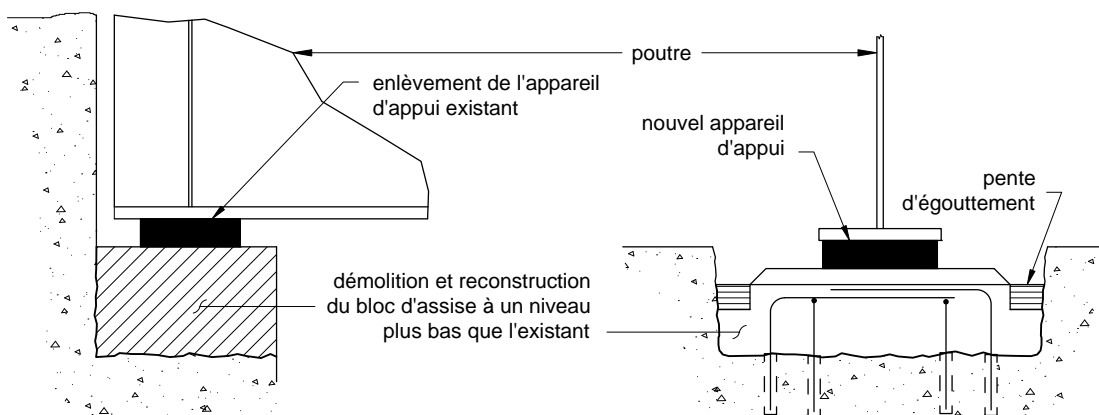
PAGE
4 de 4



PROFIL - DÉMOLITION

ÉLEVATION - RECONSTRUCTION

MODIFICATION - BLOC D'ASSISE PLUS HAUT QUE L'EXISTANT



PROFIL - DÉMOLITION

ÉLEVATION - RECONSTRUCTION

MODIFICATION - BLOC D'ASSISE PLUS BAS QUE L'EXISTANT

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Appareils d'appui et joints de tablier, chapitre 11.

DESCRIPTION

Remplacement d'un appareil d'appui à plaque en élastomère, d'un appareil avec éléments glissants ou d'un en acier par un appareil d'appui de même type ou de type différent.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Plaque en élastomère

- . Déchirure de la plaque ou décollement au niveau des frettes.
- . Renflement très important des côtés de la plaque en élastomère.

B) Appareil avec éléments glissants ou à élastomère confiné

- . Défauts pouvant entraîner une restriction de mouvement importante
 - Cylindre d'un appareil à élastomère confiné fissuré.
 - Dommages importants à la surface de la plaque en acier inoxydable.
 - Déplacement ou endommagement important du coussin en élastomère, de la plaque supérieure en acier ou de la plaque en PTFE.
 - Décollement important de la plaque en acier inoxydable.
 - Corrosion importante des éléments glissants en bronze et des plaques en acier.

C) Appareil en acier

- . Corrosion ou dommages des plaques ou d'autres éléments d'un appareil à plaques pouvant entraîner une restriction de mouvement importante.
- . Position instable d'un appareil à pendule pouvant affecter de façon importante la qualité de support du tablier.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 5

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager l'appareil, sans dépasser 15 mm (activité 3002).
2. Enlever l'appareil d'appui existant, en brisant si c'est nécessaire le béton de l'assise dans le but de couper les ancrages reliant la plaque inférieure de l'appareil à l'assise.
 - . Si la plaque supérieure de l'appareil est ancrée dans le béton de la structure, elle doit demeurer en place. Cependant, la plaque en acier inoxydable doit être enlevée et la surface de la plaque supérieure ainsi découverte doit être nettoyée pour enlever la rouille.
3. Mettre en place le nouvel appareil d'appui.
 - . Si le nouvel appareil est un appareil avec éléments glissants, la position de la partie supérieure par rapport à la partie inférieure, dans l'axe longitudinal de la structure, doit correspondre à la position prévue pour la température de pose.
 - . Si la plaque supérieure de l'ancien appareil est demeurée en place, la plaque supérieure en acier du nouvel appareil doit être soudée à la plaque conservée.

Notes

- . Pour des appareils avec éléments glissants ou à élastomère confiné comportant des déficiences ou des dommages importants sur l'une ou plusieurs de ses composantes, il est généralement plus économique de procéder à leur remplacement.

Des croquis illustrant les différentes pièces composant un appareil d'appui avec éléments glissants et un appareil à élastomère confiné sont montrés à la fin de l'activité.

- . Le choix et le dimensionnement du nouvel appareil d'appui sont fonction des charges à supporter et des mouvements dus à la dilatation et à la rotation des travées. Au besoin, consulter un ingénieur en structure.
- . Il est préférable d'utiliser des appareils d'appui en élastomère fretté pour remplacer les appareils existants, les appareils à glissement exigeant un plus grand entretien. Les charges et les déplacements anticipés permettent parfois le remplacement des appareils, car les mouvements réels sont souvent inférieurs à ceux prévus lors de la construction du pont.
- . Le remplacement d'appareil d'appui peut nécessiter une modification des blocs d'assise (activité 3042) si le nouvel appareil d'appui est d'une hauteur différente.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 5

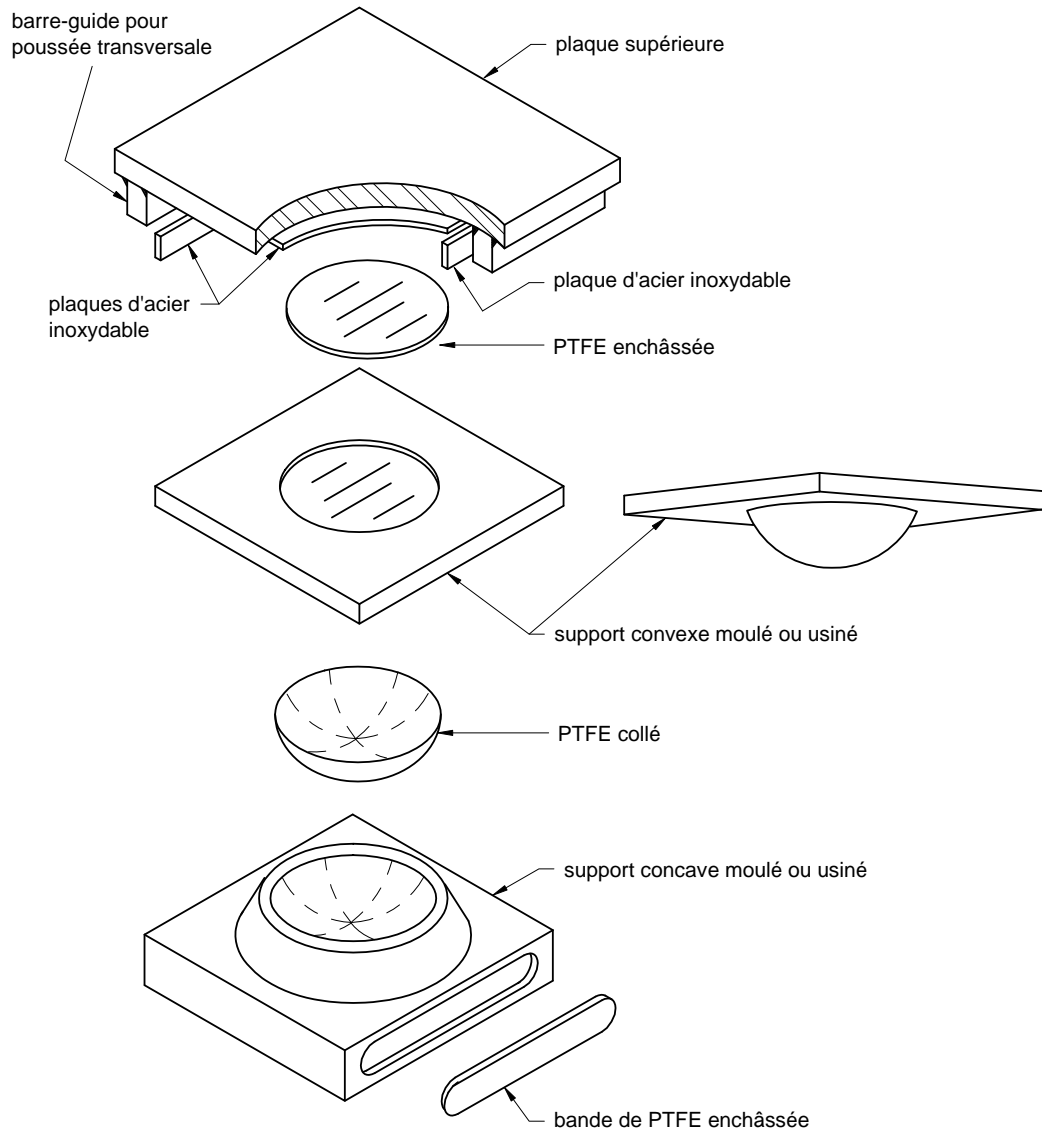
- . Si l'intervention prévoit une modification ou le remplacement des ancrages résistants aux charges horizontales, les efforts utilisés pour la conception ne devront pas être inférieurs à la capacité d'origine du système de résistance aux charges horizontales (longitudinales et transversales).
- . Tous les appareils d'appui supportant la même extrémité du tablier ou au niveau du même axe d'appui doivent être de même type.
- . Remplacer les appareils d'appui avant d'effectuer s'il y a lieu une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus des appareils.
- . Les surfaces galvanisées des plaques endommagées par la soudure doivent être recouvertes de deux couches d'un enduit riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.
- . Il est important de vérifier l'horizontalité du dessous des semelles inférieures ou des plaques d'appui sous les poutres lors de la préparation d'un projet. Prévoir au besoin une réparation des dessous de poutre ou l'utilisation de plaques d'appui biseautées.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 5



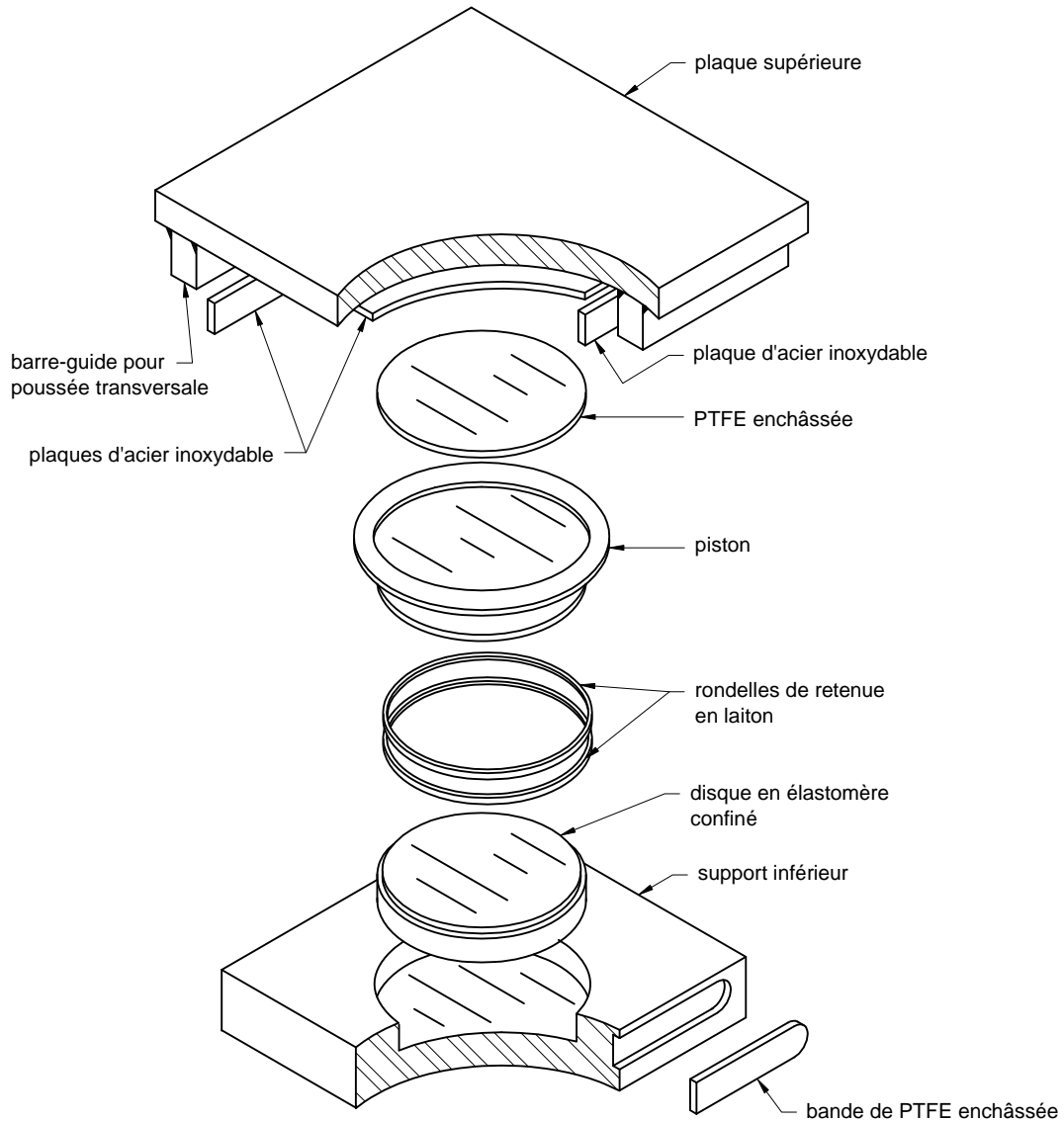
APPAREIL D'APPUI À GLISSEMENT

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 5



APPAREIL D'APPUI À ÉLASTOMÈRE CONFINÉ

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Appareils d'appui et joints de tablier, chapitre 11.

DESCRIPTION

Remplacement d'un joint de tablier existant par un nouveau joint.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

Tous les types de joints

- . Infiltration d'eau par les différents éléments du joint pour un pont situé sur une route dont le DJMA est supérieur à 500; un joint de tablier ouvert sans dalot fonctionnel ou un joint de type plaques en élastomère fretté sont considérés comme non étanches.
- . Mouvement du ou des tabliers complètement ou partiellement empêché par une anomalie de fonctionnement difficilement réparable du joint de tablier.
- . Fissure dans les cornières d'épaulement ou rupture des ancrages fixant la cornière au béton de l'épaulement.
- . Décalage vertical de plus de 10 mm entre deux éléments en acier d'un joint faisant saillie sur laquelle peuvent venir buter les équipements de déneigement.
- . Défaut de béton, décalage vertical entre le joint et l'enrobé ou entre deux éléments du joint présentant un danger important pour la sécurité des usagers.

Joints à plaque en élastomère fretté

Quelques joints de ce type ont été installés dans les années 1960. Ces joints sont à remplacer dès que possible, compte tenu de leur âge et de leur absence d'étanchéité.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 7

Joint à plus d'une garniture

- . Blocage par la rouille du mécanisme d'espacement des garnitures.
- . Séparateurs de garnitures du joint désalignés, inclinés, endommagés, dessoudés de leurs supports ou saillants au-dessus du joint.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Mettre en place les dispositifs de retenue temporaires prévus dans les Normes du MTQ – Tome V – Signalisation routière pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers durant la démolition et la reconstruction nécessaire de la partie du chasse-roue, trottoir ou de la glissière.
2. Enlever l'enrobé sur toute la superficie de la dalle. Excaver le remblai d'approche si le remplacement est effectué à une culée.

L'enlèvement de l'enrobé sur toute la superficie de la dalle devrait être privilégié dans le cas d'une épaisseur excessive d'enrobé afin de positionner le joint à un niveau plus compatible avec la capacité structurale du pont. Il en est de même lorsque le profil longitudinal est déficient afin d'améliorer le confort ou la sécurité des usagers.

L'enlèvement de l'enrobé peut également se faire de part et d'autre du joint à remplacer, mais cette option limite la portée de l'intervention.

3. Démolir les deux extrémités de dalle (joint de tablier à une pile) ou la partie supérieure du garde-grève et l'extrémité de dalle (joint de tablier à une culée) et enlever le joint de tablier existant et s'il y a lieu les coffrages laissés en place antérieurement.
4. Mettre en place le nouveau joint de tablier sans la garniture enclenchée, s'assurer qu'il est au bon niveau, qu'il a l'ouverture indiquée aux plans d'atelier et le souder solidement aux barres d'armature de la dalle, et du garde-grève s'il y a lieu. Procéder à l'ajustement du joint avec les vis prévues à cet effet. Enlever les plaques ou les cornières d'assemblage temporaires dès que le joint est fixé aux armatures. Pour un joint de tablier à plus d'une garniture, prévoir une épaisseur de béton armé d'au moins 100 mm sous les boîtes des barres de support.
5. Procéder au bétonnage du garde-grève, de la dalle et des trottoirs ou chasse-roues dans une même coulée.
6. Enlever tous les coffrages.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 7

7. Remblayer au besoin (pour un joint de tablier à une culée), puis poser le nouvel enrobé.
8. Installer la garniture à l'aide d'outils fournis par le fabricant du joint pour éviter toute perforation ou tout mauvais enclenchement.
9. Effectuer un essai d'étanchéité.

Notes

- . Avant de procéder au remplacement d'un joint de tablier, il faut privilégier, si possible, la réalisation d'un joint dalle sur culée (activité 3052) ou l'élimination de joint à une pile (activité 3053), si les conditions le permettent (voir notions générales sur les joints de tablier).
- . Consulter un ingénieur en structure pour les cas où il faut un joint avec un mouvement supérieur à 100 mm.
- . Le nouveau joint de tablier est à épaulements en acier en raison de sa grande durabilité (comparée à épaulements en béton), et à cause de son confort de roulement (faible largeur).
- . Prendre en considération la présence possible de services publics.
- . Si les infiltrations d'eau sont dues à la non-étanchéité de la garniture enclenchée causée par une perforation ou une déchirure, seul le remplacement de la garniture (activité 1031) devrait être envisagé. Si une garniture en bon état n'est que désenclenchée localement, elle peut être remise en place.
- . Prévoir la pose d'un joint avec dalot pour tout joint de tablier localisé à une pile. Il faut prévoir aussi la pose d'un joint avec dalot pour tout joint localisé à une culée lorsque le DJMA de la route est supérieur à 500.
- . Lorsque l'enlèvement de l'enrobé est réalisé sur toute la dalle, positionner le joint à un niveau tel que la différence d'élévation entre le dessus du joint et celui de la dalle ne dépasse pas trop 65 mm pour ne pas surcharger le système structural du pont par une épaisseur abusive d'enrobé. Ce positionnement est fait à partir du relevé d'arpentage réalisé pour le calcul des épaisseurs de la correction à l'enrobé du revêtement.

Lorsque l'enlèvement de l'enrobé n'est réalisé que de part et d'autre du joint à remplacer, la pente transversale du joint doit être similaire à celle de l'enrobé demeuré en place. La pente longitudinale du joint et celle du nouvel enrobé doivent être dans la continuité de la pente de l'enrobé demeuré en place.

REEMPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 7

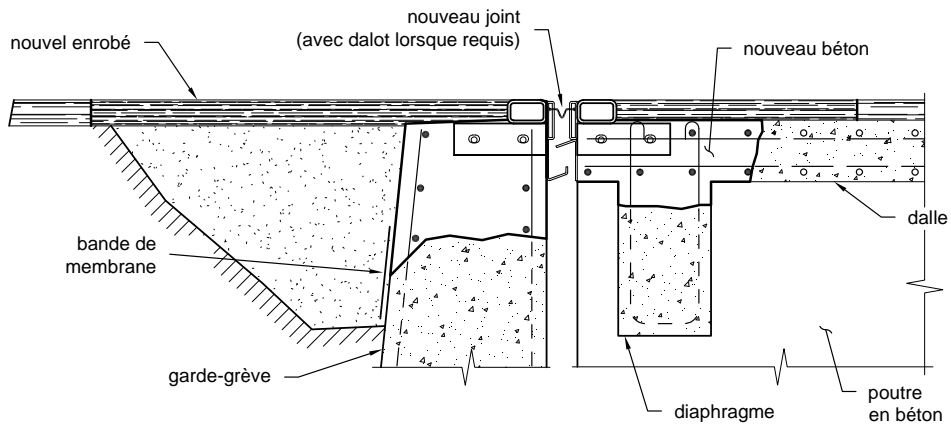
- . Pour une dalle épaisse ou un tablier en béton précontraint par post-tension, des précautions supplémentaires doivent être prises afin de s'assurer que l'épaisseur restante de béton après la démolition soit suffisante pour que l'intégrité structurale du tablier soit maintenue. Dans certains cas, le concepteur doit exiger un support temporaire pendant les travaux (voir croquis).
- . S'assurer que la distance libre entre le garde-grève et le tablier est suffisante pour permettre le mouvement prévu du tablier. Si elle est insuffisante, reconstruire le garde-grève en l'éloignant suffisamment du tablier.
- . S'assurer que la distance libre entre les deux extrémités de tablier est suffisante pour permettre le mouvement prévu des tabliers. Si elle est insuffisante, prévoir l'élimination de joint de tablier à cette pile (activité 3053).
- . Si le nouveau joint est moins large que le joint existant, il faut rallonger la dalle du ou des tabliers pour combler la différence de largeur.
- . Pour éviter le collage de deux sections de garniture, les parties du joint de tablier situées sur les trottoirs ou chasse-roues doivent être dans l'axe du joint de la dalle. Consulter un ingénieur en structure avant d'éliminer les changements de direction d'un joint de tablier existant.
- . Voir la figure 11.3.13 du *Manuel de conception* pour déterminer le profil de la garniture du joint de tablier sur le côté extérieur du pont et, s'il y a lieu, à la glissière médiane.
- . L'ouverture du joint au moment de la pose est fonction de la température mesurée sous le tablier lorsqu'on fixe par soudage le joint aux barres d'armature. Cette ouverture est établie à partir du tableau « Ouverture – Température » des plans d'atelier.
- . Pour des travaux réalisés en phases, réduire au minimum le nombre de joints d'assemblage, car il est très difficile d'étancher le joint par soudure près de l'enclenchement de la garniture. Si possible, localiser les joints d'assemblage le plus près possible du point haut transversal.
- . La garniture du joint est posée en une seule opération à la fin des travaux. Celle-ci est posée par le fabricant du joint pour un pont avec un trottoir ou lorsqu'un joint à plus d'une garniture est utilisé.
- . Pour les détails d'une approche avec une dalle de transition qui se continue en chaussée rigide en béton, se référer au dessin normalisé 014 – Chapitre 2 – Tome II – Normes MTQ.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

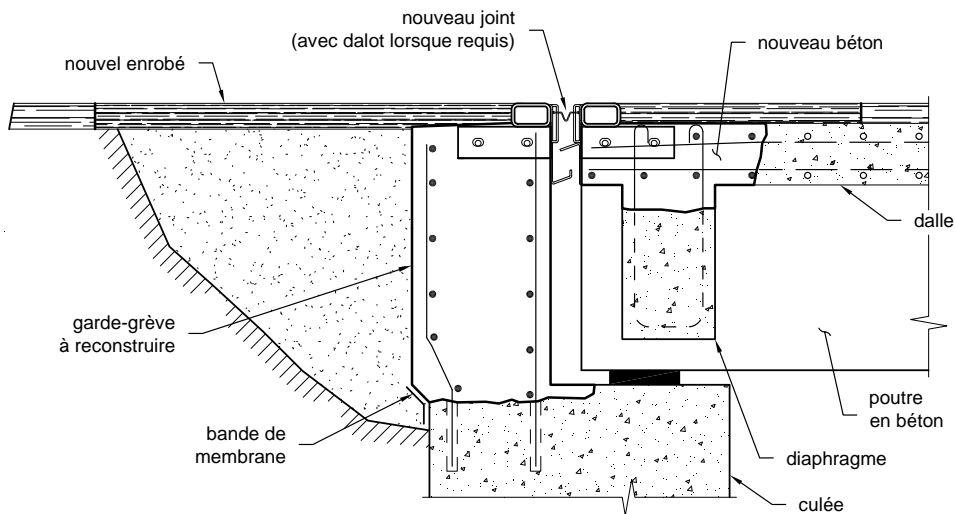
ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 7



GARDE-GRÈVE EXISTANT À RECONSTRUIRE PARTIELLEMENT



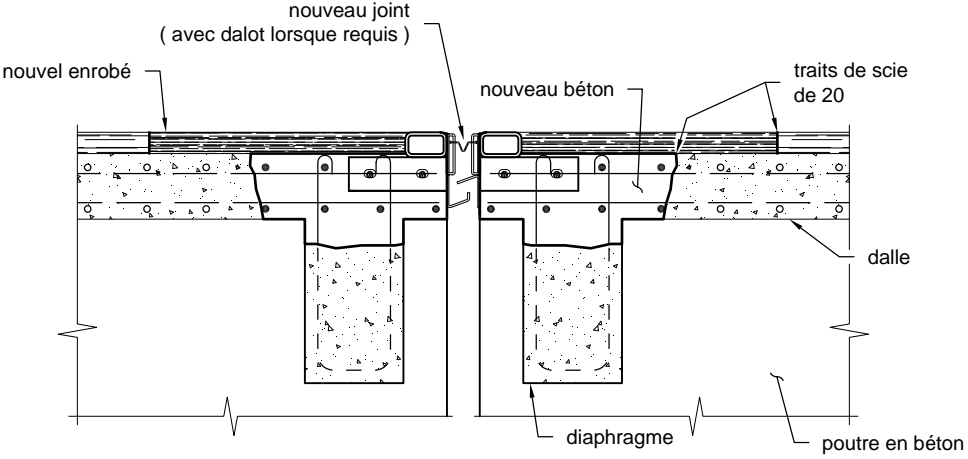
GARDE-GRÈVE À RELOCALISER

REPLACEMENT À UNE CULÉE - SANS DALLE DE TRANSITION

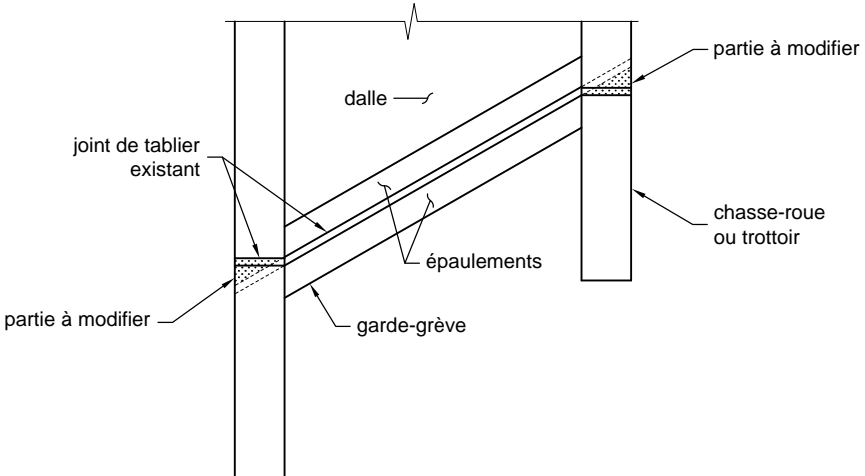
- Note : Pour les détails avec dalle de transition, se référer au dessin normalisé 002 - Chapitre 2 Tome II - Normes MTQ.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ 3051
DATE Janv 2014
PAGE 6 de 7



REPLACEMENT À UNE PILE



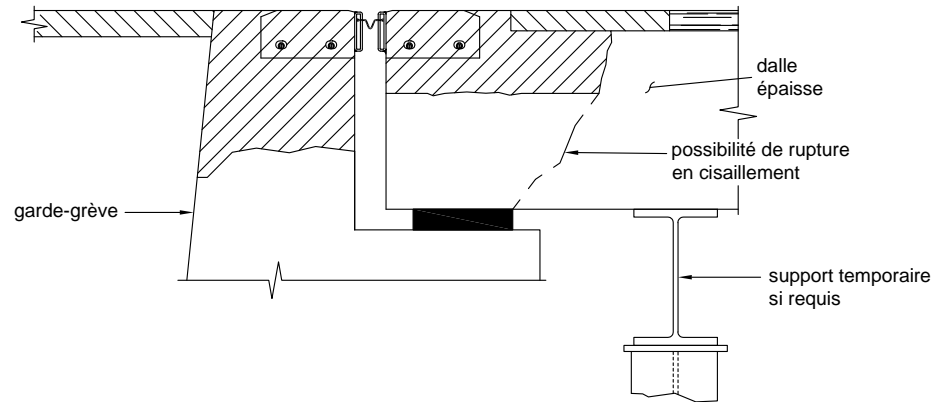
JOINT DE TABLIER AVEC BIAIS

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2014

PAGE
7 de 7



DÉMOLITION POUR REMPLACEMENT DE JOINT À UNE CULÉE - DALLE ÉPAISSE

JOINT DALLE SUR CULÉE

ACTIVITÉ
3052

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Modification d'un joint de tablier à une culée en prolongeant la dalle au-dessus du garde-grève.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères décrits à l'activité 3051 – Remplacement d'un joint de tablier. Au lieu d'un remplacement d'un joint de tablier à une culée, la présente activité est l'option à envisager lorsque le mouvement du joint existant est de 20 mm ou moins.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Mettre en place les dispositifs de retenue temporaires prévus dans les Normes du MTQ – Tome V – Signalisation routière pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers durant la démolition et la reconstruction nécessaire de la partie du chasse-roue, trottoir ou de la glissière.
2. Enlever l'enrobé sur toute la superficie de la dalle ou seulement de part et d'autre du joint à modifier. Excaver le remblai d'approche derrière la garde-grève.
3. Démolir la partie supérieure du garde-grève et l'extrémité de la dalle, enlever le joint de tablier existant, et enlever s'il y a lieu les coffrages laissés en place antérieurement. Démolir aussi au besoin la dalle de transition existante.
4. Installer le profilé HSS Ø 75 mm vis-à-vis du mur en retour.
5. Procéder au bétonnage du garde-grève, et des chasse-roues, trottoirs ou glissières de la culée lors d'une 1^{re} coulée.
6. Procéder au bétonnage de la dalle, et des chasse-roues, trottoirs ou glissières du tablier lors d'une 2^e coulée.
7. Enlever tous les coffrages.

JOINT DALLE SUR CULÉE

ACTIVITÉ
3052

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 5

8. Pour un pont sans dalle de transition, installer le drain flexible, le système de drainage préfabriqué et la bande de caoutchouc.
9. Pour un pont avec une dalle de transition :
 - Installer la partie du système de drainage préfabriqué sous la dalle de transition. Remblayer jusqu'au niveau du dessous de la dalle de transition. Installer les drains en PVC dans la dalle de transition.
 - Procéder au bétonnage de la dalle de transition lors d'une 3^e coulée.
 - Installer le système de drainage préfabriqué au-dessus du niveau de la dalle de transition.
10. Installer la garniture compressible à l'interface du haut du mur en retour et du côté extérieur du pont.
11. Remblayer et poser le nouvel enrobé.

Notes

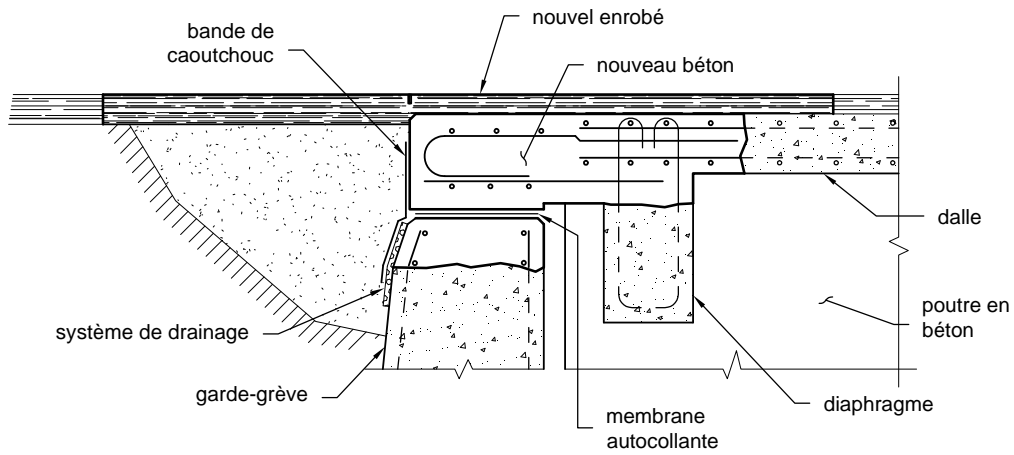
- . Si la chaussée de l'approche près de la culée est en béton (chaussée rigide), se référer aux dessins normalisés 003 et 013 du Tome II – Construction routière, chapitre 2.
- . Vérifier l'emplacement des poteaux de glissières attenant au joint de tablier et modifier au besoin l'attache de la glissière afin qu'elle puisse permettre les mouvements de tablier après les travaux.
- . S'assurer que la distance libre entre le garde-grève et le tablier est suffisante pour permettre le mouvement prévu du tablier; si elle est insuffisante, reconstruire le garde-grève en l'éloignant suffisamment du tablier. La reconstruction du garde-grève n'est pas nécessaire lorsque les deux conditions suivantes sont réunies :
 - il n'y a pas d'augmentation de mouvement à la culée (voir figure 3.4-2 du présent manuel);
 - le garde-grève et l'extrémité des poutres sont en bon état.
- . Prendre en considération la présence de services publics.
- . Pour une dalle épaisse ou un tablier en béton précontraint par post-tension, des précautions supplémentaires doivent être prises afin de s'assurer que l'épaisseur restante de béton après la démolition est suffisante pour que l'intégrité structurale du tablier soit maintenue. Dans certains cas, le concepteur doit exiger un support temporaire pendant les travaux (voir croquis).

JOINT DALLE SUR CULÉE

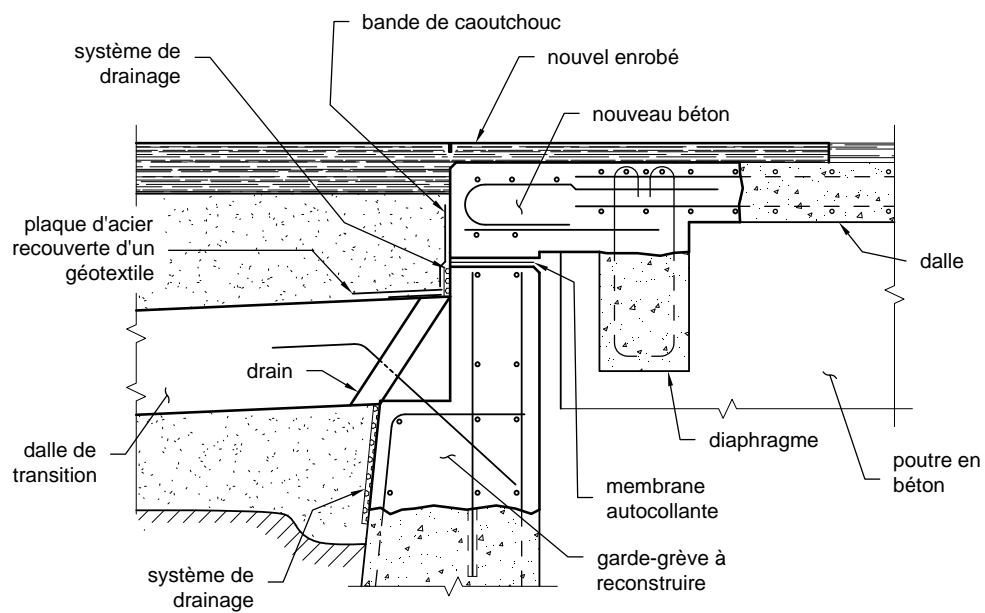
ACTIVITÉ
3052

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 5



SANS DALLE DE TRANSITION



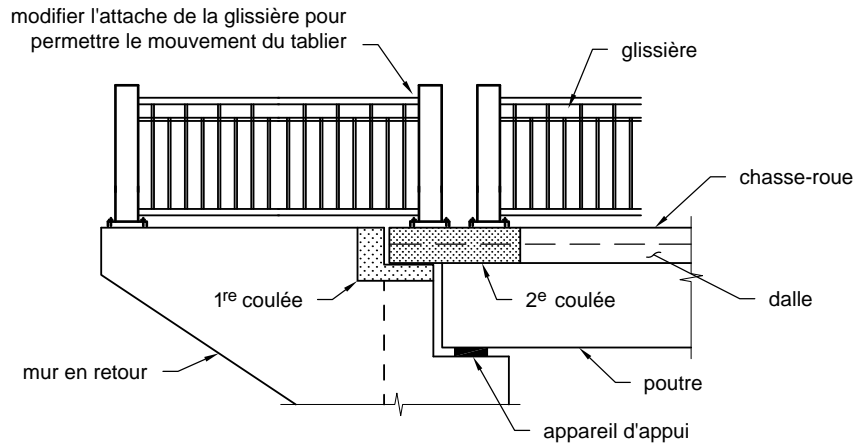
AVEC DALLE DE TRANSITION

JOINT DALLE SUR CULÉE

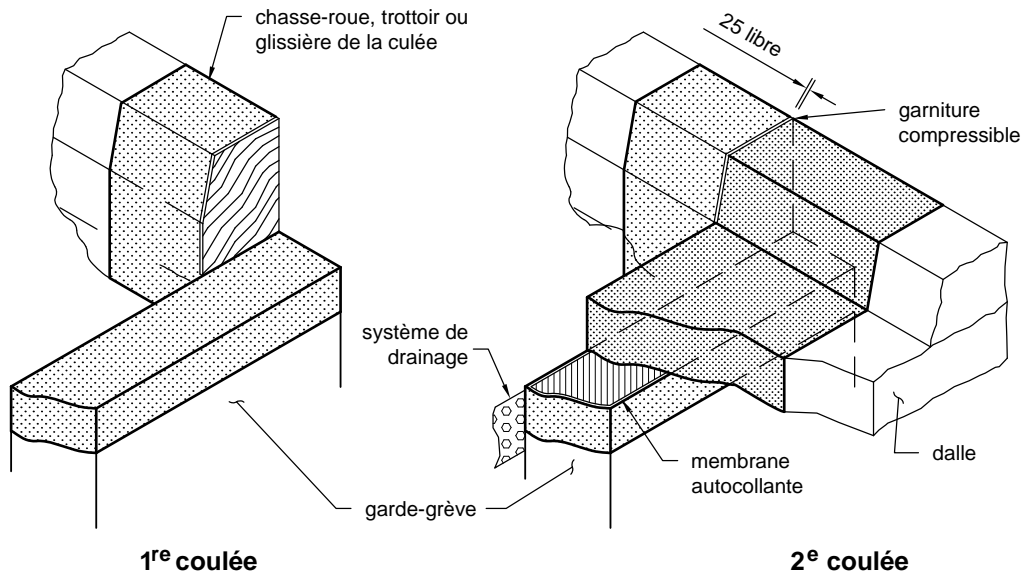
ACTIVITÉ
3052

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 5



MODIFICATION DE GLISSIÈRE À UNE CULÉE



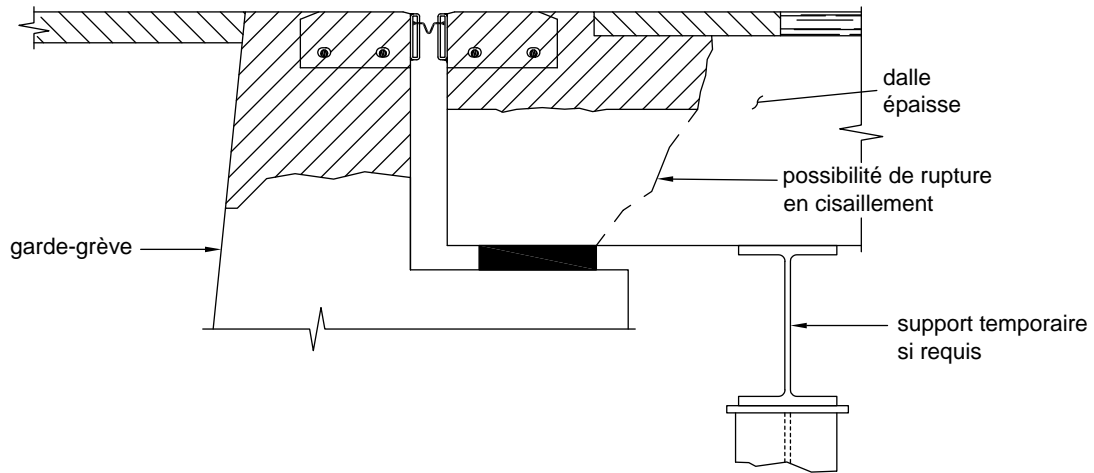
SÉQUENCE DE BÉTONNAGE

JOINT DALLE SUR CULÉE

ACTIVITÉ
3052

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 5



DÉMOLITION POUR JOINT DALLE SUR CULÉE - DALLE ÉPAISSE

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

A) Réparation

Réparation du béton de la surface d'un trottoir, d'un chasse-roue ou d'une bande médiane en béton.

La présente activité peut également être utilisée pour intervenir sur une extrémité de chasse-roue ou de trottoir à l'approche afin de réduire le niveau de risque qui y est associé.

B) Remplacement

La présente activité peut également être utilisée pour remplacer un élément devenu non fonctionnel ou construire un élément inexistant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Réparation

- . Défauts importants du béton observés sur une étendue restreinte de la surface de l'élément.
- . Défauts du béton, décalage vertical ou déplacement latéral à la surface d'un trottoir, d'un chasse-roue ou d'une bande médiane représentant un danger important pour les usagers.
- . Transition de chasse-roue ou trottoir à l'approche présentant un obstacle pour les usagers ($h > 100$ mm).

B) Remplacement

- . Défauts importants observés de façon généralisée sur la surface de l'élément.
- . Absence de chasse-roue.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 4

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation

Voir activité 3131 – Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

B) Remplacement

- . Le remplacement d'un trottoir ou d'un chasse-roue se fait fréquemment en même temps que la réparation de la dalle (act. 3131) ou bien lors de la réfection de côtés extérieurs (act. 3134).
- . Pour la construction d'un nouveau trottoir ou chasse-roue engendrant une modification fonctionnelle du pont, le concepteur doit se référer aux exigences spécifiées aux dessins types de conception.

Notes

- . Les défauts tels que la désagrégation d'un béton de mauvaise qualité ou la corrosion des armatures dont le recouvrement est trop mince ne peuvent pas être réparés efficacement par la méthode proposée dans cette activité. Il est recommandé d'attendre que les surfaces endommagées soient suffisamment importantes pour nécessiter une réfection complète. En attendant, le trottoir devrait être réparé à l'enrobé (activité 3026 – Rapiéçage à l'enrobé).
- . Lorsque des réparations majeures de la structure sont prévues à court ou à moyen terme, la réparation temporaire de la surface du trottoir peut être faite avec de l'enrobé.
- . Lorsque les surfaces à réparer sont petites, le remplissage des cavités peut être fait avec un mortier cimentaire en sacs (norme MTQ-3801).
- . Le décalage vertical entre deux sections de trottoir, généralement aux culées, peut être corrigé en construisant une transition à l'aide d'un mortier de réparation ou d'un enrobé. La pente de la transition doit être inférieure à 10 %.
- . Lors d'une réparation de trottoir ou de chasse-roue, il peut être approprié d'enlever les plaques en acier qui sont endommagées à la jonction de la face verticale et de la chaussée, car elles peuvent être la source d'infiltration d'eau à l'arrière et provoquer une détérioration prématurée du béton.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 4

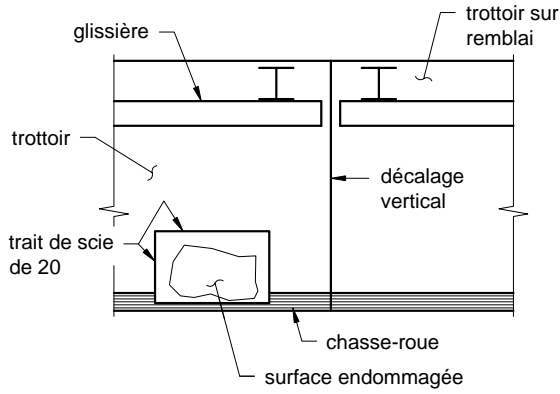
- . L'obstacle que représente une extrémité de chasse-roue qui ne se prolonge pas à l'approche peut engendrer une configuration à risques pour les usagers. Dans cette situation, il est recommandé d'intervenir. Lorsque la largeur du chasse-roue est très grande, il faut se baser sur le type d'intervention prévue pour corriger une extrémité de trottoir (se référer au Tome VIII des normes du MTQ).
- . L'obstacle que représente une extrémité de trottoir de pont qui ne se prolonge pas à l'approche constitue une situation de danger devant être corrigée à l'aide d'une transition sécuritaire. Ainsi, comme principe d'intervention, il est recommandé de prévoir une transition de hauteur entre le niveau du trottoir et celui de la chaussée. Cette transition de hauteur est proposée sur une longueur de 7,6 m (deux longueurs d'éléments de glissement), et la configuration est aménagée de façon à conserver une hauteur de service de « $H \pm 75$ » mm (H étant la hauteur à partir de la chaussée jusqu'au-dessus du profilé (GTOG) de la glissière à l'approche. L'utilisation d'un enrobé pour réaliser cette transition de hauteur peut être appropriée.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

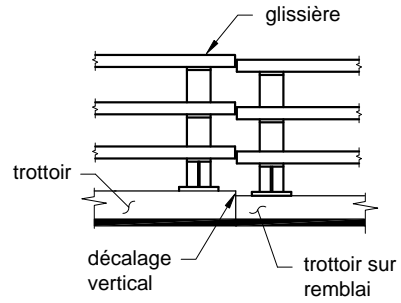
ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2014

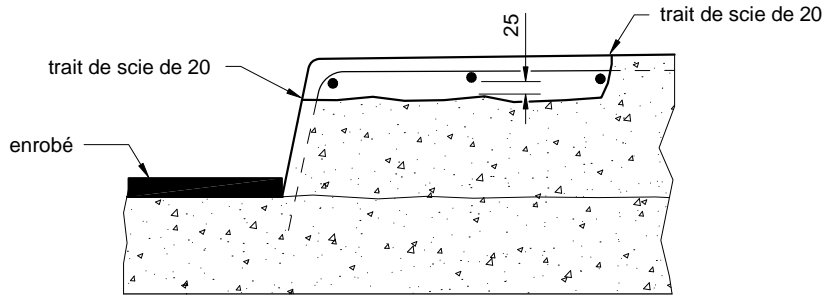
PAGE
4 de 4



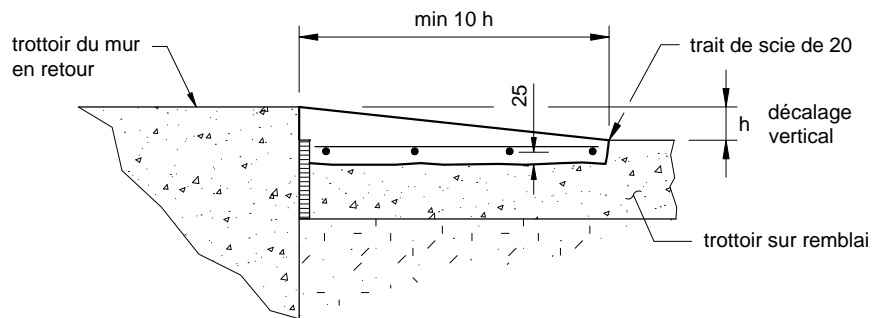
PLAN



ÉLÉVATION



RÉPARATION DE LA SURFACE



RÉPARATION DU DÉCALAGE VERTICAL

RÉPARATION DE TROTTOIR

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 11

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VII – Matériaux, chapitre 3

DESCRIPTION

Réparation d'un élément en béton consistant à enlever le béton endommagé sur une certaine profondeur et à refaire la surface avec du béton mis en place dans des coffrages. Cette réparation peut être faite avec du béton de masse volumique normale ou du béton autoplaçant.

La réparation avec du béton projeté ou du béton autoplaçant visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus des armatures existantes dégagées doit être réalisée sur les principes d'une réparation sans surépaisseur.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères de base suivants :

- . Délaminage ou éclatement du béton observé sur une étendue restreinte de la surface d'un élément; les autres parties de la surface de l'élément ne doivent pas présenter d'autres défauts. Le béton sous-jacent doit être de bonne qualité, le recouvrement des barres d'armature doit être idéalement de l'ordre de 50 mm pour une réparation avec un béton de masse volumique normale et de 30 mm avec du béton autoplaçant. Un recouvrement des barres d'armature de moins de 50 mm sans être inférieur à 30 mm peut être acceptable pour une réparation avec un béton de masse volumique normale, à condition d'utiliser un gros granulat de calibre 5-14.

MÉTHODE DE TRAVAIL

De façon générale, on utilise du béton autoplaçant afin de réparer des éléments minces et élancés (poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes) dont le béton est de bonne qualité, lorsque l'utilisation d'un béton de masse volumique normale est problématique : surfaces à réparer d'accès difficile, endroit restreint, consolidation du béton difficile, élément fortement armé.

La réparation avec coffrages sans surépaisseur comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton;
- . La préparation des surfaces;

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 11

- . La reconstruction de la surface en béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Délimiter la surface à réparer par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . Les surfaces de béton délaminé à réparer doivent être détectées et précisées en utilisant un marteau de géologue ou de maçon.
 - . Les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et dépasser d'au moins 150 mm le pourtour de la surface endommagée.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles d'une réparation; la délimitation est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel de 7 kg. Les surfaces à réparer doivent être intégrées en une seule si elles se trouvent à moins de 600 mm l'une de l'autre.
 - . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
2. Démolir le béton jusqu'au béton sain et jusqu'à la profondeur minimale requise, soit :
 - . 100 mm, lorsqu'un béton de masse volumique normale est utilisé. Pour une réparation de grandes dimensions, une profondeur minimale de démolition de 125 mm est recommandée pour être en mesure d'utiliser des tirants de coffrages standards (longueur 100).
 - . 80 mm, lorsqu'un béton autoplaçant est utilisé. Pour une réparation de grandes dimensions, une profondeur minimale de démolition de 100 mm est recommandée pour pouvoir utiliser des tirants de coffrages spéciaux (longueur 75).
 - . Est considéré comme sain un béton non délaminé dont le lien entre les constituants n'est pas détruit par l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.
 - . La profondeur de démolition peut être inférieure à 100 mm lorsqu'il y a un risque d'affecter l'intégrité d'éléments fragiles comme dans le cas de poutres en béton précontraint (par exemple gaines et torons).
 - . Les équipements de démolition doivent être choisis et manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 11

- . Les balises générales pour la démolition du béton sont les suivantes :
 - Pour la démolition du béton vis-à-vis et sous la première nappe d'armature des poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 7 kg doit toujours être utilisé.
 - Pour la démolition du béton au-dessus de la première nappe d'armature des poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés et pour la démolition du béton vis-à-vis et sous la première nappe d'armature des autres éléments, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg doit être utilisé.
 - L'utilisation d'un support hydraulique adapté au marteau pneumatique 15 kg (de type P.A.M.) est permise et même encouragée en raison d'une opération plus sécuritaire et d'une productivité accrue, sans augmenter l'énergie de choc du marteau.
 - Pour la démolition du béton situé au-dessus de la première nappe d'armature des éléments autres que les poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés semblables, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 30 kg doit être utilisé. Un marteau hydraulique d'énergie de choc inférieur à 60 J peut être accepté en équivalence.
 - Pour de grandes surfaces verticales d'éléments d'épaisseur supérieure à 450 mm, un marteau hydraulique d'énergie de choc inférieur à 200 J monté sur un équipement motorisé peut être utilisé pour la démolition du béton jusqu'à l'armature. Si plusieurs marteaux hydrauliques sont utilisés sur un élément, la distance entre chacun doit être supérieure à 5 m.
 - . L'hydrodémolition peut être utilisée partout où cette technique est applicable. La récupération des eaux résiduelles et la production de niveaux de bruit élevés en sont les principales contraintes d'exécution.
 - . Dans le cas de surfaces ayant un recouvrement de béton important par-dessus les armatures, l'utilisation d'un scarificateur pour démolir jusqu'à la première nappe peut être une solution envisageable.
3. Dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes par la démolition.
- . Lorsque la démolition entraîne le dégagement d'une grande quantité d'armatures, ces dernières devraient être fixées au béton avec des ancrages disposés à une distance maximale de 600 mm c/c dans les deux directions. Pour une réparation de petites dimensions, la distance entre les ancrages pourrait être diminuée. Les ancrages peuvent être des tiges en acier d'un diamètre de 12 mm ancrées mécaniquement dans le béton à une profondeur minimale de 200 mm.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 11

Notes relatives à la démolition

- . Pour s'assurer que la durabilité de la réparation sans surépaisseur ne soit pas compromise par une activité corrosive, les armatures doivent être dégagées de 25 mm de façon à pouvoir être nettoyées en dessous comme au-dessus.
- . Le dégagement des armatures permet en outre d'intégrer les armatures existantes au nouveau béton et assure ainsi un meilleur ancrage avec le béton conservé.
- . Lorsque les travaux touchent une partie importante de l'élément, l'impact du dégagement des armatures sur la capacité de cet élément doit être évalué par un ingénieur en structure, spécialement dans le cas d'éléments structurellement sensibles comme les colonnes, les chevêtres et les poutres.
- . Dans la plupart des cas, la démolition sur une profondeur de 100 mm assure le dégagement des barres d'armature.
- . Lorsqu'il y a la présence de plus de deux rangs d'armatures, il ne faut dégager qu'un rang dans chaque direction.
- . Dans les cas où aucune armature ne serait rencontrée dans des éléments structurellement sensibles, les travaux doivent être suspendus, et leur poursuite devrait être évaluée par un ingénieur en structure.

B) Préparation des surfaces

1. Une préparation des surfaces doit être réalisée à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'abrasif humide sur :
 - Les barres d'armature ayant été exposées lors de la démolition, pour enlever toute la rouille détachable (strates, couches...). Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones plus difficiles d'accès, comme le dessous des barres d'armature.
 - Les surfaces de béton à conserver pour détacher les particules et les granulats.
 - Les surfaces d'acier de charpente en contact avec le nouveau béton, s'il y a lieu, le but visé étant le même que pour l'acier d'armature.

L'étape de la préparation des surfaces n'est pas requise lorsque la démolition est effectuée par hydrodémolition car le type d'équipement utilisé pour cette méthode donne les mêmes résultats que la préparation en tant que telle.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 11

2. Une fois la préparation de base complétée, nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

Ce nettoyage final doit être effectué même lorsque l'hydrodémolition est utilisée comme méthode pour enlever le béton.

C) Reconstruction de la surface en béton

1. Au besoin, supporter ou fixer les armatures existantes.
 - . Les armatures dégagées doivent être fixées aux tirants de coffrages lorsque la plus petite dimension de la réparation est supérieure à 1500 mm, en assumant que la profondeur de démolition permet la pose de tirants.
 - . Les barres d'armature des surfaces verticales doivent être attachées aux tirants des coffrages; des espaceurs circulaires en plastique peuvent être également utilisés pour maintenir les armatures en position verticale.
 - . Les armatures se trouvant à moins de 50 mm de la surface doivent, si possible, être déplacées vers l'intérieur afin d'augmenter leur recouvrement.
2. Au besoin, ajouter des armatures de même diamètre que celles existantes pour compenser la perte d'acier des barres dont la section est diminuée de plus de 30 %, soit par la corrosion, soit par les travaux de démolition.
 - . En général, la perte de section sur des barres d'armature peut être compensée globalement. Ainsi, dans le cas où plusieurs barres auraient une perte de section de l'ordre de 30 %, il serait possible de n'ajouter qu'une barre supplémentaire pour trois barres détériorées.
 - . Pour établir la continuité, la longueur de chevauchement nécessaire de part et d'autre de la section endommagée doit être d'au moins 600 mm. Pour de l'armature structurale, cette longueur doit être calculée par un ingénieur en structure. Aucune jonction par soudure ne doit être réalisée sur une barre d'armature existante sans l'autorisation préalable d'un spécialiste en métallurgie.
3. Au besoin, poser des ancrages et des armatures.
 - . Lorsque les travaux de démolition ne permettent pas de découvrir d'armature, la couche de béton de réparation doit être armée et ancrée au béton conservé.
 - . Les armatures doivent être des barres n° 15 espacées à 300 mm c/c dans les deux directions et posées de manière à obtenir un recouvrement de béton de 50 mm.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
6 de 11

- . L'option à privilégier pour fixer ces armatures est de les attacher aux tirants de coffrages.
 - . L'autre option possible pour fixer les armatures est de les attacher à des ancrages, préalablement installés à 600 mm c/c dans les deux directions. Prévoir un espacement plus petit pour une réparation de faibles dimensions (ex. : plus petit que 2 m x 2 m). Des ancrages chimiques (époxy) ou au moyen de coulis cimentaire peuvent être utilisés. Les ancrages sont des barres d'armature n° 15 munies d'un crochet de 100 mm de longueur. La profondeur d'ancrage est de 300 mm si un coulis cimentaire est utilisé, et de 200 mm dans le cas d'un ancrage chimique.
4. Installer les coffrages.
- . Les coffrages doivent être installés de façon à obtenir une surface dans le même plan que les surfaces environnantes tout en conservant un recouvrement des armatures de 50 mm, et de manière à éviter les fuites du béton sur le pourtour de la réparation. Toutefois, un recouvrement de 30 mm peut être toléré lorsque la réparation d'éléments comme les poutres ne permet pas d'obtenir un recouvrement plus épais.
 - . Pour des travaux usuels de réparation de surfaces verticales dont la plus petite dimension est supérieure à 1500 mm, les ancrages prévus pour fixer les armatures sont constitués par les tirants en acier servant à maintenir les coffrages en place. Toutefois, ce mode de fixation des armatures n'est applicable que lorsque la profondeur de démolition est d'au moins 125 mm pour les tirants de coffrage standards, et d'au moins 100 mm pour des tirants de coffrages spéciaux.
 - . Les coffrages doivent être neufs, parfaitement étanches et suffisamment rigides pour pouvoir résister à la poussée d'un béton très fluide sans subir de déformation.
 - . Dans le cas où la surface complète d'un élément ou d'une partie d'élément doit être réparée (ex. : un côté d'une colonne), les coffrages doivent être mis en place pour obtenir un recouvrement de 50 mm.
5. Faire des ouvertures dans les coffrages pour la mise en place du béton lorsque la hauteur de l'intervention est supérieure à 1,5 m.
- . Les ouvertures de bétonnage doivent être disposées de façon à limiter à 1,5 m la hauteur de chute du béton et à favoriser sa mise en place.
 - . Lorsque le bétonnage doit être effectué sur le pourtour de colonnes de petites dimensions, les ouvertures doivent être situées sur des faces opposées de l'élément.
 - . Pour les colonnes de grandes dimensions ou pour les surfaces verticales planes (mur de front d'une culée, fût d'une pile, mur de soutènement, etc.), la distance horizontale entre les ouvertures ne devrait pas dépasser 2 m.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
7 de 11

- . Dans le cas de réparations effectuées avec du béton autoplaçant pompé, les ouvertures peuvent être omises en autant que les hauteurs maximales de chute soient respectées.
- 6. Nettoyer l'intérieur des coffrages de tout débris à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression ou bien d'un aspirateur.
- 7. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface et au fond des coffrages doit toutefois être enlevée avant le bétonnage.
 - . Le fait d'humidifier les surfaces de béton jusqu'à saturation et de les laisser s'assécher favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.
- 8. Procéder à la mise en place du béton.
 - . La réparation avec coffrages sans surépaisseur est généralement réalisée en utilisant un béton autoplaçant de réparation de type XIV-R ou de type XIV-S (en sac - pour de petites quantités), le tout selon la norme MTQ 3101.
 - . Les propriétés les plus importantes d'un béton autoplaçant (XIV-R ou XIV-S) par rapport à un béton de masse volumique normale sont une fluidité très élevée sans présenter de ségrégation, et la capacité à combler intégralement l'espace entre les barres d'armature. La fluidité de ce béton est obtenue par l'ajout d'un superplastifiant et d'un agent colloïdal, ainsi que par l'utilisation d'un gros granulats 2,5-10.
 - . Si la mise en place du béton autoplaçant est faite au moyen d'une pompe à béton, le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent permettre d'éviter la ségrégation du béton. Ainsi, la ligne de pompage doit toujours être pleine durant le pompage et elle doit se terminer par une section réductrice de 75 mm.

Notes relatives au béton

- . Les caractéristiques du béton autoplaçant font qu'il n'est pas nécessaire de le vibrer.
- . Un tassement de l'ordre de 0,5 % est observé sur le béton autoplaçant à l'état frais. Afin d'éviter la formation d'une zone de vides en haut d'une réparation verticale, une ouverture en entonnoir doit être aménagée dans la partie supérieure du coffrage de manière à créer une surpression sur le béton de réparation (voir détail type).

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
8 de 11

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.

- . Après l'enlèvement des coffrages, la cure doit être poursuivie, s'il y a lieu, en utilisant l'une des deux méthodes de cure décrites à l'article 15.4.3.5.9 du CCDG (toiles imbibées d'eau, matériau de cure formant membrane).

2. Procéder à l'enlèvement des coffrages.

- . Le délai requis pour l'enlèvement des coffrages pour un béton autoplaçant est plus long que pour un béton de masse volumique normale. Le gain de résistance à la compression d'un béton autoplaçant s'effectue à plus long terme que pour un béton de masse volumique normale; cela est dû à l'utilisation d'adjuvant retardateur de prise en surdosage qui a pour effet de ralentir la prise du béton et les gains de résistance en bas âge.

Au besoin, des cylindres supplémentaires peuvent être échantillonnés lors du contrôle de réception du béton pour vérifier son gain de résistance.

3. Vérifier l'adhérence du béton de réparation au béton conservé en frappant la surface avec un marteau de maçon ou de géologue. Un son creux indique un manque d'adhérence et exige une reprise de la réparation dans la zone déficiente.
4. Faire la correction des surfaces et enlever les bavures du béton sur le pourtour de la surface réparée.
5. Remplir les trous laissés par les attaches des coffrages et les cavités laissées par les ouvertures de bétonnage avec un mortier cimentaire en sac (norme MTQ 3801).
6. Pour un élément apparent, l'ensemble des surfaces devrait être nettoyé pour faire disparaître toute trace d'enduit, de peinture, de rouille ou autre saleté et donner au béton une apparence uniforme.

Notes générales

- . La réparation avec coffrages sans surépaisseur est utilisée pour corriger les dommages des surfaces de béton délaminé ou éclaté lorsque le béton de l'élément semble de bonne qualité et que l'envergure des dommages est faible. Elle a principalement pour but de restaurer l'aspect de l'élément et de protéger les armatures contre la corrosion. Elle peut aussi permettre de rétablir l'intégrité structurale de l'élément si le lien est de bonne qualité, mais elle n'est généralement pas utilisée à cette fin.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

PAGE
9 de 11

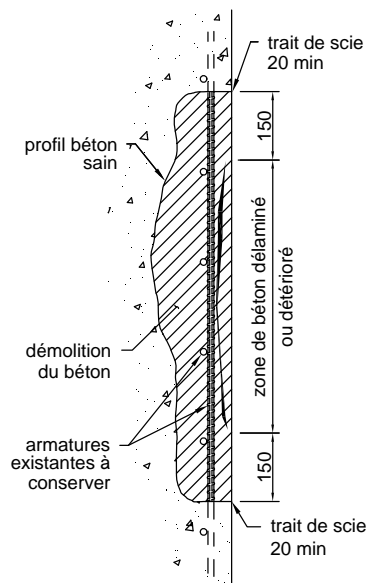
- . La réparation avec coffrages sans surépaisseur d'un élément exposé aux sels de déglçage ne permet pas de garantir l'efficacité de la réparation, car l'activité corrosive peut se poursuivre autour des surfaces réparées.
- . Toutes les surfaces des éléments réparés avec coffrages sans surépaisseur et soumises à l'action de l'eau et des sels de déglçage devraient être imperméabilisées à l'aide d'un polymère de silicone de type silane (voir activité 1061), de façon à diminuer les risques de propagation de la détérioration autour des surfaces réparées et à prévenir la détérioration prématurée des parties réparées. Il est recommandé d'imperméabiliser l'ensemble des surfaces de l'élément ayant fait l'objet d'une réparation sans surépaisseur pour ralentir l'activité corrosive et ainsi retarder l'apparition de défauts.
- . Pour des éléments visibles ou fortement exposés aux sels de déglçage, la pose d'un enduit de surface sur l'ensemble des zones où des réparations ont été effectuées peut être justifiée (voir activité 1062).
- . Une réparation sans surépaisseur ne doit normalement pas être réalisée par temps froid en raison des risques élevés de gel du béton (faibles volumes de béton, grandes superficies).
- . Pour une réparation à réaliser sous l'eau, se référer à l'activité 3105.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

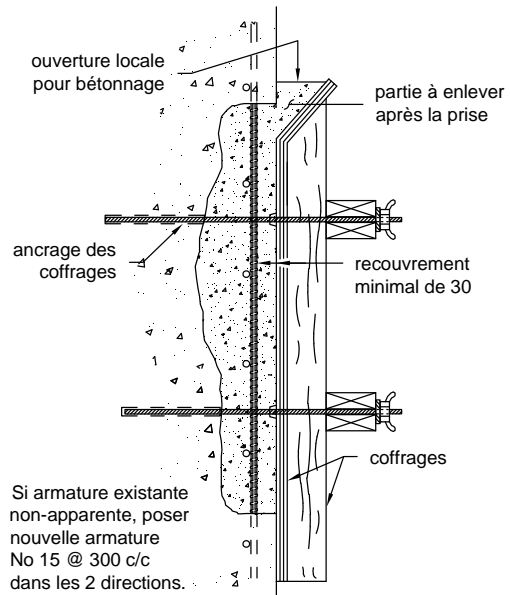
ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2014

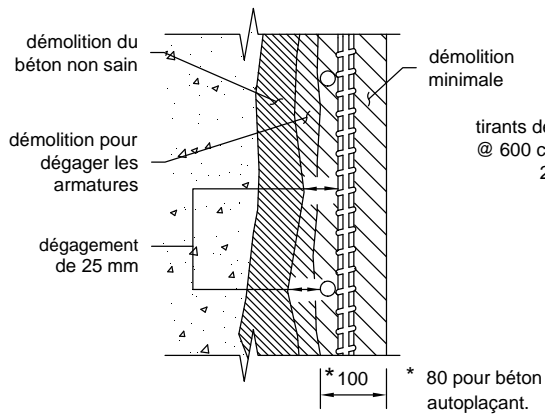
PAGE
10 de 11



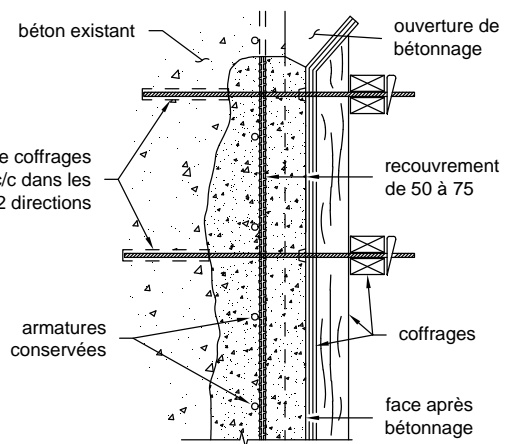
DÉMOLITION



**Même plan que surface existante
RECONSTRUCTION**



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



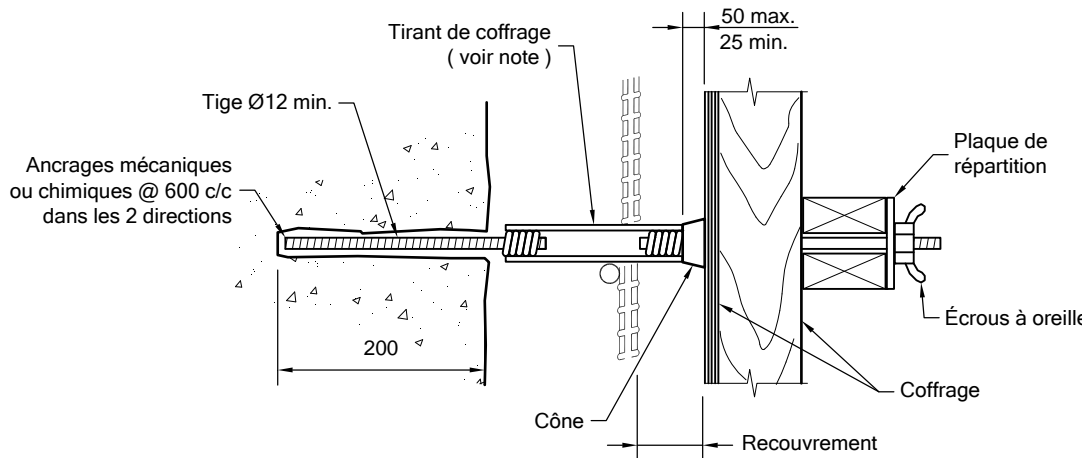
**Pour augmenter le recouvrement
RECONSTRUCTION**

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

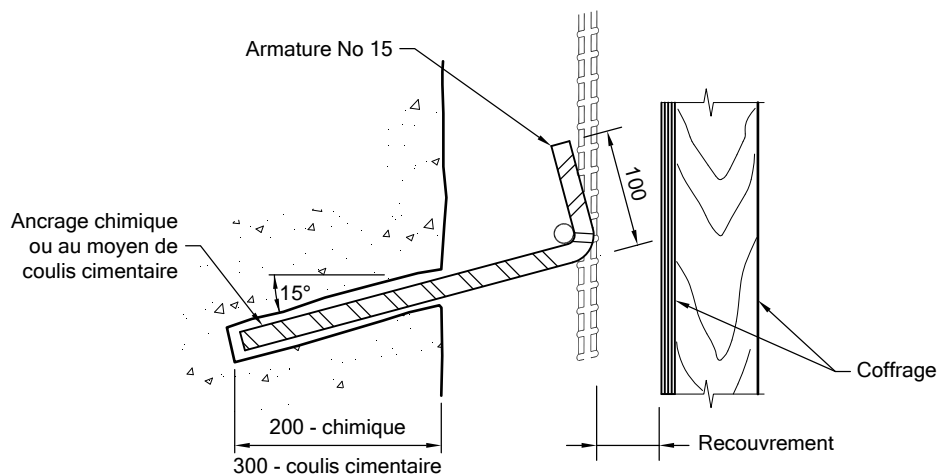
DATE
Janv 2014

PAGE
11 de 11



TIRANT UTILISÉ COMME ANCRAGE

NOTE : Méthode applicable si profondeur de démolition : ≥ 125 mm pour tirants standards (long. 100)
 ≥ 100 mm pour tirants spéciaux (long. 75)



ANCRAGE

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 9

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VII – Matériaux, chapitre 3

DESCRIPTION

Réparation d'un élément en béton consistant à enlever du béton détérioré et à recouvrir la surface d'une couche de béton armé retenue à l'élément par des ancrages. Cette réparation peut être faite avec du béton de masse volumique normale ou du béton autoplaçant.

La réparation avec surépaisseur est réalisée en ajoutant une nouvelle couche de béton armé (surépaisseur) sur des surfaces existantes d'élément qui sont dégradées.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères de base suivants :

- . Désagrégation importante, délaminage ou éclatement du béton, ou corrosion importante des armatures observés sur une étendue significative de la surface de l'élément.

MÉTHODE DE TRAVAIL

La réparation avec coffrages et surépaisseur comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton;
- . La préparation des surfaces;
- . La construction de la surépaisseur en béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Délimiter par un trait de scie de 10 mm de profondeur la surface à recouvrir d'une surépaisseur.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles de la surface réparée; la délimitation est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 9

- . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
2. Démolir le béton jusqu'à une profondeur minimale de 10 mm.
- . Les travaux de démolition servent à enlever le béton désagrégé, à découvrir un béton d'une qualité minimale et à obtenir une surface rugueuse comme surface de contact avec le nouveau béton.
 - . Dans le cas d'un béton de bonne qualité, ce type de surface est obtenu en bouchardant le béton sur une profondeur minimale de 10 mm. Le bouchardage doit produire une surface suffisamment rugueuse pour obtenir une texture correspondant au moins à la rugosité CSP 7 spécifiée dans le document *Guideline 03732* publié par l'ICRI.
 - . Pour du béton de mauvaise qualité, la démolition doit se limiter à l'enlèvement du béton qui est désintégré par un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm). Le béton qui résiste à ce jet d'eau peut être conservé même si sa résistance est considérée comme faible.
 - . Les travaux de démolition doivent également prévoir l'enlèvement de tout le béton délaminé.
 - . Dans le cas d'une réparation de poutre, tout le béton de mauvaise qualité devrait être enlevé, et ce, sous la supervision d'un ingénieur en structure.
 - . Les équipements de démolition doivent être choisis et manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.

B) Préparation des surfaces

1. Une préparation des surfaces doit être réalisée à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'abrasif humide sur :
 - Les barres d'armature ayant été exposées lors de la démolition, pour enlever toute la rouille détachable. Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones plus difficiles d'accès, comme le dessous des barres d'armature.
 - Les surfaces de béton à conserver pour détacher les particules et les granulats.
 - Les surfaces d'acier de charpente en contact avec le nouveau béton s'il y a lieu, le but visé étant le même que pour l'acier d'armature.
2. Une fois la préparation de base complétée, nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 9

C) Construction de la surépaisseur en béton

1. Poser des ancrages à une distance maximale de 600 mm c/c dans les deux directions.

- . Pour des travaux usuels de réparation de surfaces verticales, les ancrages normalement utilisés sont les tirants en acier servant à maintenir les coffrages en place. Les caractéristiques minimales de ces tirants doivent être conformes aux exigences du devis et de l'article 15.4.3.1.3 du CCDG.

Un système d'ancrage de type chimique (époxy) peut être considéré comme un équivalent acceptable au système d'ancrage de type mécanique habituellement utilisé pour les tirants de coffrages.

L'espacement minimal de 600 mm c/c des tirants de coffrages ne garantit pas que les coffrages auront la capacité nécessaire pour résister à n'importe quelle pression du béton frais lors de la coulée. Dans certains cas, un espacement de tirants plus rapproché devra être prévu par l'entrepreneur, particulièrement lorsqu'un béton autoplaçant est utilisé, et surtout dans les zones basses d'une réparation de hauteur importante.

- . Dans les cas où des ancrages structuraux sont requis, ou à défaut d'utiliser des tirants de coffrages, des ancrages chimiques (à l'époxy) ou au moyen de coulis cimentaire peuvent être utilisés. Les tiges métalliques sont des barres d'armature n° 15 munies d'un crochet de 100 mm de longueur. La profondeur d'ancrage est de 300 mm si un coulis cimentaire est utilisé et de 200 mm dans le cas d'une liaison chimique.

2. Mettre en place les armatures de façon à obtenir le recouvrement de béton exigé.

- . Pour des travaux usuels de réparation, la surépaisseur de béton doit être renforcée par des barres d'armature n° 15 espacées à 300 mm c/c dans les deux directions.
- . Les barres d'armature des surfaces horizontales doivent être supportées par des chaises de plastique disposées de façon qu'elles ne soient pas déplacées par la mise en place du béton. Les barres d'armature des surfaces verticales doivent être attachées aux tirants des coffrages; des espaceurs circulaires en plastique peuvent être également utilisés pour maintenir les armatures en position verticale.
- . Lorsque l'épaisseur de la couche de béton à mettre en place est supérieure à 150 mm, le recouvrement des armatures doit être de 75 mm. Toutefois, un recouvrement de 50 mm peut être toléré lorsque la réparation ne permet pas d'obtenir un recouvrement plus élevé. Le recouvrement de béton au-dessus du nouveau rang d'armature de la surépaisseur doit être spécifié aux plans.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 9

3. Installer les coffrages de façon à obtenir l'épaisseur spécifiée pour la couche de nouveau béton.
 - . Pour des réparations usuelles de surfaces verticales, les coffrages sont généralement maintenus en place à l'aide de tirants, servant également d'ancrages. Ces tirants, d'un diamètre minimal de 12 mm, sont habituellement ancrés de façon mécanique dans le béton à une profondeur de 200 mm. Un ancrage de type chimique est accepté comme équivalent.
4. Au besoin, faire des ouvertures dans les coffrages pour la mise en place du béton.
 - . Les ouvertures de bétonnage doivent être disposées de façon à limiter à 1,5 m la hauteur de chute du béton et à favoriser sa mise en place.
 - . Lorsque le bétonnage doit être effectué sur le pourtour de colonnes de petites dimensions, les ouvertures doivent être situées sur des faces opposées de l'élément.
 - . Pour les colonnes de grandes dimensions ou pour les surfaces verticales planes (mur de front d'une culée, fût d'une pile, mur de soutènement, etc.), la distance horizontale entre les ouvertures ne doit pas dépasser 2 m.
 - . Dans le cas de réparations effectuées avec du béton autoplaçant pompé, les ouvertures peuvent être omises en autant que les hauteurs maximales de chute soient respectées.
5. Nettoyer les coffrages de tout débris à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression ou bien d'un aspirateur. Prévoir au besoin une ouverture temporaire à la base des coffrages pour faciliter le travail de nettoyage.
6. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface ou au fond des coffrages doit toutefois être enlevée avant le bétonnage.
 - . Le fait d'humidifier les surfaces de béton jusqu'à saturation et de les laisser s'assécher favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.
7. Procéder à la mise en place du béton.
 - . La réparation avec coffrages et surépaisseur est réalisée en utilisant :
 - du béton de masse volumique normale de 35 MPa de type V-S (norme MTQ 3101) pour des réparations de 150 mm et plus d'épaisseur ; l'utilisation d'un superplastifiant facilite grandement la mise en place du béton.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 9

- du béton autoplaçant de type XIV-C (norme MTQ 3101) pour des réparations de moins de 150 mm d'épaisseur, ainsi que pour un élément mince et élancé (poutres, colonnes, chevêtres...), ou lorsque la mise en place du béton est problématique (accès difficile, élément fortement armé...). L'utilisation du béton de type V-S pourrait être acceptable dans certains cas.
- du béton antilessivage de type XV (norme MTQ 3101) pour un bétonnage devant être réalisé sous l'eau.
- . Les propriétés les plus importantes d'un béton autoplaçant de type XIV-C par rapport à un béton de masse volumique normale sont une fluidité très élevée sans présenter de ségrégation, et la capacité à combler intégralement l'espace entre les barres d'armature. La fluidité de ce béton est obtenue par l'ajout d'un superplastifiant et d'un agent colloïdal, ainsi que par l'utilisation d'un gros granulat 5-14.
- . Si la mise en place du béton autoplaçant est faite au moyen d'une pompe à béton, le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent permettre d'éviter la ségrégation du béton. Ainsi, la ligne de pompage doit toujours être pleine durant le pompage et elle doit se terminer par une section réductrice de 75 mm.
- . Les caractéristiques du béton autoplaçant font qu'il n'est pas nécessaire de le vibrer.

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.

- . Après l'enlèvement des coffrages, la cure doit être poursuivie, s'il y a lieu, en utilisant l'une des deux méthodes de cure décrites à l'article 15.4.3.5.9 du CCDG (toiles imbibées d'eau, matériau de cure formant membrane).

2. Procéder à l'enlèvement des coffrages.

- . Le délai requis pour l'enlèvement des coffrages pour un béton autoplaçant est plus long que pour un béton de masse volumique normale. Le gain de résistance à la compression d'un béton autoplaçant s'effectue à plus long terme que pour un béton de masse volumique normale; cela est dû à l'utilisation d'adjuvant retardateur de prise en surdosage qui a pour effet de ralentir la prise du béton et les gains de résistance en bas âge.

Au besoin, des cylindres supplémentaires peuvent être échantillonnés lors du contrôle de réception du béton pour vérifier son gain de résistance.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
6 de 9

3. Faire la correction des surfaces.

- . Remplir les trous laissés par les attaches des coffrages et les cavités laissées par les ouvertures de bétonnage avec un mortier cimentaire en sac (norme MTQ 3801).

Notes générales

Armatures endommagées

- . Dans le cas de pertes de section sur des armatures structurales, pour une barre complètement sectionnée ou dans le cas où plusieurs barres sont très endommagées, il est préférable de consulter un ingénieur pour déterminer si ces armatures doivent être remplacées.
- . Pour la réparation avec coffrages et surépaisseur, les barres d'armature non structurales amincies par la corrosion ne sont pas remplacées, puisque les armatures qui sont incorporées dans la surépaisseur compensent généralement la perte de section des armatures en place.

Épaisseur de la couche de béton

- . Pour obtenir les niveaux de rigidité et de résistance souhaités, l'épaisseur minimale recommandée de la couche de nouveau béton est de :
 - 200 mm pour du béton de masse volumique normale; 150 mm lorsqu'un superplastifiant est ajouté;
 - 125 mm pour du béton autoplaçant;
 - 200 mm pour du béton antilessivage. Cette épaisseur est requise afin de permettre l'insertion d'une pompe à béton à l'intérieur des coffrages.

Cependant, pour la réparation d'une unité de fondation dont la semelle repose sur un sol à faible capacité portante, l'épaisseur devrait être réduite de manière à minimiser la charge supplémentaire due au béton, sans être toutefois inférieure à 125 mm.

Il est recommandé de ne pas spécifier d'épaisseur de nouveau béton inférieure à 125 mm afin de pouvoir utiliser des tirants de coffrages standards (longueur 100 mm). Une épaisseur de 100 mm est toutefois possible avec l'utilisation de tirants de coffrages spéciaux (longueur 75 mm).

- . La réparation avec coffrages et surépaisseur peut être utilisée pour corriger les dommages d'un béton de mauvaise qualité.
- . La réparation avec coffrages et surépaisseur a pour but de restaurer l'aspect de l'élément et d'en rétablir l'intégrité structurale en fixant solidement la surépaisseur de béton à l'élément à l'aide d'ancrages, ce qui permet le transfert des charges par la friction qui s'exerce à l'interface entre les deux bétons.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
7 de 9

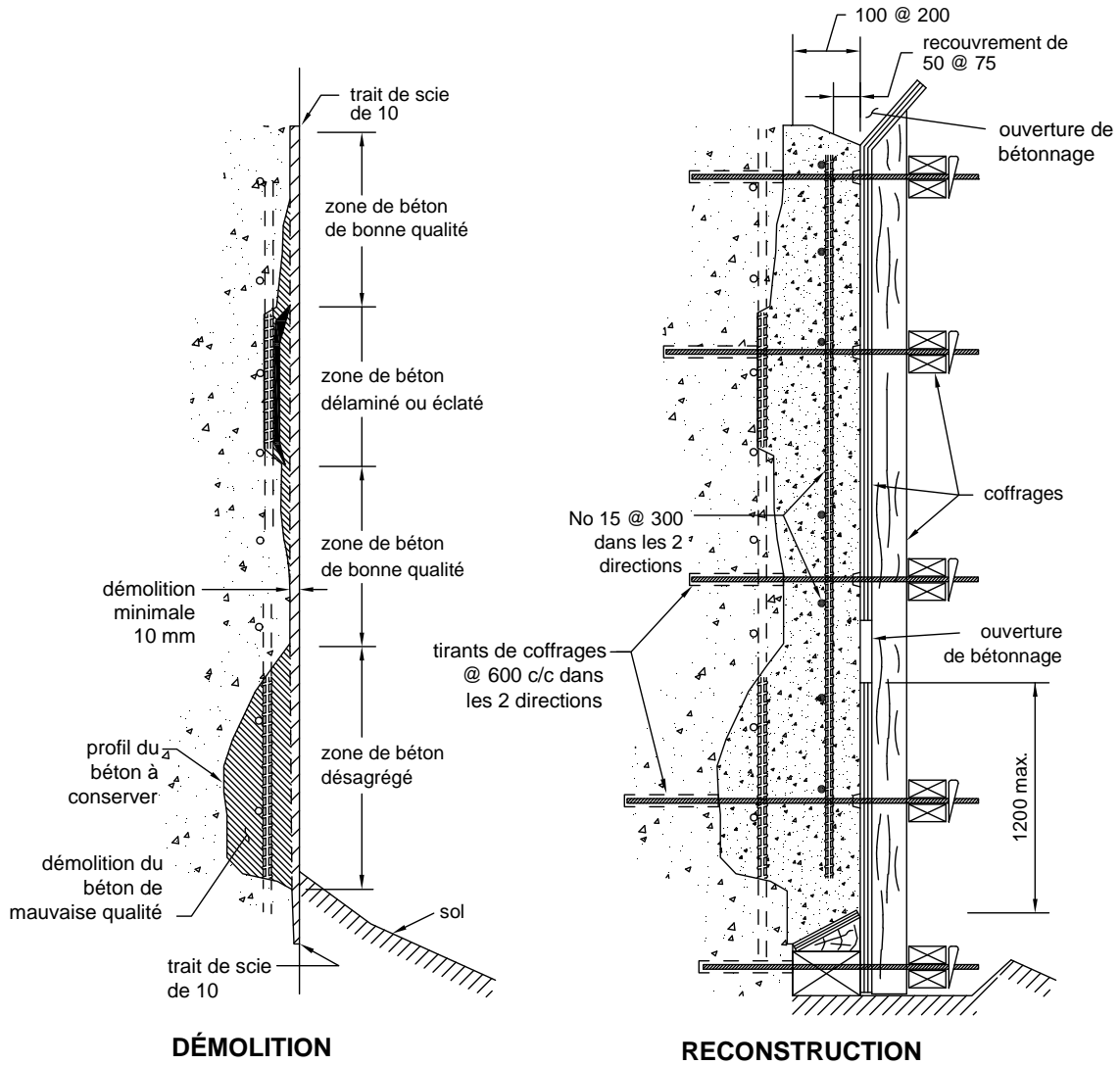
- . Dans le cas de travaux usuels de réparation d'une culée ou d'un fût d'une pile, les prescriptions de la réparation type (ancrages, armatures, surépaisseur) sont généralement suffisantes pour rétablir l'intégrité de l'élément. Cependant, dans le cas de défauts qui affectent de façon importante la capacité d'un élément ou dans le cas de renforcement, ces prescriptions doivent être modifiées par un ingénieur pour les adapter à la situation.
- . La réparation qui consiste à construire une surépaisseur de béton sur le pourtour d'un élément (gainage) a pour effet de permettre à la section de béton confiné de résister à des efforts de compression beaucoup plus grands que ne le lui permet sa résistance actuelle. Cette façon de réparer permet donc de consolider des éléments comprimés dont le béton peut être de très mauvaise qualité. Par ailleurs, le fait que la réparation avec surépaisseur puisse s'effectuer sans enlever le béton de mauvaise qualité permet de consolider l'élément sans devoir l'affaiblir davantage en démolissant le béton.
- . Pour éviter que d'autres défauts se développent autour des surfaces réparées, la surépaisseur de béton doit recouvrir les surfaces susceptibles de se délaminer à long terme par une activité corrosive déjà présente autour des surfaces délaminées. La réparation avec surépaisseur doit donc toucher une partie importante de l'élément, surtout s'il est soumis à l'action de l'eau et des sels de déglçage.
- . La réparation avec surépaisseur a aussi comme avantage d'empêcher l'eau et les sels de déglçage d'entrer en contact avec les armatures de l'élément, ce qui a pour effet de ralentir l'activité corrosive présente autour des surfaces de béton délaminé.
- . Par ailleurs, la capacité des ancrages et la rigidité de la couche de béton peuvent permettre de résister pendant un certain temps à la force de détachement agissant sur la surépaisseur du fait d'une activité corrosive alimentée par une infiltration d'eau à l'interface des deux bétons ou de la présence d'humidité dans le béton de l'élément. Cependant, cette force peut à la longue finir par endommager la surépaisseur de béton, surtout si elle est mince.
- . Pour la réparation d'éléments fortement exposés aux sels de déglçage, des barres en acier galvanisé devraient être utilisées dans la nappe d'armature de la réparation, et ce, même si l'armature de l'élément existant n'est pas galvanisée.
- . Pour une réparation à réaliser sous l'eau, se référer à l'activité 3105.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
8 de 9

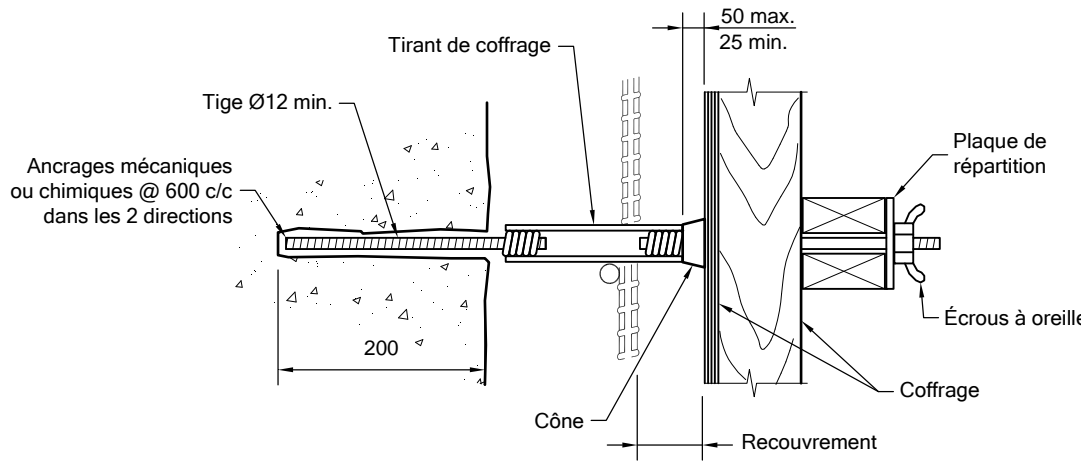


RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

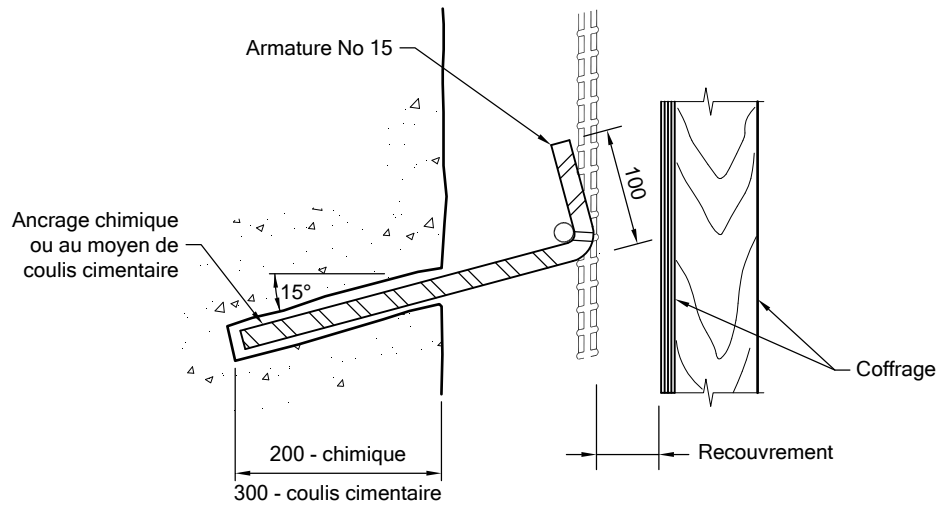
ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2014

PAGE
9 de 9



TIRANT UTILISÉ COMME ANCRAGE



ANCRAGE

RÉFECTION D'ÉLÉMENTS D'UNITÉ DE FONDATION EN BÉTON

ACTIVITÉ
3114

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Reconstruction du garde-grève, d'un mur en aile ou d'un mur en retour d'une culée, ou bien d'un chevêtre d'une culée ou d'une pile.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Lorsque les défauts de béton peuvent réduire de façon très importante :
 - l'aptitude de l'élément à jouer son rôle; ou
 - la capacité de l'élément à supporter les charges.
- . Élément inexistant ou ne jouant pas le rôle qui lui est dévolu.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer par un ingénieur en structure.

Notes

- . Le choix de la méthode de réfection d'un mur en aile ou d'un mur en retour dépend du type de culée, de l'armature existante et des caractéristiques géométriques du nouvel élément et doit être fait par un ingénieur en structure.
- . La réfection du garde-grève d'une culée nécessite l'enlèvement du joint de tablier. La réfection du garde-grève doit donc être associée aux travaux de remplacement d'un joint de tablier (activité 3051) ou de réalisation d'un joint dalle sur culée (activité 3052).
- . La reconstruction d'un chevêtre de pile exige habituellement la mise en place d'étaisements pour supporter les extrémités de tablier pendant les travaux.
- . Dans le cas d'un pont acier-bois avec une culée en béton, il est recommandé de privilégier l'option de prolonger le dessus du garde-grève jusqu'à la surface de roulement pour des raisons de durabilité.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation sans surépaisseur de béton d'une poutre en béton précontraint.

L'activité peut également s'appliquer à des diaphragmes en béton précontraint.

Cette activité peut consister en une réparation par chemisage au moyen de matériaux composites collés à la surface du béton.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés de manière restreinte à significative sur la surface d'une poutre en béton précontraint.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité d'une poutre en béton précontraint à supporter les charges.

La réparation d'une poutre en béton précontraint peut être appropriée dans certains cas même si les défauts observés représentent une petite partie de la surface totale de la poutre.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir les activités :

3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;

3103 – Réparation avec béton projeté.

- . La méthode à utiliser pour réparer les poutres en béton précontraint doit être déterminée par un ingénieur en structure lorsqu'il est possible d'observer l'une des déficiences suivantes :
 - Toron d'une poutre sectionné;
 - Ancrage d'un câble de précontrainte dégagé;
 - Fissuration structurale de la poutre.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 5

Notes

- . Une analyse structurale doit être réalisée par un ingénieur en structure lorsqu'un enlèvement significatif de béton est prévu à proximité ou vis-à-vis des zones d'ancrage ainsi qu'autour des torons. L'ingénieur peut devoir évaluer la capacité résiduelle de la poutre afin d'identifier des restrictions lors de la démolition, telles que séquences et limites de démolition, fermetures de voies de circulation ou mise en place de support temporaire.
- . La profondeur de démolition du béton doit être limitée à l'épaisseur de béton recouvrant les éléments de précontrainte. Les torons des poutres préfabriquées et les câbles des poutres précontraintes par post-tension, apparents ou rendus apparents par les travaux de démolition, ne doivent être dégagés que si le béton d'enrobage est de mauvaise qualité.

Un dégagement trop important du béton à proximité des éléments de précontrainte peut entraîner une diminution permanente de la capacité de ces éléments. La supervision de la démolition du béton par un ingénieur en structure est recommandée. Un support temporaire peut parfois être requis.

- . Les torons ou les câbles, ces derniers étant généralement dans une gaine en acier et enrobés d'un coulis de ciment, ne doivent pas être endommagés par les travaux de démolition. La scie utilisée pour délimiter les travaux et la pointe du marteau pneumatique utilisé pour la démolition ne doivent pas venir en contact avec ces éléments. Un dommage même léger peut entraîner le sectionnement des torons ou des câbles et diminuer ainsi de façon permanente la capacité de l'élément.
- . Dans certains cas de réparation de poutres en béton précontraint par post-tension, les barres d'armature (étriers) apparentes ou rendues apparentes par la démolition peuvent être dégagées de 25 mm, si elles ne sont pas situées dans des zones structurellement critiques. Consulter un ingénieur en structure.
- . Le béton doit être démoli de préférence par hydrodémolition; sinon un marteau pneumatique d'un poids maximum de 7 kg peut être utilisé.
- . La partie apparente des torons, des câbles et des armatures doit être nettoyée à l'aide d'une brosse d'acier pour enlever toute la rouille.
- . Pour la réparation avec coffrages sans surépaisseur comme pour la réparation avec béton projeté, un treillis métallique fixé aux poutres avec des attaches galvanisées doit être intégré à la réparation.

Les attaches doivent être disposées à 300 mm dans les deux directions.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 5

- . Dans le cas de la réparation d'une poutre de rive qui n'est pas suffisamment protégée par le tablier, les surfaces exposées à l'eau et aux sels de déglacage doivent être imperméabilisées (activité 1061) afin de prévenir la détérioration de la réparation et l'apparition d'autres défauts.
- . Dans certains cas, une intervention sur les surfaces du talon des poutres est pertinente dans le but de protéger les étriers et d'améliorer l'esthétique du pont. Il peut donc être approprié dans ces cas d'appliquer un imperméabilisant et un enduit de surface (act. 1062) ou bien de prévoir une intervention de surface (act. 3107) lorsque la profondeur des défauts est petite et que les armatures apparentes ne sont pas trop dégagées. Cependant, ces interventions ne sont pas recommandées sur la face intérieure des poutres de rive ainsi que sur les côtés des poutres intérieures pour éviter de masquer des zones où des fissures structurales peuvent potentiellement apparaître et surtout où un suivi de fissures existantes doit être effectué.

Réparation par chemisage

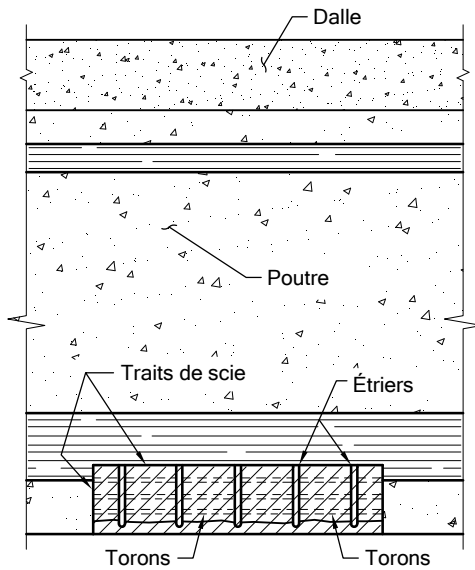
- . La réparation par chemisage est applicable lorsque des défauts se retrouvent sur plus de 40 % de la longueur totale de la poutre, et ce dans la zone de la semelle inférieure. Les défauts visant à être corrigés par cette intervention sont :
 - une fissuration longitudinale, non-structurale, due à un manque d'armature de confinement de la semelle inférieure;
 - un délaminage ou un éclatement localisé au périmètre des étriers ou des armatures de confinement, dû généralement à un recouvrement de béton faible ou inexistant.
- . L'intervention consiste à coller sur les surfaces de la poutre des feuilles de polymère renforcé de fibre de verre (PRFV).
- . Des réparations ponctuelles peuvent devoir être réalisées au préalable afin d'avoir une surface relativement unie.
- . Cette intervention n'est pas recommandée pour corriger des défauts ayant une incidence structurale (par ex. bris de torons, étriers sectionnés) ou lorsque les surfaces des poutres ont une activité corrosive très importante avec des potentiels moyens plus négatifs que - 350 mV.
- . Il est recommandé d'avoir un avis de la Direction des structures pour valider la pertinence de l'intervention.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON PRÉCONTRAINT

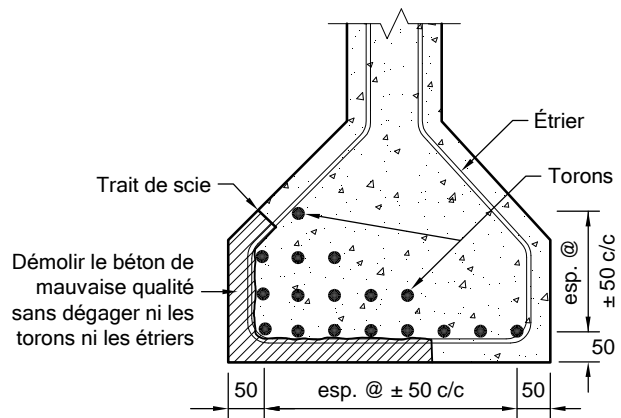
ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2014

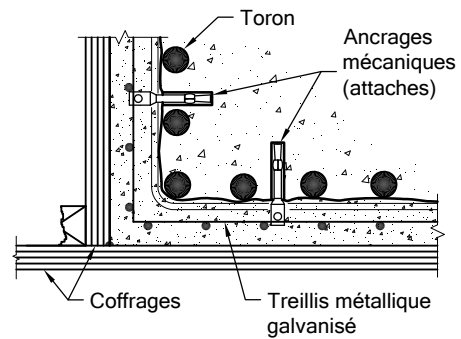
PAGE
4 de 5



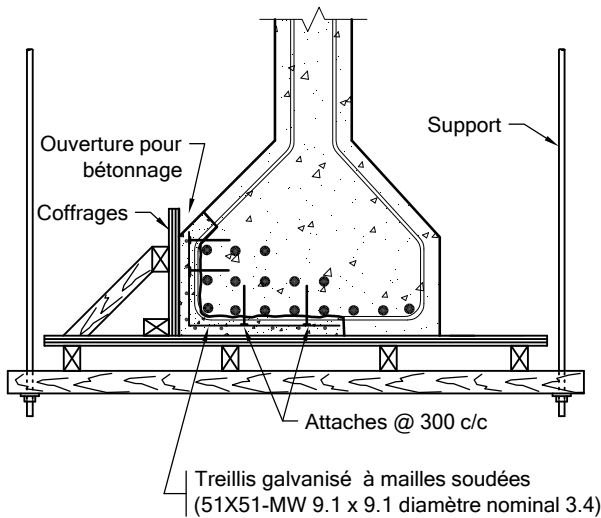
ÉLEVATION



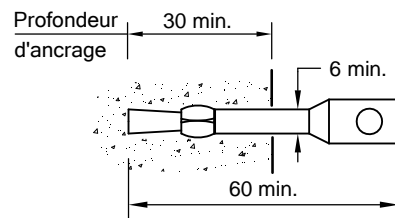
COUPE TYPE DÉMOLITION



DÉTAIL TYPE



COUPE TYPE DE LA RÉPARATION



ATTACHE

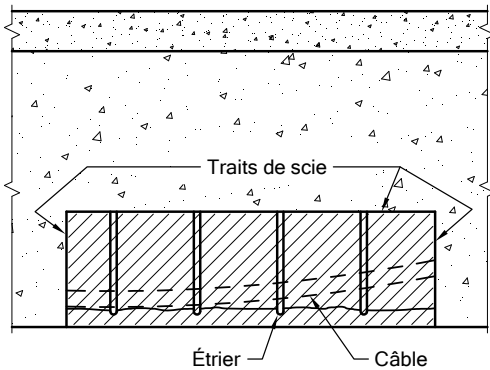
POUTRES DE TYPE AASHTO

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON PRÉCONTRAIT

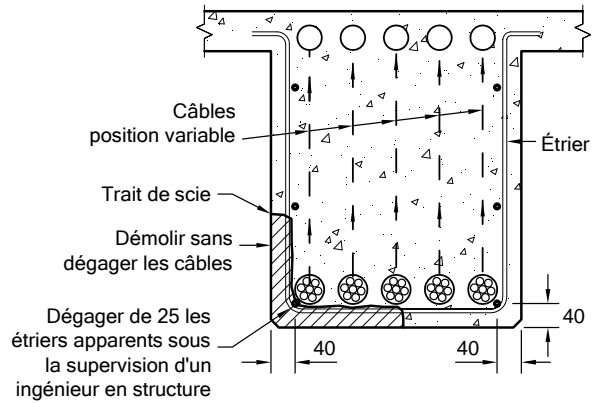
ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2014

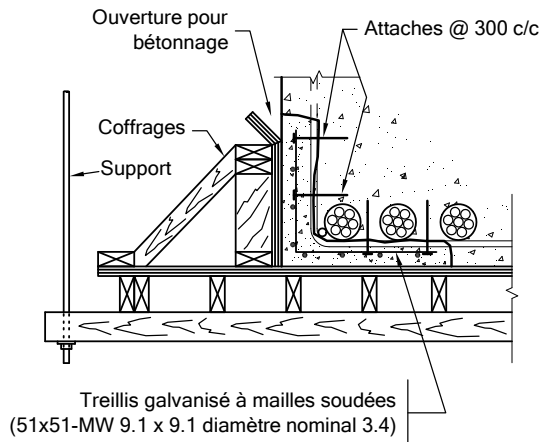
PAGE
5 de 5



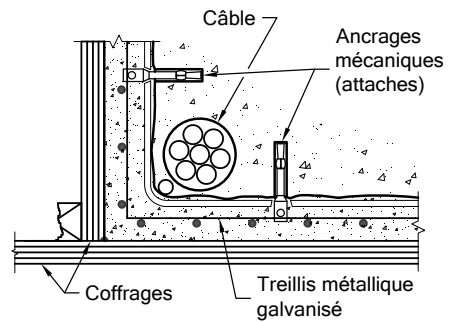
ÉLÉVATION



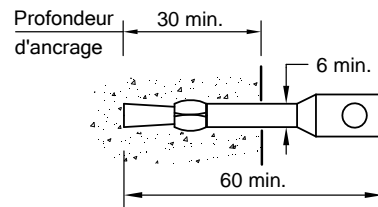
COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE DE LA RÉPARATION



DÉTAIL TYPE



ATTACHE

POUTRES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 14

RÉFÉRENCES

Manuel d'entretien des structures

- . Relevés de dommages, chapitre 4.
- . Études d'opportunité, chapitre 5.

DESCRIPTION

Réparation en surface ou en profondeur d'une dalle sur poutres ou d'une dalle épaisse.
L'intervention est réalisée à partir du dessus de la dalle.

SEUIL D'INTERVENTION

Bien que, lors de l'inspection générale, les défauts observés et compilés pour le dessous de la dalle sont susceptibles de fournir des indices quant à l'état du béton, les seuils d'intervention qui suivent s'appliquent au-dessus de la dalle – ce qui correspond plus à l'état général de cette dalle.

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

Dalle sur poutres

- . Défauts associés au-dessus de la dalle de l'ensemble des travées (corrosion importante à très importante des armatures, désagrégation importante à très importante du béton, délaminage ou éclatement) :
 - sur 20 % ou moins de la surface du tablier pour un pont à fort débit de circulation;
 - sur 30 % ou moins de la surface du tablier pour un pont à faible débit de circulation.
- . Lorsque les défauts observés lors de l'inspection générale sont supérieurs aux critères mentionnés ci-dessus, ou lorsque l'inspection visuelle de la dalle ne permet pas de bien évaluer son état, l'acquisition d'informations supplémentaires (expertise de la dalle) et la réalisation d'analyses détaillées (étude d'opportunité) sont fortement recommandées pour déterminer l'intervention la plus appropriée pour remettre la dalle en état. Voir la note – Choix d'intervention sur la dalle.

Dalle épaisse

- . Défaut du dessus de la dalle sur plus de 5 % de la surface d'une travée.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 14

MÉTHODE DE TRAVAIL

La réparation de la dalle sur poutres et de la dalle épaisse comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton (en surface ou en profondeur);
- . La préparation des surfaces;
- . La reconstruction de la surface de béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité sur toute la surface de la dalle, ainsi que sur les approches s'il est nécessaire de corriger le profil de la route.

En surface

2. Délimiter la surface à réparer par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . Les surfaces de béton délaminé à réparer peuvent d'abord être détectées en traînant une chaîne ou un assemblage de chaînes à la surface de la dalle. Le contour des surfaces détectées grossièrement doit ensuite être précisé en utilisant un marteau de géologue ou de maçon ou une tige d'acier.
 - . Les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et dépasser d'au moins 150 mm le pourtour de la surface endommagée. Celles qui se trouvent à moins de 600 mm l'une de l'autre doivent être intégrées en une seule surface.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles des surfaces à réparer; la démolition du béton près du point de rencontre des traits de scie est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel 7 kg.
 - . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
3. Démolir le béton jusqu'à une profondeur minimale de 60 mm et jusqu'au béton sain.
 - . Est considéré comme sain un béton non délaminé dont le lien entre les constituants n'est pas détruit par l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.
4. Dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes par la démolition.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 14

En profondeur

5. Pour une dalle sur poutres, lorsque la démolition nécessaire pour atteindre le béton sain ou pour dégager les armatures fait en sorte que l'épaisseur de dalle restante est inférieure à 80 mm, démolir le béton sur la pleine épaisseur de la dalle.
6. Prendre des dispositions pour empêcher la chute de débris provenant de la démolition sur la route ou dans le cours d'eau.
7. Délimiter par un trait de scie de 20 mm de profondeur la surface du dessous de la dalle à réparer.
8. Démolir le béton de la partie inférieure de la dalle en évitant que les marteaux de démolition ne fassent éclater le béton adjacent à la surface à réparer.
9. Installer les coffrages pour obtenir une surface dans le même plan que les surfaces environnantes et de façon à éviter les fuites de béton sur le pourtour de la réparation.
 - . Lorsque la surface de béton à réparer est petite, les coffrages peuvent être fixés sous la dalle avec des ancrages, sinon ils doivent être fixés aux poutres.
 - . Les coffrages ne doivent pas être fixés à des supports appuyés sur le dessus de la dalle, car l'eau peut, avec le temps, s'infiltrer autour des tiges utilisées pour relier les coffrages aux supports et ainsi entraîner la détérioration du béton.

Notes relatives à la démolition

- . Pour une dalle sur poutres, la profondeur de démolition pour la réparation en surface est limitée, parce qu'une épaisseur minimale de béton doit être conservée comme partie inférieure de la dalle réparée et comme support (coffrage) du béton de réparation.
- . Le fait de s'en tenir généralement à une certaine profondeur de démolition permet de s'assurer de conserver le maximum d'épaisseur de béton. Il est cependant possible d'augmenter la profondeur de démolition pourvu que l'épaisseur de béton conservé soit d'au moins 80 mm.
- . Les travaux de réparation de la dalle épaisse doivent être effectués comme pour la dalle sur poutres sauf pour les travaux de démolition, qui ne doivent pas nécessairement être effectués sur la pleine épaisseur de la dalle même si la démolition nécessaire pour atteindre le béton sain ou pour dégager les armatures dépasse 100 mm de profondeur. La dalle devrait être démolie sur sa pleine épaisseur si l'épaisseur du béton conservé était inférieure à 100 mm.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 14

- . Les équipements de démolition à utiliser sont les suivants :
 - pour le béton situé au-dessus de la première nappe d'armature, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 30 kg; un marteau hydraulique ayant une énergie de choc inférieure à 60 J peut être utilisé comme équivalent; dans le cas d'une dalle épaisse évidée, un marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg est requis; dans le cas d'une dalle épaisse pleine ayant une épaisseur de 450 mm et plus, un marteau hydraulique ayant une énergie de choc inférieure à 200 J peut être utilisé;
 - pour le béton situé vis-à-vis et sous la première nappe d'armature, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg; dans le cas d'une dalle épaisse évidée, un marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 7 kg est requis;
 - pour le béton qui se trouve à proximité ou au-dessus des poutres et des diaphragmes, un marteau pneumatique de 7 kg est exigé vis-à-vis et sous la deuxième nappe d'armature.
- . La démolition près des pourtours de la réparation doit être effectuée avec soin afin de ne pas frapper les barres d'armature dégagées. Les vibrations causées par l'impact des marteaux ont tendance à faire délaminer le béton adjacent à la réparation où la barre se prolonge. Spécifier au besoin un marteau pneumatique de 7 kg ou un équipement d'hydrodémolition.
- . La démolition du béton de la dalle à l'aide de marteaux pneumatiques à moins de 30 m d'une surface fraîchement bétonnée est interdite tant que le nouveau béton n'a pas atteint une résistance à la compression de 25 MPa; les vibrations transmises aux armatures par les marteaux peuvent affecter l'enrobage des armatures. Cette contrainte n'est pas valide quand les armatures entre ces surfaces et celles à démolir sont discontinues.
- . Les équipements de démolition doivent être manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.
- . L'hydrodémolition peut être utilisée partout où cette technique est applicable.
- . Pour s'assurer que la durabilité de la réparation d'une dalle sur poutres ne soit pas compromise par une activité de corrosion, du moins à l'intérieur des limites de l'intervention, les armatures, plus spécialement celles qui sont corrodées, doivent être dégagées de 25 mm de façon à nettoyer le dessous comme le dessus, permettant ainsi de réduire de manière importante la probabilité d'une reprise de l'activité de corrosion.
- . En plus d'enlever du béton contaminé au pourtour des barres, le dégagement des armatures permet en outre d'intégrer les armatures existantes au nouveau béton et assure ainsi un meilleur ancrage avec le béton conservé.
- . Lors des travaux de réparation de la dalle, il peut être approprié d'enlever les plaques en acier qui sont endommagées à la base jonction d'un chasse-roue, trottoir ou glissière, car elles peuvent être la source d'infiltration d'eau à l'arrière et provoquer une détérioration prématurée du béton.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 14

B) Préparation des surfaces

1. Nettoyer les armatures et la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide pour enlever toute rouille ainsi que les particules et granulats du béton qui sont détachables. Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans certaines zones cachées ou d'accès difficile, comme le dessous des barres d'armature.
2. Nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

C) Reconstruction de la surface de béton

1. Si nécessaire, supporter ou fixer les armatures existantes.
 - . Lorsque les surfaces à réparer sont importantes, les barres d'armature doivent être supportées par des cales d'espacement en plastique disposées de façon à ne pas être déplacées par la mise en place du béton.
2. Au besoin, ajouter des armatures de même diamètre que celles existantes pour compenser la perte d'acier des barres dont la section est diminuée de plus de 30 %, soit par la corrosion, soit par les travaux de démolition.
 - . En général, la perte de section sur des barres d'armature peut être compensée globalement. Ainsi, dans le cas où plusieurs barres auraient une perte de section de l'ordre de 30 %, il serait possible de n'ajouter qu'une barre supplémentaire pour trois barres détériorées.
 - . Pour établir la continuité, la longueur de chevauchement nécessaire de part et d'autre de la section endommagée doit être d'au moins 600 mm, sauf dans le cas de l'armature structurale qui doit être calculée par un ingénieur.
3. Nettoyer les coffrages de tout débris à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression ou d'un aspirateur.
4. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface et au fond des coffrages doit toutefois être enlevée avant le bétonnage.
 - . Un béton saturé d'eau, mais dont la surface est asséchée favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
6 de 14

5. Faire la mise en place du béton.

- . Dans des conditions normales d'exécution, le béton recommandé est le béton de type V-S conforme à la norme MTQ 3101 (35 MPa avec fumée de silice et superplastifiant). Les caractéristiques de ce béton, plus particulièrement sa résistance en compression, le rendent compatible avec le béton généralement utilisé auparavant pour la construction de dalles sur poutres.
- . On exige généralement que la résistance du béton ait atteint 25 MPa avant de permettre la circulation sur les surfaces réparées.
- . Dans des conditions de remise en service rapide sur une zone réparée d'une route à fort débit de circulation, un béton à prise rapide de type XVI-15 doit être utilisé pour obtenir une résistance initiale plus élevée (résistance à la compression minimale de 20 MPa à 4 heures). Cependant, lorsque les circonstances l'exigent, des mesures appropriées de bétonnage par temps froid doivent être prévues pour assurer une cure adéquate, et par conséquent un produit durable.
- . L'utilisation d'un béton à prise rapide peut également être envisagée dans certains cas où il n'y a que de petites surfaces à réparer et que l'on voudrait réduire le délai d'attente jusqu'à la pose de la membrane.
- . La surface du dessus de la réparation doit être dans le même plan que les surfaces environnantes.

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Faire la cure du béton.

Le béton à prise rapide nécessite une cure minimale de 4 heures, et doit être maintenu à au moins 10°C pendant une période minimale de 7 jours.

2. Vérifier l'adhérence du béton de réparation au béton conservé en frappant la surface avec un marteau de maçon ou de géologue, ou bien une tige en acier. Un son creux indique un manque d'adhérence et exige la reprise de la réparation.
3. Enlever les coffrages sous la dalle s'il y a lieu.
 - . Au besoin, des cylindres supplémentaires peuvent être échantillonnés lors du contrôle de réception du béton pour vérifier son gain de résistance.
4. Enlever les bavures de béton sous la dalle, sur le pourtour de la surface réparée, s'il y a lieu.
5. Poser une membrane d'étanchéité et de l'enrobé à chaud (activité 3067).

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
7 de 14

Notes

Choix d'intervention sur la dalle

- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention sont avant tout les dommages réels du béton associés au-dessus de la dalle lors d'une inspection générale ou d'un relevé de dommages.
- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention peuvent également se baser sur des résultats de probabilité de corrosion de l'armature obtenus à partir d'une expertise de dalle par relevé de potentiel (ou par géoradar). Les dommages potentiels associés aux zones à forte probabilité de corrosion (ex : potentiel < -350 mV (zones rouge et noire)) ne doivent pas être systématiquement identifiés à des dommages réels, à moins qu'il n'y ait confirmation par carottage ou autre essai physique.
- . Les défauts du béton observés pour le dessous de la dalle sont compilés lors de l'inspection générale. Cependant, ces défauts ne doivent pas être directement pris en compte pour décider si l'on répare la dalle bien qu'ils peuvent fournir une certaine indication sur l'état du béton. Il faut prendre soin de ne pas cumuler le même dommage, identifié sur le dessus et sur le dessous de la dalle.
- . Pour certains défauts observés uniquement en surface pour le dessous de la dalle (entre autres, béton éclaté, armatures apparentes suite à l'enlèvement de fragments de béton), et que le béton est sain dans son ensemble, se référer à l'activité 3107.
- . Lorsque l'étendue des dommages pour un dessus de dalle sur poutres représente une proportion entre 20 et 30 % pour un pont à fort débit de circulation, ou entre 30 et 40 % pour un pont à faible débit de circulation, une réparation de dalle peut encore être un scénario à considérer à la suite d'une analyse détaillée de l'état des matériaux et de la structure dans son ensemble.
- . La décision de procéder à une réparation plutôt qu'à un remplacement, ou bien à une autre intervention (ex. : chape) doit être basée sur une expertise de la dalle (voir chapitre 4, section 4.2.3) et une étude d'opportunité (voir chapitre 5).

L'expertise de la dalle permet de mieux définir le type et l'ampleur des dommages et de déterminer si les caractéristiques du béton permettent d'effectuer une réparation efficace.

- . Pour l'expertise d'une dalle de pont d'une certaine envergure, il peut être approprié de procéder à une évaluation des dommages en faisant des fenêtres d'observation. Ces fenêtres permettent de voir l'état du dessus de la dalle à certains endroits stratégiques en procédant à un enlèvement localisé de l'enrobé.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
8 de 14

- . Le béton de la dalle doit être de bonne qualité (résistance en compression > 25 MPa, taux d'absorption < 6,5 %, réseau d'air adéquat) et l'épaisseur de la dalle supérieure à 165 mm.

L'étude d'opportunité a pour but notamment d'analyser toutes les solutions possibles (réparation, réfection, etc.) et de déterminer la plus avantageuse tant du point de vue technique que financier.

- . L'état de la dalle et la manière d'y intervenir peuvent être analysés travée par travée pour un pont à plusieurs travées, entre autres dans certains cas particuliers où la détérioration du béton s'est développée d'une façon très différente d'une travée à l'autre.

Chape de béton

- . Une dalle sur poutres ayant une détérioration généralisée sur le dessus tout en présentant une portion inférieure en bonne condition peut être remise en état à l'aide d'une chape de béton. Cette option doit être justifiée par une expertise de dalle et une analyse financière à long terme, et ne devrait être effectuée qu'après consultation auprès de la Direction des structures.
- . L'option d'une chape de béton est envisagée le plus souvent dans un contexte d'intervention à moyen terme où les quantités de réparation de dalle prévues sont très importantes, la durée de vie anticipée d'une chape de béton étant plus longue qu'un grand nombre de réparations réparties sur toute la surface de la dalle.
- . La méthode de travail suggérée pour cette intervention consiste à réaliser une hydrodémolition (ou une scarification si le recouvrement de béton par-dessus l'armature le permet) suivie de la mise en place d'une chape au béton latex.
- . Il est généralement recommandé de concevoir la chape en vue de l'utiliser directement comme surface de roulement, sans membrane ni enrobé. (Se référer à l'article RE-11-R du devis type *Construction et réparation des structures*).
- . Dans le cas où il n'y a pas de contraintes structurales relativement à la capacité portante, la réalisation d'une chape de béton peut être complétée par la pose d'une membrane d'étanchéité et d'un enrobé.

Impact dû au passage des véhicules

- . Il est souvent nécessaire de conserver une partie de la chaussée ouverte à la circulation pendant les travaux de réparation. Or, l'impact produit par le passage des camions, spécialement sur une surface de roulement cahoteuse, peut affecter la qualité de la réparation, surtout lors de la prise initiale du béton. Des dispositions doivent donc être prises pour réduire au minimum l'impact produit par le passage des véhicules.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
9 de 14

- Si c'est possible, le passage des véhicules lourds doit être interdit pendant le bétonnage et la période immédiate suivant le bétonnage.
- Sur les routes à faible débit de circulation, la vitesse des véhicules doit être réduite à 20 km/h sur les ponts à poutres en acier et à 50 km/h sur ceux à poutres en béton.

Membrane d'étanchéité et enrobé

- . Il est recommandé de recouvrir d'une membrane d'étanchéité toute la surface de la dalle ayant fait l'objet d'une réparation pour ralentir l'activité de corrosion, diminuant ainsi les risques de propagation de la détérioration autour des surfaces réparées et empêchant la détérioration prématurée de la réparation.
- . Pour les travaux relatifs à la pose de la membrane d'étanchéité ainsi qu'à l'enlèvement et la pose de l'enrobé, voir l'activité 3067 – Réfection de l'enrobé.

Dalles exigeant une attention particulière

- . La reconstruction des dalles suivantes peut être complexe et coûteuse :
 - dalles épaisses;
 - dalles sur poutres des ponts dont le tablier est précontraint par post-tension;
 - dalles sur poutres des ponts à poutres en béton armé coulées en place.

Ces dalles doivent donc être maintenues en bon état par des travaux de réparation et de pose de membrane d'étanchéité dès que des dommages se manifestent. Il ne faut pas s'exposer à devoir remplacer ces dalles. Un suivi particulier à l'aide d'une auscultation (relevé de potentiel, géoradar) est recommandé (se référer à la section 4.7 du présent manuel).

Ponts à travées continues, ponts à béquilles et portiques

- . Les ponts à travées continues, les ponts à béquilles et les portiques ont souvent, en plus de l'armature normale de dalle, des armatures principales incorporées à la dalle, généralement au-dessus des piles et des béquilles. Le fait de dégager ces barres, qui font partie du système structural, peut entraîner une diminution de capacité permanente de la structure. Les travaux de démolition et de réparation doivent donc être effectués par séquences et sous la gouverne d'un ingénieur en structure.

Ponts en béton précontraint par post-tension

- . Lorsqu'ils sont précontraints par post-tension, les ponts à travées continues, les ponts à béquilles et les portiques ont généralement des câbles ou des ancrages de câbles qui peuvent se trouver à moins de 75 mm de la surface de la dalle. Avant de procéder à la réparation de la dalle, il faut consulter les plans de la structure pour localiser les éléments de précontrainte qui peuvent nuire

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
10 de 14

aux travaux de réparation. Des précautions doivent être prises pendant les travaux, pour ne pas dégager ces ancrages ou endommager les câbles eux-mêmes. La réparation de la dalle des ponts en béton précontraint doit être effectuée sous la gouverne d'un ingénieur en structure pour s'assurer que les travaux ne risquent pas de compromettre l'intégrité de la structure.

Dalle précontrainte transversalement

- . Certains ponts ont une dalle précontrainte transversalement par des torons espacés à environ 1200 mm et enfouis dans la dalle sous le premier rang d'armatures, à une profondeur d'environ 75 mm. Il faut donc consulter les plans avant de procéder à la réparation d'une telle dalle et prendre les précautions nécessaires pour ne pas endommager les câbles.

Dalle épaisse évidée

- . Cette activité s'applique aussi aux dalles épaisses évidées en béton armé ou en béton précontraint (types 33 et 34).
- . Il est suggéré de profiter de la réparation, lorsque cela est possible, pour nettoyer l'intérieur des évidements lorsque ces derniers sont conservés.
- . Il est important de mentionner qu'il est possible de remplir les évidements en injectant de la mousse isolante rigide afin d'éviter d'avoir à coffrer la partie supérieure des cellules évidées ayant été endommagées avant les travaux ou lors de la démolition du béton. Si les évidements doivent être coffrés, il est recommandé d'utiliser un coffrage métallique de type tôle plutôt que des coffrages en bois.

Dalle d'un pont à poutre-caisson

- . La réparation de la dalle d'un pont à poutre-caisson en béton armé ou en béton précontraint fait l'objet de l'activité 3135 – Réparation du hourdis supérieur de poutre-caisson en béton.

Drains et joints de tablier

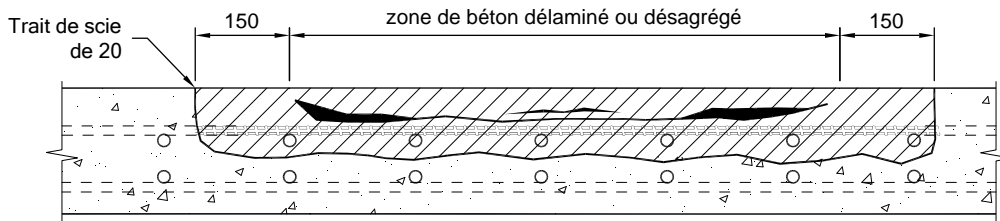
- . La réparation de la dalle fournit l'occasion d'améliorer le drainage du pont (voir l'activité 3062 – Modification de drains) et de remettre en cause la présence de certains joints de tablier (voir les activités 3051, 3052 et 3053 – Remplacement, Modification (Joint dalle sur culée) et Élimination d'un joint de tablier).

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

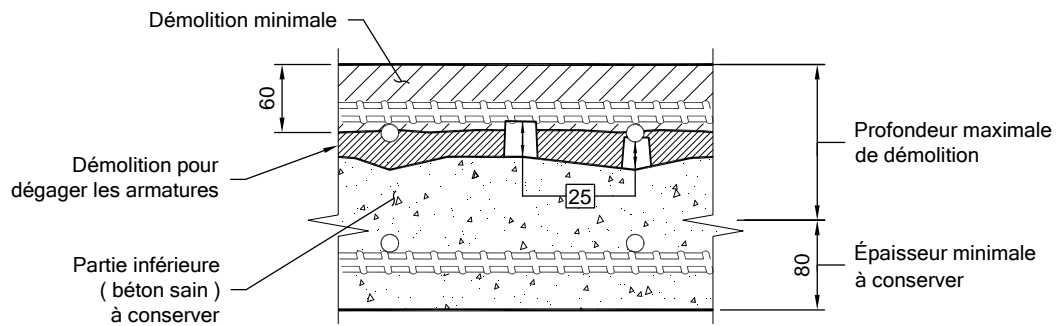
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

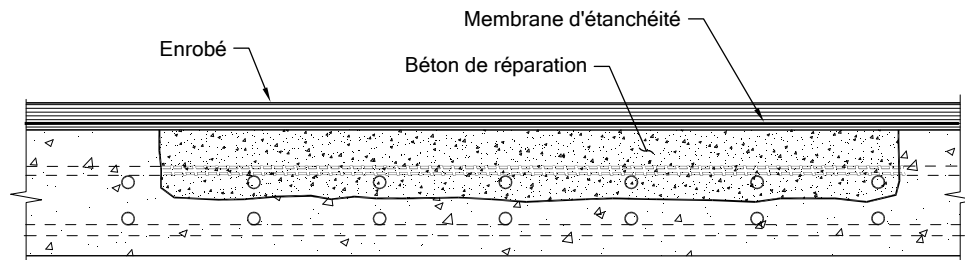
PAGE
11 de 14



DÉMOLITION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



RECONSTRUCTION

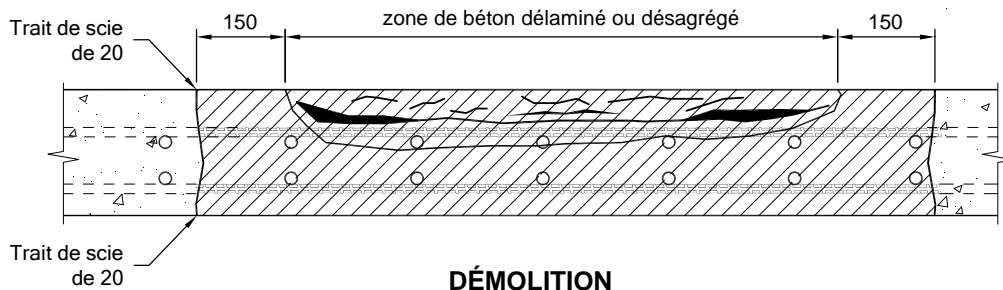
RÉPARATION EN SURFACE DE DALLE SUR POUTRES

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

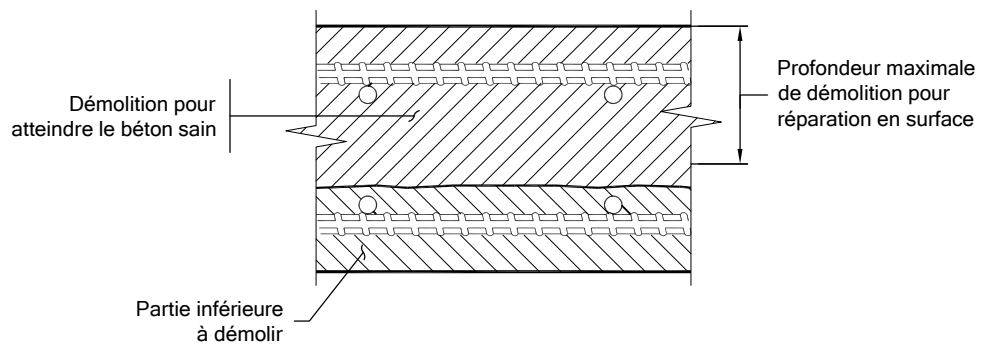
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

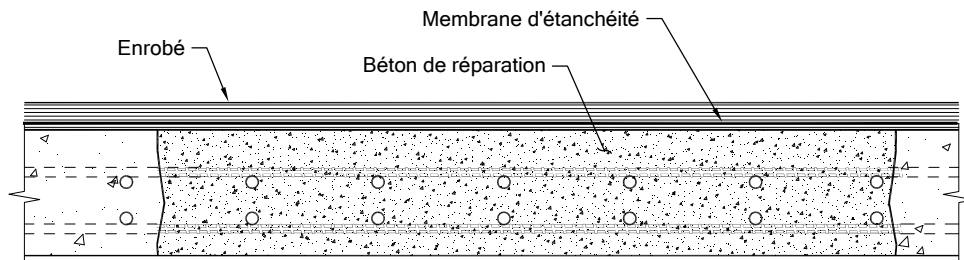
PAGE
12 de 14



DÉMOLITION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



RECONSTRUCTION

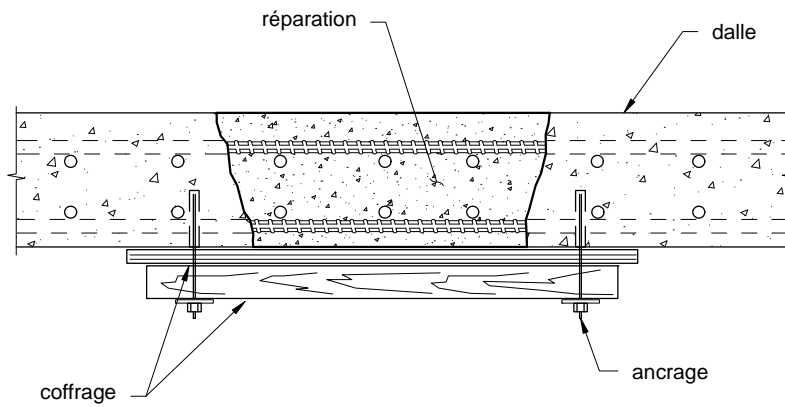
RÉPARATION EN PROFONDEUR DE DALLE SUR POUTRES

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

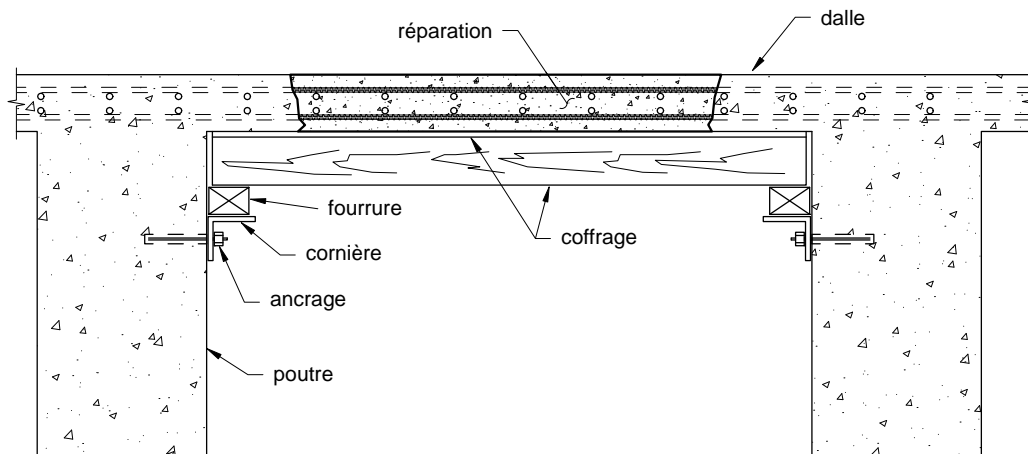
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

PAGE
13 de 14



LARGEUR INFÉRIEURE À 450 mm



LARGEUR SUPÉRIEURE À 450 mm

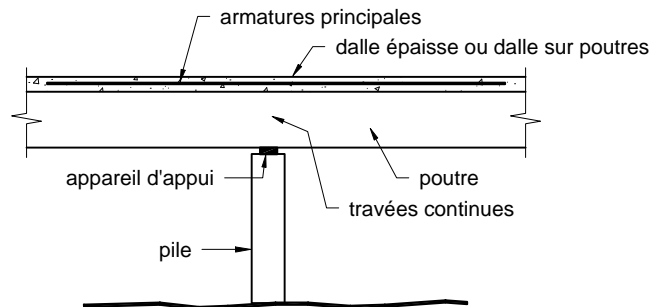
COFFRAGE POUR RÉPARATION EN PROFONDEUR

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

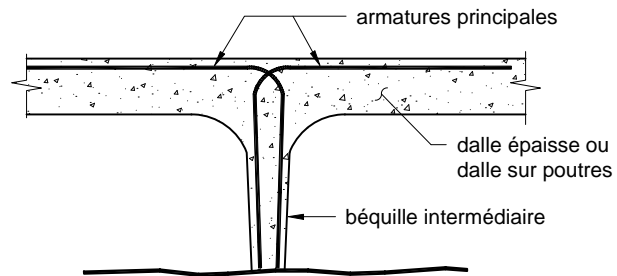
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2014

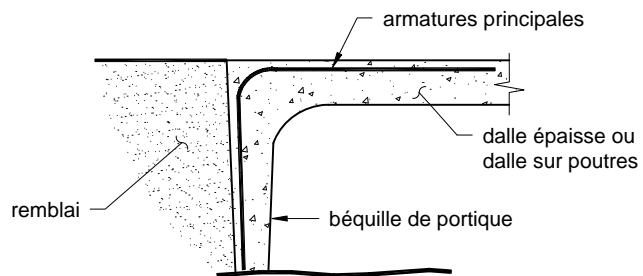
PAGE
14 de 14



TRAVÉES CONTINUES



PONT À BÉQUILLES



PORTIQUE

PONT AVEC ARMATURES PRINCIPALES DANS LA DALLE

REHAUSSEMENT DE PORTIQUE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3223

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Rehaussement de la partie inférieure des portiques d'un pont à poutres triangulées, et au besoin, de ses contreventements transversaux. Cette intervention est recommandée lorsque le dégagement au-dessus des voies de circulation est insuffisant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Déformation permanente ou fissuration de pièces d'un portique d'extrémité ou d'un contreventement transversal dont le dégagement est inférieur à 4,42 m.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les membrures trop basses ou déformées.
2. Couper les membrures diagonales trop longues de façon à obtenir le dégagement requis.
3. Nettoyer les surfaces des éléments conservés qui seront en contact avec les nouvelles membrures.
4. Mettre en place de nouvelles membrures horizontales à la hauteur requise et les fixer avec des boulons.

Notes

- . Lorsque cela est possible, on se servira, pour boulonner les membrures d'une poutre triangulée, des trous dégagés par l'enlèvement de rivets.
- . Avant d'envisager le rehaussement de tous les portiques et contreventements transversaux d'un pont à poutres triangulées, il faut procéder à une expertise du système structural ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.

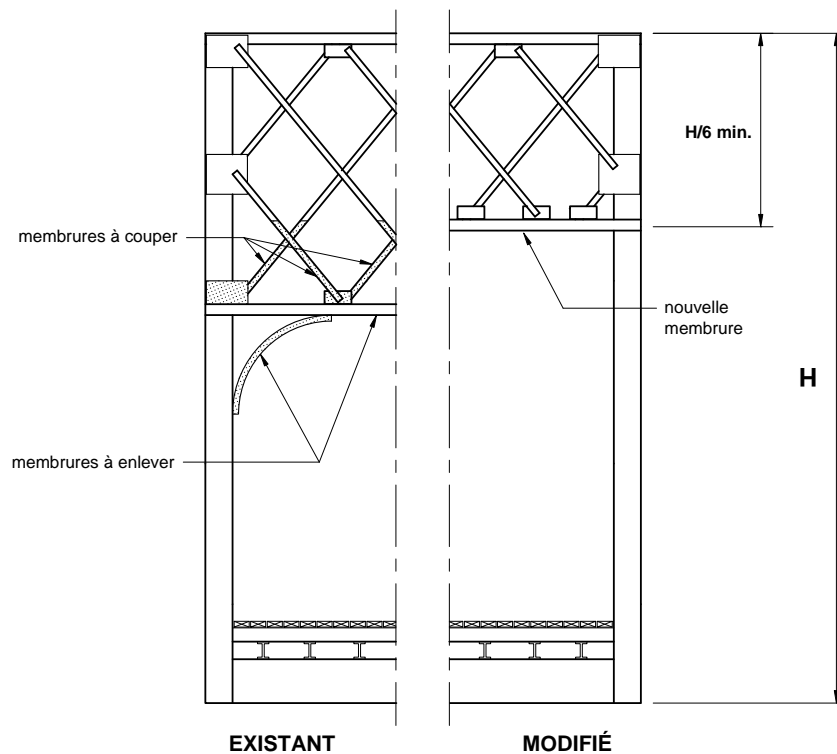
REHAUSSEMENT DE PORTIQUE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3223

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 2

- Dans la mesure du possible, le dégagement devrait être supérieur à 4,42 m, mais la hauteur du portique modifié doit cependant être supérieure au sixième de la hauteur de la poutre triangulée.
- Si l'on rehausse les portiques et les contreventements transversaux un à la fois, il n'est pas essentiel de fermer le pont à la circulation.
- Lors d'une intervention sur un pont à valeur patrimoniale, des boulons à tête ronde de type A449 ou des boulons à tension contrôlée de type F1852 doivent normalement être utilisés dans le but d'imiter la forme arrondie des têtes de rivets. Ces boulons ont les mêmes propriétés mécaniques que les boulons de type A325.
- Lorsqu'un portique de pont patrimonial comporte des éléments non structuraux distinctifs ou décoratifs, tels que des cintres (membres courbés) aux coins supérieurs, il est recommandé de réinstaller ces membrures ou de les remplacer par des membrures équivalentes après le rehaussement.



ÉLÉVATION DU PORTIQUE

REPLACEMENT DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
3331

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement de tous les madriers d'un plancher de pont en bois.

Cette intervention ne peut être réalisée que si les madriers existants sont fixés aux traverses avec des tire-fond et que les traverses sont en bon état.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du bois observés de façon généralisée sur un plancher de pont.
- . Défauts du bois affectant de façon très importante le contrôle d'un véhicule ou la capacité du plancher à supporter et à distribuer les charges.

Il peut être opportun de seulement réparer le plancher en bois (activité 3334) si les défauts sont observés sur une petite quantité de madriers.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Fermer le pont à toute circulation.
2. Dévisser les tire-fond retenant les madriers du plancher.
3. Enlever tous les madriers.
4. Nettoyer le dessus des traverses.
5. Fixer de nouveaux madriers avec des tire-fond.
6. Au besoin, corriger le profil de la route.

REPLACEMENT DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
3331

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 2

Notes

- . Si les madriers sont cloués aux traverses, il faut procéder aussi au remplacement des traverses (voir activité 3332).
- . Il est suggéré de profiter du remplacement du plancher pour intervenir sur des traverses présentant des chevauchements insuffisants ou inappropriés.
- . Il est suggéré de prévoir un plancher avec des madriers à 45° pour remédier à la problématique d'une surface de roulement considérée comme dangereuse pour les cyclistes.

REPLACEMENT DE PLATELAGE EN BOIS

ACTIVITÉ
3332

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement du platelage.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du bois observés de façon généralisée sur les traverses et affectant de façon très importante leur capacité à supporter et distribuer les charges.
- . Défauts du bois sur les madriers de plancher affectant de façon très importante le contrôle d'un véhicule ou la capacité du plancher à supporter et à distribuer les charges, lorsque ces madriers sont cloués aux traverses.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Fermer le pont à toute circulation.
2. Enlever les glissières, les chasse-roues, les madriers de plancher et les traverses.
3. Dans le cas d'un pont acier-bois, faire une préparation de surfaces du dessus de la semelle supérieure des poutres en acier et les peindre si possible.
4. Construire un nouveau platelage, y compris les chasse-roues et les glissières.

Notes s'appliquant aux ponts acier-bois

- . Si l'on prévoit peindre les poutres à court terme, il peut être avantageux de les enlever et de les faire peindre en usine lorsque le platelage est enlevé.
- . Lorsque la capacité du pont est trop faible pour répondre aux besoins, on devrait procéder au renforcement du pont au moment de remplacer le platelage en bois.
- . Il est suggéré de prévoir un plancher avec des madriers à 45° pour remédier à la problématique d'une surface de roulement considérée comme dangereuse pour les cyclistes.

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

ACTIVITÉ
3337

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Ajout de traverses supplémentaires entre les traverses existantes pourries ou altérées physiquement.

L'activité peut également être utilisée pour intervenir sur des traverses en acier, parfois existantes sur un certain type de pont acier-bois.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Défauts importants du bois observés de façon restreinte mais significative sur des traverses de pont :
- . Défauts du bois ou altération physique présentant un danger pour les usagers, ou affectant de façon importante la capacité du platelage à supporter et à distribuer les charges.

L'ajout de traverses fixées à un poteau de glissière est une intervention qui peut être réalisée dans le cas où la connexion d'un poteau de glissière est devenue impossible à la suite d'un accident et d'une rupture des extrémités de traverses.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Traverses non fixées à un poteau de glissière

1. Insérer une nouvelle traverse entre les traverses existantes le long de la section de la traverse pourrie ou altérée physiquement. La nouvelle traverse doit s'appuyer sur au moins deux poutres et peut devoir être planée.
2. Au besoin, placer des fourrures entre la traverse et les poutres pour assurer un bon contact entre la traverse et les madriers du plancher.
3. Fixer les madriers du plancher à la nouvelle traverse avec des tire-fond.
4. Mettre des plaques d'attache reliant la nouvelle traverse aux poutres (activité 2331).

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

ACTIVITÉ
3337

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 3

B) Traverses fixées à un poteau de glissière

1. Enlever les clous ou les tire-fond reliant le poteau aux lisses de la glissière et au chasse-roue.
2. Enlever les boulons reliant le poteau aux traverses endommagées.
3. Retirer le poteau.
4. Couper les traverses endommagées pour aligner leurs extrémités avec celles des autres traverses.
5. Insérer de nouvelles traverses entre les traverses existantes pourries ou altérées physiquement. Les nouvelles traverses doivent s'appuyer sur au moins deux poutres et être suffisamment longues pour y fixer le poteau de la glissière. Elles peuvent aussi devoir être planées.
6. Au besoin, placer des fourrures entre les traverses et les poutres pour assurer un bon contact entre les traverses et les madriers du plancher.
7. Fixer les madriers du plancher aux nouvelles traverses avec des tire-fond.
8. Mettre des plaques d'attache reliant les nouvelles traverses (activité 2331).
9. Placer le poteau de la glissière entre les nouvelles traverses.
10. Fixer le poteau aux nouvelles traverses et au chasse-roue avec des boulons et aux lisses de la glissière avec des tire-fond.

Notes

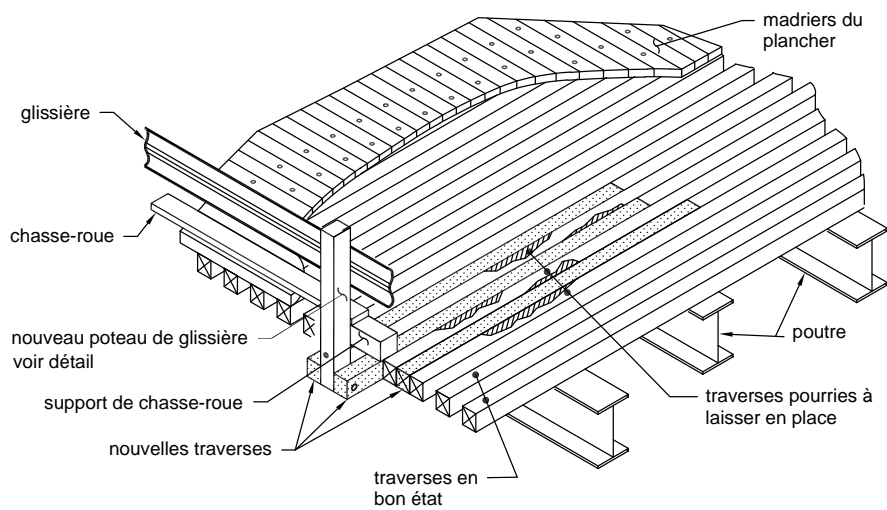
- . Si une grande quantité de traverses sont pourries ou altérées physiquement et affectent de façon très importante la capacité du platelage à supporter et à distribuer les charges, il faut envisager le remplacement complet du platelage.
- . L'ajout de traverses est généralement réalisé sans enlever les madriers du plancher et sans interrompre la circulation.

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

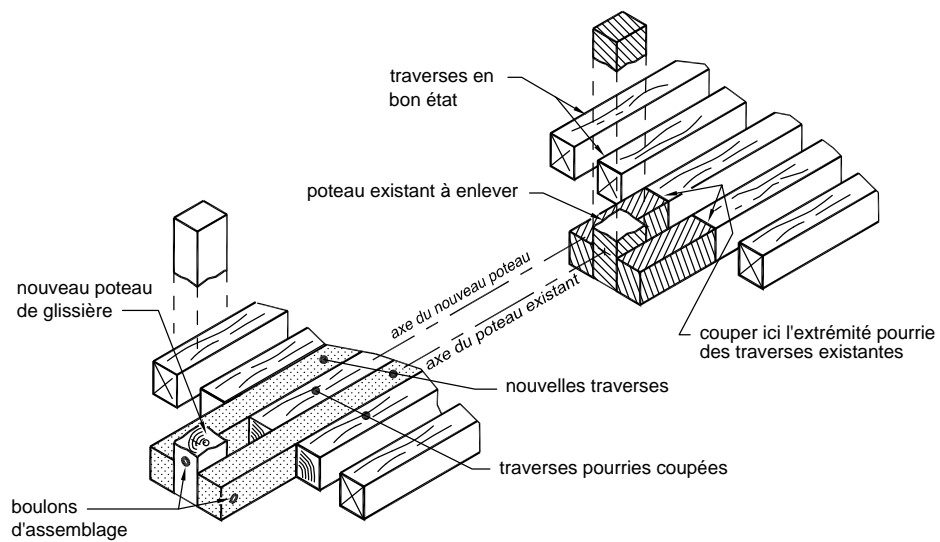
ACTIVITÉ
3337

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 3



VUE PARTIELLE D'UN PONT ACIER-BOIS



DÉTAIL DE REMPLACEMENT DU POTEAU

REPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 2.

Manuel de conception des structures

- . Ouvrages en béton, chapitre 8.

DESCRIPTION

Reconstruction de la dalle sur poutres d'un pont, y compris les chasse-roues et les trottoirs. Ces travaux supposent généralement la modification de la partie supérieure des murs en retour et du garde-grève des culées.

SEUIL D'INTERVENTION

Bien que, lors de l'inspection générale, les défauts observés et compilés pour le dessous de la dalle sont susceptibles de fournir des indices quant à l'état du béton, les seuils d'intervention qui suivent s'appliquent au dessus de la dalle – ce qui correspond à l'état général de cette dalle.

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défaut associé au dessus de la dalle de l'ensemble des travées (corrosion importante à très importante des armatures, désagrégation importante à très importante du béton, délaminage ou éclatement) :
 - sur plus de 30 % de la surface du tablier pour un pont à fort débit de circulation;
 - sur plus de 40 % de la surface du tablier pour un pont à faible débit de circulation.
- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention sont avant tout les dommages réels du béton associés au-dessus de la dalle lors d'une inspection générale ou d'un relevé de dommages.
- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention peuvent également se baser sur des résultats de probabilité de corrosion de l'armature obtenus à partir d'une expertise de dalle par relevé de potentiel (ou par géoradar). Les dommages potentiels associés aux zones à forte probabilité de corrosion (ex : potentiel < -350 mV (zones rouge et noire)) ne doivent pas être systématiquement identifiés à des dommages réels, à moins qu'il n'y ait confirmation par carottage ou autre essai physique.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
2 de 7

- Lorsque les défauts associés au dessus de la dalle sont de 20 à 30 % pour un pont à fort débit de circulation et de 30 à 40 % pour un pont à faible débit de circulation, un remplacement de la dalle peut parfois être considéré à la suite d'une collecte d'informations supplémentaires et à des analyses détaillées. Voir Notes – Choix d'intervention sur la dalle

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever l'enrobé sur toute la surface de la dalle (activité 3067) et sur les approches s'il est nécessaire de corriger le profil de la route.
2. Prendre des dispositions pour empêcher la chute de débris de démolition sur la route ou dans le cours d'eau.
3. Enlever les glissières sur le pont et sur les murs en retour des culées s'il y a lieu et mettre en place les dispositions nécessaires prévues dans les Normes du MTQ – *Tome V – Signalisation routière* pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers durant la période des travaux.
 - Sauf si elles sont conformes aux exigences du *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 2, article 2.12.1 « Dispositifs de retenue sur les ponts », les glissières existantes ne doivent pas être réutilisées lors de la reconstruction d'une dalle.
4. Exécuter un trait de scie de 20 mm de profondeur sur les côtés des poutres en béton armé, le plus près possible du dessous de la dalle.
 - Le trait de scie a pour but de prévenir l'éclatement du béton des surfaces verticales des poutres lors de la démolition du béton situé au-dessus des poutres.
 - Il ne doit être exécuté que lorsque les poutres sont en béton armé; ne pas faire de trait de scie pour les poutres préfabriquées en béton précontraint.
 - Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les étriers (armatures verticales) qui font partie des armatures principales des poutres.
5. Démolir la dalle, les chasse-roues et les trottoirs.
 - La partie des armatures verticales des poutres (étriers) qui est intégrée à la dalle ne doit pas être endommagée par les travaux.
 - Les armatures longitudinales situées au-dessus des poutres, entre les étriers, peuvent être coupées et enlevées pour faciliter les travaux de démolition du béton au-dessus des poutres. Elles doivent alors être remplacées par des barres de même diamètre.

REPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
3 de 7

- . La démolition complète de la dalle sur poutres est généralement effectuée avec une scie à béton jusqu'à 100 mm des poutres et diaphragmes. Pour une dalle sur poutres en béton, des marteaux hydrauliques dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J peuvent être utilisés jusqu'à 300 mm des poutres et diaphragmes. Pour une dalle sur poutres en acier, des marteaux hydrauliques dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J peuvent être utilisés, jusqu'à 100 mm des poutres et diaphragmes.
 - . L'utilisation d'un brise-béton de type cisaille « multiprocasseur » (2 mâchoires mobiles) peut être un équipement de démolition acceptable dans certains cas.
 - . La démolition de la dalle au-dessus des poutres et des diaphragmes doit être effectuée à l'aide de marteaux pneumatiques manuels de 30 et 7 kg, le marteau 30 kg (ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J, considéré comme un équivalent acceptable) au-dessus de la nappe inférieure d'armature, et le marteau 7 kg vis-à-vis et sous cette armature inférieure.
6. Au besoin, procéder aux excavations à l'arrière des murs en retour et du garde-grève des culées.
 7. Enlever les joints de tablier et démolir le garde-grève pour pouvoir exécuter les travaux de réfection du garde-grève, de remplacement des joints de tablier ou de réalisation d'un joint dalle sur culée et s'il y a lieu, de réfection des diaphragmes en béton. Les armatures verticales du garde-grève doivent être conservées.
 8. Démolir les chasse-roues ou les trottoirs des culées et les parties des murs en retour sous-jacents.
 - . Les travaux de démolition de la partie supérieure des murs en retour doivent être délimités sur les faces intérieure et extérieure par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . La démolition de la partie supérieure des murs sur une hauteur de 600 mm est généralement suffisante.
 - . Les barres d'armature verticales des murs doivent être conservées.
 9. Exécuter les travaux suivants, s'il y a lieu :
 - . La réfection du garde-grève ainsi que le remplacement d'un joint de tablier à une culée (activité 3051) ou la réalisation d'un joint dalle sur culée (activité 3052).
 - . Le remplacement ou l'élimination des joints de tablier aux piles (activités 3051 et 3053).
 - . La réfection des diaphragmes en béton (activité 3126).

REPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
4 de 7

10. Installer les coffrages et les armatures, puis mettre en place le béton de la dalle, des murs en retour et des garde-grèves.

- . L'équipement de finition pour la mise en place du béton de la dalle est spécifié aux plans et devis. Un finisseur automoteur (de type Gomaco modèle C-450 ou équivalent) doit être utilisé pour toute dalle dont la superficie est supérieure à 200 m² (une largeur minimale hors tout de 4 m est requise [5,2 m pour un pont à poutres triangulées]). Lorsque les critères minimaux ne peuvent pas être respectés, une règle vibrante est alors exigée.

Le finisseur automoteur est préférable à la règle vibrante en raison d'une plus grande densité de la surface finie.

11. Installer les coffrages, les armatures et les ancrages des glissières, puis mettre en place le béton des chasse-roues ou des trottoirs sur le pont et sur les murs en retour des culées.

12. Remplir les zones excavées à l'arrière des murs en retour et du garde-grève des culées.

13. Poser les glissières récupérées ou en installer de nouvelles s'il y a lieu.

14. Au besoin, faire la correction du profil des approches (activité 3066).

15. Poser la membrane d'étanchéité sur la nouvelle dalle.

16. Poser l'enrobé à chaud sur la dalle et sur les approches (activité 3067).

Notes

Choix d'intervention sur la dalle

- . Cette activité concerne le remplacement d'une dalle sur poutres facilement remplaçable, ce qui est le cas pour les ponts à poutres préfabriquées en béton ou à poutres en acier.
- . Les défauts du béton observés pour le dessous de la dalle sont compilés lors de l'inspection générale. Cependant, ces défauts ne doivent pas être directement pris en compte pour le choix d'une intervention bien qu'ils peuvent fournir une certaine indication sur l'état du béton de la dalle. Il faut prendre soin de ne pas cumuler le même dommage, identifié sur le dessus et sur le dessous de la dalle.
- . La décision de procéder à un remplacement plutôt qu'à une réparation ou à une autre intervention (ex. : chape) doit être basée sur une expertise de dalle (section 4.2.3) et une étude d'opportunité (chapitre 5).

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
5 de 7

- . Lorsqu'un remplacement de dalle sur poutres est planifié, une expertise de tablier doit être effectuée dans certains cas afin d'éviter de mettre en place une nouvelle dalle sur un système structural potentiellement déficient (voir section 4.2.3). L'expertise de tablier consiste principalement en une évaluation de capacité portante.
- . L'expertise de dalle permet de mieux définir l'ampleur des dommages et de déterminer si les caractéristiques du béton permettent d'effectuer une réparation efficace.
- . L'étude d'opportunité a pour but notamment d'analyser toutes les solutions possibles (réparation, réfection, etc.) et de déterminer la plus avantageuse tant technique que financière.
- . Les défauts potentiels du béton identifiés sur le dessus du tablier lors d'une expertise de dalle par une méthode d'auscultation comme le relevé de potentiel de corrosion (ou le géoradar) doivent être analysés avec prudence en validant le plus possible les résultats obtenus par des observations physiques (carottages, fenêtres d'observation) ou par d'autres méthodes d'auscultation complémentaires.

Études complémentaires

- . Le remplacement de la dalle fournit l'occasion d'étudier la possibilité de modifier le profil de la route et du pont et de modifier ou d'éliminer des joints de tablier.

Chape de béton

- . Une dalle sur poutres ayant une détérioration généralisée sur le dessus tout en présentant une portion inférieure en bonne condition peut être remise en état à l'aide d'une chape de béton. Cette option doit être justifiée par une analyse financière à long terme. (Pour plus de détails, voir activité 3131).

Conception de la dalle

- . La nouvelle dalle et la partie supérieure modifiée des murs en retour des culées doivent être dimensionnées selon les exigences du chapitre 2 du *Tome III – Ouvrages d'art* et du chapitre 8 du *Manuel de conception des structures*.

Services publics

- . Le remplacement de la dalle peut nécessiter le déplacement de services publics. Si des services publics sont prévus dans le projet, il est recommandé d'installer des conduits extérieurs avec un système de supports fixé généralement aux poutres; l'emplacement et le concept d'attaches ne doivent pas nuire à l'entretien ultérieur de la structure.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
6 de 7

- . Dans le cas de services publics très coûteux à déplacer, il peut être avantageux de les maintenir en place lors des travaux; des précautions doivent alors être prises pour assurer qu'ils demeurent opérationnels.

Impact dû au passage des véhicules

- . Il est souvent nécessaire de laisser une partie de la chaussée ouverte à la circulation pendant les travaux de reconstruction de la dalle. Or, l'impact produit par le passage des camions, spécialement sur une surface de roulement cahoteuse, peut affecter l'enrobage des armatures, surtout lors de la prise initiale du béton. Des dispositions doivent donc être prises pour réduire au minimum l'impact produit par le passage des véhicules.
 - Les trous et les bosses, principalement aux extrémités du pont, doivent si possible être corrigés à l'aide d'enrobé à chaud pour uniformiser la surface de roulement.
 - Lorsque la dalle est reconstruite en deux phases, le passage des véhicules lourds doit, si possible, être interdit pendant le bétonnage et la période immédiate suivant le bétonnage de la deuxième phase, de façon à ne pas affecter l'enrobage des armatures reliant les deux sections.
 - Sur les routes à faible débit de circulation, il est recommandé de réduire la vitesse des véhicules circulant sur la partie de pont ouverte à la circulation.

Pont à poutres en béton armé

- . Le remplacement de la dalle sur poutres d'un pont à poutres en béton armé coulées en place est possible, mais peut être complexe. En effet, la dalle ayant été construite avec un étaielement des poutres, la stabilité de ces dernières doit être vérifiée et doit être maintenue durant les travaux de reconstruction de la dalle. Sans étaielement des poutres, la dalle n'agira pas de façon composite avec les poutres sous les charges permanentes, diminuant ainsi la capacité structurale du tablier.
- . De plus, la dalle sur poutres des ponts à travées continues, des ponts à béquilles et des portiques fait partie du système structural; des armatures principales sont intégrées aux armatures de la dalle au-dessus des piles ou des béquilles et le fait de dégager ces barres entraîne un affaiblissement important de la structure.

La dalle sur poutres de ces ponts doit donc être maintenue en bon état par des travaux préventifs exécutés à intervalles réguliers ainsi que par des travaux de réparation et d'imperméabilisation, de façon à reporter son remplacement le plus loin possible dans le temps.

Lorsque vient le temps de remplacer la dalle sur poutres pour ce type de pont, le projet de remplacement doit être préparé par un ingénieur en structure.

REPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2014

PAGE
7 de 7

Pont en béton précontraint par post-tension

- . La dalle sur poutres des ponts dont le tablier est précontraint par post-tension (types 43 et 57) ne peut pratiquement pas être remplacée. Elle doit donc être maintenue en bon état par des travaux préventifs exécutés à intervalles réguliers ainsi que par des travaux de réparation et de pose de membrane d'étanchéité, de façon à ce qu'elle n'ait jamais à être remplacée.

4.2.3 Détermination des besoins en expertises

Certains travaux exigent des méthodes d'investigation particulières, appelées expertises, pour déterminer l'étendue et la cause des dommages. Les besoins en expertises doivent être déterminés et exprimés assez tôt pour que leurs résultats puissent être transmis à temps. Quatre types d'expertise peuvent être nécessaires :

- l'expertise de la dalle pour une dalle épaisse;
- l'expertise de la dalle pour une dalle sur poutres;
- l'expertise du tablier;
- l'expertise en vue de reconstruire la structure.

Lorsque l'état du matériau d'un élément structurellement sensible (poutre, chevette, colonne, etc.) engendre un doute quant à son intégrité, une caractérisation de ce matériau doit être réalisée en priorité. Des mesures temporaires telles des bancs de support peuvent devoir être implantées à la suite d'essais effectués sur le matériau douteux.

4.2.3.1 Expertise de la dalle – Dalle épaisse

Pour une dalle épaisse sans armature de cisaillement, une expertise de la dalle est requise dès qu'une fissure de cisaillement est détectée. Cette expertise comprend une évaluation de la capacité portante de la structure, complétée au besoin par une caractérisation du béton du tablier.

Pour une dalle épaisse plus récente ou ayant de l'armature de cisaillement, une expertise de la dalle doit être demandée lorsqu'une remise en état de la dalle ou toute autre intervention majeure est prévue dans la planification quinquennale.

4.2.3.2 Expertise de la dalle – Dalle sur poutres

Pour un tablier constitué d'une dalle sur poutres, une demande d'expertise de la dalle doit être formulée pour tout projet où une réparation ou autre remise en état de la dalle est prévue à la planification quinquennale, quelles que soient l'évaluation du matériau ou la cote de comportement attribuées à la dalle lors de l'inspection générale. Une expertise de la dalle doit également être demandée pour évaluer son état avant de procéder à la réfection des côtés extérieurs du pont, ainsi qu'à l'élargissement ou au renforcement du tablier.

Une expertise de la dalle n'est pas nécessaire si la dalle est détériorée au point de devoir la remplacer à court terme selon les scénarios présentés au tableau 5.2-1 du présent manuel. Dans ce cas, il faut tout de même prévoir une expertise du tablier afin de vérifier la capacité du système structural.

4.2.3.3 Expertise du tablier – Dalle sur poutres

Si le remplacement d'une dalle sur poutres est prévu, une expertise du tablier doit être effectuée dans certains cas afin d'éviter de mettre en place une nouvelle dalle sur un système structural potentiellement inadéquat. Une expertise du tablier – qui consiste essentiellement en une évaluation de la capacité portante du tablier - est donc réalisée s'il est jugé que le système structural est potentiellement inadéquat, sur la base d'un des critères suivants :

- un des éléments principaux du système structural ayant :
 - un matériau avec un état D supérieur à 10 %; **ou**
 - un matériau dont la somme de l'état C et de l'état D est supérieur à 30 %; **ou**
 - un comportement avec une cote CEC de 2 ou 1.
- chargement de conception inférieur à H20-S16 pour un pont dont la capacité portante n'a pas été déterminée.
- chargement de conception inconnu pour un pont construit avant 1960 et dont la capacité portante n'a pas été déterminée.

Lorsque la charge affichée est inférieure aux besoins du réseau routier, un remplacement de tablier est systématiquement recommandé.

Avant de procéder au remplacement du tablier, une analyse de facteurs déterminants (état des unités de fondation, sécurité, vulnérabilité sismique, contraintes hydrauliques, besoins fonctionnels, caractéristiques de matériau (ex. : résilience de l'acier), importance de la route), ainsi qu'une analyse économique devraient être réalisées pour évaluer la faisabilité et les coûts de différentes options d'intervention.

4.2.3.4 Expertise en vue de reconstruire la structure – Dalle sur poutres

Si le remplacement d'un tablier avec une dalle sur poutres a été confirmé, une expertise en vue d'une reconstruction complète d'une structure devrait être demandée sur la base d'un des deux critères suivants :

- indice fonctionnel de la structure (IFS) est inférieur à 40.
- la majorité des éléments principaux des unités de fondation ayant :
 - un matériau avec un état D supérieur à 10 %; **ou**
 - un matériau dont la somme de l'état C et de l'état D est supérieure à 30 %; **ou**
 - un comportement avec une cote CEC de 2 ou 1.

Une analyse portant sur les différents scénarios possibles doit être réalisée.

4.3 INVESTIGATION DE BASE

L'investigation de base est la partie du relevé de dommages normalement effectuée par le personnel chargé de la préparation des plans et devis. Elle doit être planifiée pour être réalisée en une seule visite mais, pour une structure d'envergure, elle peut exiger plus d'une journée de travail. Le personnel qui effectue le relevé de dommages peut aussi devoir retourner sur le site à quelques reprises pour vérifier certaines données, notamment :

- l'étanchéité des joints de tablier, pendant ou juste après une pluie;
- la présence d'affouillement en période d'étiage, si la dernière inspection sous-marine remonte à plusieurs années ou si le lit du cours d'eau est instable;
- le mouvement réel aux joints de tablier à différentes températures.

Une équipe spécialisée peut être nécessaire pour mettre en place la signalisation requise, pour manipuler certains équipements ou pour nettoyer les surfaces à inspecter. Ce nettoyage peut être fait à l'avance ou au fur et à mesure du déplacement des équipements d'accès.

4.3.1 Collecte des informations

L'essentiel des informations relatives au relevé de dommages est recueilli lors de l'investigation de base. Ces informations ne peuvent être obtenues autrement qu'en se rendant sur le site. Il doit s'agir d'informations vraiment nécessaires afin de ne pas alourdir inutilement le relevé de dommages; cependant, le chargé de projet doit au besoin faire les ajouts essentiels au rapport du relevé de dommages pour couvrir les situations peu courantes.

Les informations à recueillir sont :

- les défauts de matériaux (tableau 4.3-1), avec les informations pour les quantifier, les localiser, etc.;
- les informations nécessaires à la sélection finale des interventions à réaliser et à la préparation des plans et devis;
- les dimensions des éléments visés par les interventions afin de valider les informations montrées sur les plans d'origine;
- les informations relatives à certains travaux connexes, généralement de faible ampleur, déterminés directement sur le site (tableau 4.3-2); la nature et l'ampleur de ces travaux ne nécessitent pas un relevé de dommages usuel.

La sélection finale des interventions à réaliser est faite plus tard, notamment lors de l'inscription du projet à l'an 1 de la planification quinquennale, sur la base entre autres des seuils d'intervention des activités d'entretien qui sont précisés au chapitre 3 du présent manuel.

Tableau 4.3-1 Défauts par type de matériaux

Défauts à considérer lors du relevé de dommages		
Béton	Acier	Bois
<ul style="list-style-type: none"> . Désagrégation . Érosion par abrasion . Corrosion de l'armature . Délaminage . Éclatement . Fissuration 	<ul style="list-style-type: none"> . Corrosion . Déformation permanente . Fissuration . Relâchement des assemblages 	<ul style="list-style-type: none"> . Pourriture . Altération physique . Usure par abrasion . Trou d'insectes
Autres types de défauts généralement non considérés		
Béton	Acier	Bois
<ul style="list-style-type: none"> . Joint froid . Dépôt . Nid de cailloux . Cratère 		<ul style="list-style-type: none"> . Vieillessement . Altération chimique . Bois brûlé

Note : Ces défauts sont tirés du *Manuel d'inspection des structures*.

Tableau 4.3-2 Travaux pouvant être déterminés directement sur le site lors du relevé de dommages

Sur les approches	<ul style="list-style-type: none"> - Remblai à corriger - Glissière à corriger - Glissière à raccorder au pont - Protection de talus à corriger - Végétation à enlever
Sur le pont	<ul style="list-style-type: none"> - Surfaces de béton à nettoyer - Protection de semelle - Défauts du cours d'eau - Drains à réparer ou à remplacer - Appareils d'appui à réparer ou à remplacer - Bloc d'assise à corriger - Glissière à réparer ou à remplacer - Chasse-roue en acier à enlever - Garniture enclenchée à replacer ou à remplacer

4.4.1 Béton

La collecte in situ d'informations concernant le béton peut être obtenue par l'examen de carottes prélevées sur la structure (ainsi que par l'observation des trous de carottage), et par des méthodes comme le pachomètre, la mesure de la teneur en ions chlorure, le potentiel de corrosion, le radar et la thermographie infrarouge.

En laboratoire, des essais et des analyses sur les carottes de béton permettent de connaître la résistance en compression, le taux d'absorption, le réseau d'air, la teneur en ions chlorure du béton ainsi que la pétrographie.

4.4.1.1 Carottage

Bien que le carottage soit un essai destructif, les avantages retirés sont supérieurs aux inconvénients puisque les trous laissés par le prélèvement des carottes peuvent être généralement facilement réparés. Le carottage doit être cependant limité aux cas où il peut fournir des renseignements utiles pour l'évaluation globale de la structure.

C'est une méthode facile d'application, relativement rapide et économique, et qui permet d'évaluer l'état d'une dalle par exemple. Cependant, pour les dalles recouvertes d'enrobé, il peut être difficile avec cette méthode d'évaluer avec précision l'importance des réparations de dalle à inscrire au bordereau.

Un plan de carottage objectif est nécessaire pour que les résultats soient représentatifs du béton en place, qu'il soit sain ou non. À cette fin, les échantillons sont prélevés conformément aux exigences de la norme ASTM C 823 « *Standard Recommended Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Constructions* ». Le prélèvement est effectué au hasard sur l'ensemble de l'élément si la qualité du béton semble relativement uniforme ou chaque zone est carottée et analysée séparément si le béton présente des zones de qualité différente.

Bien que le but premier du carottage soit de fournir des échantillons à analyser en laboratoire, l'examen visuel de la carotte et du trou de carottage permet d'obtenir des informations importantes sur l'élément et sur le béton, dont les suivantes :

- l'épaisseur de l'enrobé;
- la qualité de l'adhérence entre l'enrobé et le béton de la dalle;
- la présence d'une membrane d'étanchéité;
- l'épaisseur du recouvrement de béton au-dessus des aciers d'armature;
- la présence éventuelle de béton désagrégé ou délaminé;
- la corrosion des aciers d'armature et son degré de sévérité;
- la présence éventuelle de réparations antérieures et leur état;

- la présence et l'ampleur de fissures;
- l'épaisseur de la dalle.

Essais en laboratoire

Les essais suivants sont réalisés en laboratoire à partir d'échantillons de béton prélevés sur les éléments de la structure.

A) Résistance à la compression

Cet essai, connu depuis très longtemps et largement utilisé, est la seule méthode directe qui permet de déterminer la résistance à la compression, qui est un des indicateurs fondamentaux de la qualité du béton. Un béton dont la résistance à la compression est supérieure à 25 MPa est considéré comme étant de qualité acceptable.

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme CAN/CSA-A23.2-14C « Prélèvement et détermination de la résistance à la compression de carottes de béton ».

B) Réseau d'air

La mesure du réseau d'air permet de déterminer la durabilité du béton aux cycles de gel et dégel. Le réseau d'air peut être considéré acceptable lorsque :

- la teneur en air est supérieure à 3 %;
- le facteur d'espacement (« L barre ») est inférieur à 300 μm ;
- la surface volumique des vides dépasse 25 mm^2/mm^3 .

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 457 « *Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete* ».

C) Teneur en ions chlorure

La corrosion des armatures est susceptible de s'amorcer lorsque la teneur en ions chlorure est supérieure à 0,03 % de la masse volumique du béton aux environs immédiats des armatures (0,012 % dans le cas du béton précontraint). La littérature présente cependant un très large éventail pour ces valeurs d'initiation de corrosion, pouvant même aller jusqu'à 0,3 % de la masse volumique d'un béton normal.

L'essai est réalisé sur de la poussière de béton provenant d'un forage de faible diamètre effectué directement sur l'élément ou sur une carotte déjà prélevée. Il est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 1152 « *Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete* ».

- la qualité du béton :
 - la résistance à la compression
 - le taux d'absorption
 - la teneur en ions chlorure
 - le réseau d'air
 - la réaction alcali-granulats (RAG)
- l'épaisseur de la dalle;
- les caractéristiques structurales et fonctionnelles;
 - type de structure
 - état du système structural
 - capacité portante du système structural
 - géométrie

Des critères complémentaires doivent également être pris en compte lors d'une expertise de la dalle :

- l'état de l'enrobé;
- les réparations antérieures;
- le recouvrement de béton au-dessus des barres d'armature.

Ces critères complémentaires sont généralement utiles pour confirmer les conclusions qui se dégagent de l'évaluation des critères fondamentaux. Il peut cependant arriver, dans certains cas, que les critères complémentaires modifient les conclusions de l'expertise. Par exemple, une dalle présentant une étendue de dommages légèrement supérieure au seuil maximal recommandé pour une réparation peut être conservée si la teneur en chlorures est faible et si le réseau d'air est adéquat.

CRITÈRES FONDAMENTAUX

5.2.1 Débit de circulation

Le débit de circulation influence d'une façon très importante la durabilité des interventions ainsi que les coûts liés au maintien de la circulation et à la signalisation pendant les travaux. La vie utile des interventions a tendance à être plus courte et les coûts du maintien de la circulation et pour la signalisation sont habituellement beaucoup plus élevés sur un pont à fort débit.

On considère généralement comme route à fort débit de circulation toutes les autoroutes, ainsi que les autres routes dont le DJMA est supérieur à 5 000. Cependant dans certaines directions territoriales, une route peut être considérée à fort débit de circulation même si son DJMA est inférieur à 5000.

5.2.2 Étendue et répartition des dommages

Les dommages sont généralement reliés à des défauts de matériaux comme la désagrégation et le délaminage du béton. Règle générale, ces dommages peuvent être identifiés visuellement lors de l'inspection générale, et les quantités peuvent être estimées – à divers degrés de probabilité – à partir d'une expertise de dalle.

Les zones de dégradation des dalles se retrouvent généralement à des endroits bien précis, très souvent à proximité des chasse-roues ou des joints de tablier. Selon la répartition des dommages sur la dalle, la solution à adopter pourra varier. Si les dommages sont concentrés, une réparation localisée peut être envisagée, alors que s'ils sont répartis sur toute la dalle, une remise en état plus globale sera plus appropriée.

5.2.3 L'activité de corrosion au niveau des barres d'armature

La pénétration des ions chlorure favorise la dégradation du béton armé par le biais de la corrosion des barres d'armature. Les zones où l'armature a commencé à se corroder peuvent être localisées de façon « non destructive » par l'examen de carottes, ou bien à l'aide d'un relevé de potentiel. Pour ce dernier, un potentiel E_c plus électronégatif que - 350 mV - par rapport à une électrode de référence Cu-CuSO₄ - signifie qu'il y a une forte probabilité de corrosion de l'armature.

5.2.4 La qualité du béton

Lorsque l'expertise de la dalle démontre qu'il y a des problèmes au niveau de la résistance à la compression du béton, de son taux d'absorption, de son réseau d'air, ou de sa teneur en ions chlorure, il est généralement recommandé d'envisager le remplacement de la dalle surtout si les défauts observés affectent de façon importante le confort et la sécurité des usagers. Il s'avère dans bien des cas que la réparation d'un tel béton ne soit pas la solution la plus appropriée, car les travaux peuvent parfois prendre une ampleur plus grande que prévue et que la durée de vie des réparations peut être assez limitée.

5.2.5 Épaisseur de la dalle

Il est généralement très difficile d'effectuer la réparation en surface d'une dalle de moins de 165 mm d'épaisseur. Il est recommandé d'envisager son remplacement si son mauvais état affecte de façon importante le confort et la sécurité des usagers.

De plus, l'épaisseur de la dalle doit être suffisante pour éviter le délaminage résultant de problèmes de fatigue liés à la rigidité relative du système structural. Lorsque l'expertise du tablier révèle que la dalle s'est délaminée à cause d'une faiblesse structurale, il est recommandé de la remplacer surtout si son mauvais état affecte de façon importante le confort et la sécurité des usagers.

5.2.6 Caractéristiques structurales et fonctionnelles

Il faut considérer certaines caractéristiques structurales et fonctionnelles du pont lors du choix de l'intervention. Lorsque l'état ou la capacité du système structural, la géométrie ou d'autres paramètres fonctionnels présentent des déficiences, une structure peut devoir être remplacée à court ou à moyen terme. Dans de tels cas, une stratégie rentable permettant de maintenir la structure en service de façon sécuritaire jusqu'à son remplacement devrait être privilégiée.

5.3 INTERVENTIONS SUR UNE DALLE

Il existe une large variété de méthodes pouvant être envisagées pour corriger une dalle déficiente. Les interventions actuellement préconisées par le Ministère pour corriger une dalle sont les suivantes :

- remise en état de la dalle;
 - réparation de la dalle
 - mise en place d'une chape de béton
 - mise en place d'un système de protection cathodique
- remplacement de la dalle.

5.3.1 Remise en état de la dalle

Bien que la remise en état d'une dalle se limite généralement à une réparation, il existe d'autres méthodes d'intervention comme la mise en place d'une chape ou d'un système de protection cathodique qui peuvent se révéler plus économique à long terme qu'une simple réparation.

5.3.1.1 Réparation de la dalle

La réparation consiste à enlever du béton non sain et à le remplacer par un nouveau béton. Elle peut être limitée en surface ou s'effectuer en profondeur, selon l'état du matériau et l'épaisseur de la démolition. La mise en place d'une membrane d'étanchéité et la pose d'un enrobé viennent généralement compléter la réparation.

Dans bien des cas, lorsque l'étendue des dommages est limitée, la réparation peut s'avérer, l'intervention la plus économique.

5.3.1.2 Mise en place d'une chape de béton

Cette méthode consiste à enlever une petite épaisseur de béton dans la partie supérieure de la dalle existante et à mettre en place une couche de nouveau béton, généralement au latex. Une chape est particulièrement appropriée lorsque le recouvrement de béton au-dessus des armatures est insuffisant. Une réparation de dalle peut être combinée à la mise en place d'une chape. Cette combinaison permet

entre autres d'ancrer par endroits la chape à l'armature supérieure de la dalle, augmentant ainsi le lien d'interface. La pose d'une membrane d'étanchéité et d'un enrobé peuvent être réalisées pour compléter l'intervention, mais dans la plupart des cas la chape est utilisée directement comme surface de roulement.

La chape augmente habituellement la charge morte. Il est donc essentiel de s'assurer que le système structural du tablier est capable de supporter cette charge supplémentaire.

5.3.1.3 Mise en place d'un système de protection cathodique

Il est reconnu que la protection cathodique est une des méthodes les plus efficaces pour contrôler la corrosion des armatures car elle agit à la source même du processus de dégradation. La protection cathodique s'avère une intervention judicieuse entre autres pour une dalle présentant de grandes zones avec une activité corrosive des barres d'armature tout en ayant une ampleur de dommages limitée.

L'installation d'un système de protection cathodique permet d'arrêter l'activité corrosive. Un des avantages de la protection cathodique est que le béton sain contaminé par les chlorures n'a pas à être enlevé.

L'inconvénient majeur d'un tel système dans le passé était qu'on devait faire un suivi périodique sur le site même afin de s'assurer que le courant soit à l'intérieur d'un intervalle spécifié. Un service de maintien et de monitoring à distance est maintenant facilement disponible, facilitant ainsi grandement l'exploitation du système.

5.3.2 Remplacement d'une dalle sur poutres

Lorsque l'étendue des dommages excède un certain seuil, il peut s'avérer plus économique de remplacer une dalle plutôt que de la réparer. Le remplacement d'une dalle peut permettre un renforcement du système structural par l'ajout des goujons aux poutres d'acier, ce qui permet d'obtenir une action mixte.

5.4 CHOIX D'INTERVENTION POUR UNE DALLE FACILEMENT REMPLAÇABLE

5.4.1 Analyse des coûts

Comme il existe divers types d'interventions sur les dalles de pont, il est conseillé de procéder à une analyse de coûts pour déterminer le choix le plus économique à long terme.

Il existe des logiciels conçus pour calculer les coûts actualisés des différents scénarios d'intervention pour une dalle. Ces logiciels calculent les coûts actualisés des interventions sur une période suffisamment longue pour inclure, en plus des coûts de construction, tous les coûts de travaux d'entretien qui devront être réalisés au cours de

la vie utile de la dalle. La période d'analyse peut varier selon les hypothèses quant à la durée de vie des interventions. Une période d'analyse de 50 ans avec un taux d'actualisation représentatif du marché sont des paramètres couramment utilisés, et c'est ce qui a été retenu pour l'analyse de la dalle.

Les scénarios d'intervention varient en fonction des caractéristiques fonctionnelles et du type d'ouvrage mais, généralement les scénarios les plus courants sont les suivants :

- pour un pont à fort débit de circulation :
 - la réparation de la dalle à court terme et son remplacement à moyen terme
 - la mise en place d'une chape à court terme et le remplacement de la dalle à long terme
 - la mise en place d'un système de protection cathodique à court terme et le remplacement de la dalle à long terme
 - le remplacement de la dalle à court terme
- pour un pont à faible débit de circulation :
 - la réparation de la dalle à court terme et son remplacement à moyen terme
 - la mise en place d'une chape à court terme et le remplacement de la dalle à long terme
 - le resurfaçage de l'enrobé à court terme et le remplacement éventuel de la dalle

Pour choisir le scénario optimal, les points suivants devraient être pris en considération :

- l'étendue des dommages;
- la durabilité de la dalle remise en état;
- la durée de vie de la dalle reconstruite;
- les coûts relatifs au maintien de la circulation;
- les coûts liés aux inconvénients causés aux usagers.

5.4.2 Interventions recommandées

Le traitement des scénarios d'intervention les plus pertinents à l'aide d'un logiciel d'analyse de coûts a permis de déterminer quelle est l'intervention la plus appropriée en fonction du débit de circulation et de l'étendue des dommages.

À moins que les dommages soient tels qu'il apparaît évident que la dalle doit être remplacée, il est recommandé de procéder à une expertise de la dalle pour avoir plus d'informations sur son état avant de décider s'il faut la réparer ou la remplacer.

Le tableau 5.4-1 présente un résumé des possibilités d'intervention pour une dalle. Le tableau doit être considéré comme un guide et être utilisé avec discernement.

Tableau 5.4-1 Interventions recommandées pour une dalle sur poutres facilement remplaçable

DÉBIT DE CIRCULATION	ÉTENDUE DES DOMMAGES * (D) (% superficie de la dalle)	SCÉNARIOS D'INTERVENTION
Fort	$D \leq 20 \%$	Remise en état
	$20 \% < D \leq 30 \%$	Analyse détaillée pouvant conduire à une remise en état ou à un remplacement
	$D > 30 \%$	Remplacement
Faible	$D \leq 30 \%$	Remise en état **
	$30 \% < D \leq 40 \%$	Analyse détaillée pouvant conduire à une remise en état ou à un remplacement
	$D > 40 \%$	Remplacement

- * - Les dommages de la dalle de béton sont des défauts de matériaux associés au dessus de la dalle réellement identifiés lors d'une inspection générale ou d'un relevé de dommages.
- Les dommages de la dalle de béton peuvent également être basés sur des résultats obtenus à partir d'une expertise de dalle par relevé de potentiel (ou par géoradar), résultats qui représentent des probabilités de corrosion de l'armature. Les résultats correspondant à une forte probabilité de corrosion (ex : lorsque potentiel < -350 mV (zones rouge et noire)) ne doivent pas être systématiquement identifiés à des dommages réels, à moins qu'il n'y ait confirmation par carottage, fenêtre d'observation ou autre essai physique.

** La réparation devrait être privilégiée. La protection cathodique ne devrait pas être envisagée.

Bien que les coûts pour les usagers (pertes de temps pour les usagers, dépenses additionnelles en essence, etc.) ne soient pris en compte dans l'analyse des coûts, les interventions recommandées au tableau 5.4-1 en tiennent compte d'une certaine façon. En effet, le remplacement de la dalle d'un pont qui est situé sur une route à fort débit de circulation, à partir d'un seuil de détérioration plus faible que pour un pont situé sur une route à faible débit, permet de réduire de beaucoup le nombre d'interventions durant les 20 années qui suivent, ce qui réduit considérablement les inconvénients aux usagers.

Si l'on décide de remplacer la dalle, celle-ci ne doit faire l'objet d'aucun projet important de réparation à court terme; seuls des travaux mineurs de correction de la dalle ou de resurfaçage de l'enrobé doivent être envisagés pour maintenir une surface de roulement sécuritaire jusqu'à la reconstruction de la dalle ou pour allonger sa durée de vie.

Si l'on décide de remettre en état la dalle, seuls des travaux temporaires de correction ou de resurfaçage de l'enrobé doivent être envisagés pour maintenir une surface de roulement sécuritaire jusqu'à la réalisation des travaux de remise en état.

5.4.3 Pont à plusieurs travées

Les ponts comportant plusieurs travées présentent généralement un modèle de détérioration qui a tendance à se répéter d'une travée à l'autre.

Comme il faut tenir compte à la fois des ressources financières disponibles et des inconvénients majeurs que les travaux de réparation de la dalle causent aux usagers, il faut traiter au cas par cas les ponts à plusieurs travées présentant un taux de détérioration non uniforme d'une travée à l'autre.

Pour éviter de réparer les différentes travées d'un pont à des intervalles rapprochés, une intervention simultanée sur toutes les travées doit être privilégiée. Cependant, il peut être préférable de procéder autrement, soit à cause du débit de circulation ou parce que l'étendue des dommages varie trop d'une travée à l'autre.

5.4.4 Élargissement d'un pont

La dalle d'un pont dont on envisage l'élargissement est souvent très âgée et de ce fait, présente généralement des dommages assez étendus. Il est donc recommandé de toujours procéder à une expertise de la dalle pour bien connaître son état avant de décider s'il faut la remettre en état ou la remplacer.

De plus, lors de l'élargissement d'un pont à plusieurs travées il faut tenir compte des recommandations de l'article précédent.

6.1 DOCUMENTS

Pour un projet de réparation ou de remise en état d'un pont, les documents relatifs à l'avant-projet définitif ainsi qu'aux plans et devis définitifs doivent être préparés selon les exigences du chapitre 18 du *Manuel de conception des structures*. De plus, ces documents doivent tenir compte des particularités applicables présentées dans la présente section.

6.1.1 Avant-projet définitif

Dans le cadre du processus de préparation d'un projet de réparation ou de remise en état d'un pont, l'avant-projet définitif est l'étape qui consiste à présenter les différentes options étudiées et à justifier celle recommandée par le concepteur. Au terme de cette étape, l'analyse des options et la validation des recommandations se font lors d'un point de contrôle (PC3).

6.1.1.1 Préparation des documents

Les documents de l'avant-projet définitif comprennent des plans et une estimation. L'approbation de l'unité administrative responsable des structures en DT est nécessaire avant d'entreprendre les calculs et l'élaboration des plans et devis définitifs relatifs au projet.

Toutes les exigences relatives à la préparation des documents de l'avant-projet définitif sont présentées dans le devis pour services professionnels, liant le prestataire de services et le Ministère.

Il est à mentionner que certains documents de base nécessaires à l'élaboration des plans et devis doivent être regroupés, tels que les plans d'origine du pont (et des modifications subséquentes), les rapports d'inspection, le relevé de dommages, l'expertise de dalle, etc. Le relevé de dommages est réalisé selon les modalités du chapitre 4 du présent manuel, et doit être signé par le concepteur.

PLANS

Les plans de l'avant-projet définitif comprennent une page frontispice portant la mention « préliminaire », sur laquelle apparaissent le plan de localisation, la liste des feuillets, la description générale et un plan d'ensemble.

Le plan d'ensemble est préparé suivant le format et avec le cartouche du modèle exigé par le Ministère.

Le plan d'ensemble d'un projet de réparation de pont doit contenir les détails suivants :

- Une vue en plan et une vue en élévation de la structure existante, une coupe du tablier (avant et après travaux); une vue de profil est requise pour le remplacement d'une dalle. Les dimensions des éléments doivent être incluses.
- La numérotation des axes et des éléments doit être identique à celle présentée au système de gestion des structures (GSQ). Si une numérotation différente est indiquée aux plans existants, cette ancienne numérotation est ajoutée aux plans en référence.
- Les types de béton utilisés.

Le plan d'ensemble doit contenir, lorsqu'applicables, les détails suivants :

- Les vues nécessaires montrant les scénarios et les travaux requis pour le maintien de la circulation.
- Les phases des travaux (coupes du tablier).
- Les dimensions du passage libre pour la circulation ferroviaire doivent être indiquées sur la vue en élévation.
- La nature et l'emplacement des services publics pouvant nuire aux travaux.
- Les vues nécessaires montrant la localisation et le type de réparation utilisés des différentes unités de fondation, du système structural et des côtés extérieurs.
- Les vues nécessaires montrant les éléments de charpente métallique à remplacer et/ou à peindre.
- Le mode d'appui du tablier aux unités de fondation (avant et après travaux) et la localisation des appareils d'appui à remplacer.
- La localisation des joints de tablier existants et les travaux prévus à ceux-ci (remplacement, joint dalle sur culée ou élimination).
- Les dalles de transition lorsqu'il y a excavation des approches.
- Le modèle des dispositifs de retenue lorsqu'il y a remplacement de ces éléments.
- Les drains de tablier à éliminer et la localisation des nouveaux drains.
- Les zones d'enlèvement de l'enrobé sur la structure.
- La longueur d'intervention sur les approches (enlèvement de l'enrobé et correction de profil).
- Les zones et le type d'intervention sur les revêtements de protection des talus et autour des semelles des unités de fondation.
- Les zones et le type d'intervention sur les glissières aux approches.
- Toute autre vue nécessaire pour montrer adéquatement l'ensemble des travaux prévus.

Toute partie d'ouvrage, désignée par un code d'ouvrage, une unité de mesure et une description de l'ouvrage, peut être utilisée pour élaborer le « Bordereau des quantités et des prix » (bordereau de soumission) qui accompagne le devis spécial dans les documents de soumission. Une version interne de ce bordereau est habituellement préparée par le concepteur sous forme de bordereau d'estimation.

La liste des prix est disponible en version électronique sur le site intranet du Ministère.

6.2 PROCÉDURES ADMINISTRATIVES

Pour les procédures administratives de base pouvant s'appliquer à un projet de réparation ou de remise en état d'un pont, il faut se référer au chapitre 19 du *Manuel de conception des structures*. De plus, il faut tenir compte des particularités applicables présentées dans la présente section.

Acceptation d'intervention

Pour les ponts ayant un IPS (indice patrimonial d'une structure) ≥ 60 ou présentant un potentiel de valeur patrimoniale, une acceptation d'intervention doit être présentée à la Direction des structures dans le but d'analyser et d'approuver tout projet impliquant une modification du pont. En plus de l'intervention projetée, les documents fournis doivent inclure une évaluation de la valeur patrimoniale récente du pont (comprenant la grille d'évaluation de l'indice patrimonial (fichier Excel)), le rapport de l'évaluation et toute autre information pertinente, et ce pour fins de validation.

6.2.1 Acceptation de concept

Tout projet de réparation ou de remise en état d'une structure dans lequel la capacité ou la stabilité structurale est mise en cause (réparation majeure, reconstruction de dalle, renforcement du système structural, etc.) doit faire l'objet d'une acceptation de concept auprès de la Direction des structures.

Pour les ponts à poutres triangulées – en acier ou en bois (ponts couverts) – ainsi que pour les autres ponts à valeur patrimoniale (IPS ≥ 60), une acceptation de concept doit être demandée auprès de la Direction des structures pour toute intervention (réparation, remise en état ou autre) engendrant le remplacement ou la modification d'un de ses éléments.

Une demande d'acceptation de concept doit être accompagnée de suffisamment d'informations pour que la Direction des structures puisse évaluer les recommandations faites aux directions territoriales par le prestataire de services.

Une demande d'acceptation de concept doit comprendre les items suivants :

- Résumé de l'état de la structure, incluant les défauts et les dommages qui sont visés par le projet (croquis au besoin).

- Résumé des expertises réalisées (relevé des dommages, carottages, etc.).
- Résumé des résultats de l'évaluation de la capacité portante s'il y a lieu.
- Scénarios possibles, et la recommandation d'intervention proposée.

Si la direction territoriale choisit une intervention autre que celle privilégiée par la Direction des structures, cette dernière devra en être informée avec un justificatif expliquant les raisons de la dérogation.

Généralement, les plans et devis définitifs d'un projet de réparation ou de remise en état d'une structure réalisé par un prestataire de services n'ont pas à être transmis à la Direction des structures pour approbation.

6.2.2 Note de calculs

Les exigences de base relatives à la note de calculs sont spécifiées à la section 19.2 du *Manuel de conception des structures*.

Les calculs requis pour des travaux ayant une incidence structurale doivent être vérifiés.

L'ingénieur concepteur appose ses initiales sur chaque page de sa note de calculs. Le vérificateur appose ses initiales sur chaque page de sa propre note de calculs et sur chaque page de la note de calculs du concepteur qu'il a vérifiée.

6.2.3 Vérification des plans et devis

Le vérificateur doit s'assurer que les données du projet sont pertinentes et complètes.

L'ingénieur qui a vérifié la note de calculs pour s'assurer que les dessins concordent avec les calculs, les normes, les règles et les directives ou autres documents du Ministère doit vérifier chaque feuillet des plans.

Le vérificateur doit aussi s'assurer que les exigences de construction pour toutes les parties de l'ouvrage sont couvertes par le devis spécial ou par le CCDG.

6.2.4 Signature des documents

Les exigences relatives à la signature des documents sont spécifiées à la section 19.4 du *Manuel de conception des structures*.

6.2.5 Document à l'intention du surveillant

En phase finale de préparation des plans et devis, et surtout lorsqu'un projet présente des difficultés particulières de réalisation, le concepteur est invité à rédiger un document à l'intention du surveillant dans lequel il lui fait part des paramètres directeurs qui l'ont

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES Décembre 2010

Date : 2013-01-03

Version : Révision 1

Veuillez trouver ci-joint les plus récentes modifications apportées au manuel, bien vouloir retirer les pages actuelles et les remplacer par les pages révisées tel que décrit ci-après :

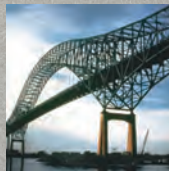
SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
Manuel dans son ensemble CHAPITRES	Les pages ciblées	Les pages révisées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Harmonisations de terminologie avec documents DS et MTQ <ul style="list-style-type: none"> - CCDG-CR → CCDG; - <i>Manuel de conception des structures (MCS) Volume 1</i>; - Références dispositifs de retenue → norme MTQ Tome VIII. ▪ <u>Des modifications mineures complètent les modifications énumérées ci-dessous.</u>
Chapitre 1 - Politiques d'entretien			
	p. 7	p. 7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terme CCDG.
Chapitre 2 - Entretien préventif			
	Les activités ciblées	Les activités révisées	<u>Activités</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1017 – Nettoyage unité de fondation <ul style="list-style-type: none"> - Ajout note : interventions liées aux graffitis. ▪ 1041 et 1061 – Terme CCDG et modifications mineures. ▪ 1062 – Enduit de surface <ul style="list-style-type: none"> - Harmonisation - devis type et nouvelle norme MTQ 31101. ▪ 1081 – Enlèvement de fragments de béton <ul style="list-style-type: none"> - Ajout note : précautions si présence de fibres d'amiante. ▪ 1082 - Sécurisation de dessous de tablier <ul style="list-style-type: none"> - Révision / actualisation d'une méthode d'intervention.
Chapitre 3 - Méthodes d'intervention			
	Table des matières p. 2, 3, 12, 13, 21, 23 à 25, 30, 31, 44, 45, 47 et 49	Table des matières p. 2, 3, 12, 13, 21, 23 à 25, 30, 31, 44, 45, 47 et 49	<u>Notions générales</u> <u>Béton</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3.1.2 – Méthodes de réparation du béton <ul style="list-style-type: none"> - Ajout mise en garde → démolition vs stabilité. ▪ 3.1.3.9 – Matériaux de réparation <ul style="list-style-type: none"> - Modifications types de béton – harmonisation avec devis type. <u>Autres</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3.3 - Bois : Précision → quincaillerie galvanisée. ▪ 3.6 – Services publics : précision pour installation de supports de conduits.

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
<p>Chapitre 3 (suite)</p>	<p>Les activités ciblées</p>	<p>Les activités révisées</p>	<p><u>Activités</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diverses activités – 2333; 3011; 3023; 3025; 3044; 3046; 3051; 3061; 3062; 3063; 3065; 3067; 3073; 3074; 3081; 3091; 3092; 3103; 3125; 3132; 3135; 3224; 3311; 3314; 3322; 3347. <ul style="list-style-type: none"> - Coquilles; Termes (CCDG, MCS, Norme MTQ Tome VIII); et autres modifications mineures. ▪ 2011 – Affichage relatif à la sécurité <ul style="list-style-type: none"> - Ajout liste partielle panneaux – selon GSQ. ▪ 2012 – Affichage relatif à la capacité <ul style="list-style-type: none"> - Mise à jour panneaux à proximité du pont (liste selon GSQ). ▪ 2071 – Consolidation glissière <ul style="list-style-type: none"> - Modifications croquis → ajout ancrages chimiques et retrait détail extrémité. ▪ 2201 – Remplacement de boulons <ul style="list-style-type: none"> - Précision pour assemblage secondaire. ▪ 3064 – Réparation / remplacement passerelle d’inspection → nouvelle activité ▪ 3066 – Correction du profil à l’approche <ul style="list-style-type: none"> - Bonification : intervention sur dalle de transition. ▪ 3071 – Réparation de glissière <ul style="list-style-type: none"> - Critères ancrages → harmonisation avec <i>Manuel d’inspection des structures</i>; - Précisions relatives à des méthodes d’intervention. ▪ 3072 – Raccordement de glissière à l’approche <ul style="list-style-type: none"> - Précisions relatives à hauteur fonctionnelle de glissière (croquis modifié). ▪ Diverses activités – 3042; 3111; 3112 <ul style="list-style-type: none"> - Ajout : mise en garde → démolition vs stabilité. <p><u>Béton</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Harmonisation avec types de béton spécifiés au devis type et norme 3101. ▪ 3101 et 3102 – Réparations de béton : <ul style="list-style-type: none"> - Précisions relatives aux ancrages de coffrages; - Modifications croquis : coffrages et ancrages. ▪ 3107 – Intervention de surface → nouvelle activité <ul style="list-style-type: none"> - Pour traiter surfaces de béton contre la corrosion (dessous de dalle et autres). ▪ 3114 – Réparation / réhabilitation d’éléments d’unité de fondation en béton <ul style="list-style-type: none"> - Bonification : traitement d’éléments inexistants (ex. butoirs); - Modification : titre. ▪ 3124 – Réparation de poutre en béton précontraint <ul style="list-style-type: none"> - Ajout note : intervention possible = chemisage FRP. ▪ 3131 - Réparation de dalle <ul style="list-style-type: none"> - Précisions relatives aux critères d’intervention (dessus / dessous); - Ajout note : renvoi à l’activité 3107. ▪ 5003 – Remplacement de dalle <ul style="list-style-type: none"> - Harmonisation avec activité 3131 → précisions relatives aux critères d’intervention. <p><u>Acier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3201; 3222 et 3223 – Intervention sur assemblage et éléments en acier <ul style="list-style-type: none"> - Ajout : précisions relatives à considérations patrimoniales; - Ajout (3201) : précisions relatives à interventions sur « plaque-gousset ».

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
Chapitre 3 (suite)	Les activités ciblées	Les activités révisées	<p><u>Bois</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3316 → 3349 – Remplacement de corbeau en bois - Changement de n° : activité spécifique aux ponts couverts. ▪ 3322 – Rép. / rempl. poutre ou diaphrag. en bois lamellé - Modification titre : pour inclure ponts « EFA ». ▪ 3334 – Réparation de plancher en bois - Ajout note : possibilité de surface de roulement en enrobé. ▪ 3335 – Réparation / remplacement chasse-roue en bois - Bonification : pour traiter reconfiguration de largeur carrossable sur pont acier-bois (ajout croquis). ▪ 3348 – Revêtement protecteur du lambris - Modification titre : terme plus général; - Modifications : systèmes de revêtement (références normes).
Chapitre 4 - Relevé de dommages			
	Table des matières p. 32, 34, 41, 46	Table des matières p. 32, 34, 41, 46	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tableau 4.4-1 – Méthodes d'investigation - Actualisation – usage courant / non courant : radar, ultrasons. ▪ Tableau 4.5-1 – Efficacité des méthodes d'investigation - Modification → radar pour corrosion potentielle. ▪ Section 4.7 – Auscultation des dalles de béton : - Transfert à partir du <i>Manuel d'inspection des structures</i>.
Chapitre 5 - Études d'opportunité			
	p. 5, 8	p. 5, 8	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Section 5.3 – Interventions sur une dalle : - Précisions relatives à une chape de béton. ▪ Tableau 5.4-1 – Interventions recommandées - Précisions relatives à la nature des dommages.
Chapitre 6 - Documents			
	Toutes les pages	Toutes les pages	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Section 6.2 - Procédures administratives : - Ajout / précision : acceptation d'intervention pour ponts patrimoniaux. ▪ Section 6.3 - Dessins types / plans types : - 6.3.2 – Principes de base : harmonisation avec <i>Manuel de dessins des structures</i>. - 6.3.3 - Procédures d'utilisation : harmonisation avec devis type et activités 3101 et 3102.

Responsable du document : Louis-Marie Bélanger, ing.

Manuel d'entretien des structures



Manuel d'entretien des structures

Afin d'avoir des documents qui représentent le plus fidèlement possible les orientations et les prescriptions du Ministère dans le domaine des structures, ce dernier exige des intervenants concernés qu'ils suivent et réussissent la formation « Entretien des structures » pour être admissibles comme chargés de projet et concepteurs pour des projets de réparation et de remise en état de structures sous la gestion du Ministère.

La formation « Entretien des structures », dont le contenu porte en grande partie sur les activités d'entretien figurant dans le présent manuel, est également requise pour les ingénieurs et les techniciens ayant pour mandat d'inspecter des structures sous la gestion du Ministère.

Note

À moins d'indication contraire, il est à noter que lorsque l'on fait mention de la norme CAN/CSA-S6 dans le présent manuel, il faut considérer cette désignation comme une référence à la dernière version du « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » (norme CAN/CSA-S6-06).

Il est à noter également que lorsque l'on fait mention du document CCDG dans le présent manuel, il faut considérer cette désignation comme une référence à la dernière version du « Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation » du ministère des Transports du Québec.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

ACTIVITÉ
1017

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

. Tome I – Conception routière, chapitre 2, article 2.5.

DESCRIPTION

Nettoyage d'éléments d'unité de fondation, des appareils d'appui et du système structural environnant pour enlever les accumulations de débris de toutes sortes et éliminer les sels de déglacage déposés en surface.

Cette activité peut également être utilisée pour enlever des graffitis sur des surfaces de culée ou de pile qui ne présentent pas de détérioration généralisée.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Nettoyage des accumulations

Accumulation de sable, abrasifs, sels de déglacage, excréments d'oiseaux ou autres débris pouvant causer la détérioration d'éléments d'unité de fondation tels que les assises ou des surfaces environnantes du système structural, ou pouvant entraîner un mauvais fonctionnement des appareils d'appui.

B) Nettoyage des surfaces exposées aux sels de déglacage

Surfaces en béton de murs de front, en retour, en aile ou de soutènement, de fût ou de colonne exposés aux éclaboussures de sels de déglacage.

RÉCURRENCE

A) Nettoyage des accumulations

Pour les structures où d'importantes accumulations sont susceptibles de se produire au cours de l'hiver, le nettoyage des unités de fondation sous le tablier est recommandé tous les ans, au printemps. Les éléments ou surfaces à nettoyer se retrouvent généralement sous un joint de tablier ouvert ou un tablier non étanche.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

ACTIVITÉ
1017

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

Pour les structures où les accumulations sont moins susceptibles de se produire, le nettoyage d'unité de fondation est effectué au besoin. Aux fins de planification, une récurrence de 3 ans est suggérée afin d'optimiser l'utilisation de l'équipement spécial requis pour les endroits difficiles d'accès.

B) Nettoyage des surfaces exposées aux sels de déglacage

Il est recommandé de nettoyer tous les ans, au printemps, les surfaces en béton qui sont exposées aux éclaboussures de sels de déglacage.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Nettoyage des accumulations

1. Enlever, s'il y a lieu, les dépôts importants à l'aide d'une pelle, d'une brosse ou de tout autre équipement approprié.
2. Nettoyer les assises et les éléments ayant des débris et autres saletés à l'aide d'un jet d'eau sous pression. L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de toute substance nuisible.

Pour réaliser un nettoyage plus efficace des surfaces de béton exposées aux sels de déglacage, il est recommandé d'ajouter à l'eau un produit (de type « Chlor-Rid ») qui augmente l'extraction des chlorures, selon un rapport de mélange d'au moins 1 : 100.

3. Si les circonstances l'exigent (ponts d'étagement en milieu urbanisé), disposer des résidus selon les normes du MTQ, Tome I, chapitre 2, article 2.5 « Cadre législatif et réglementaire s'appliquant aux activités du ministère des Transports en matière d'environnement ».

Notes

- . Si un nettoyage complet du pont est nécessaire, il est recommandé de nettoyer le dessus de tablier (activité 1012) ainsi que les drains (activité 1014) avant de réaliser le nettoyage des unités de fondation.
- . Le nettoyage des accumulations peut également être fait avec un jet d'air comprimé; un lavage à grande eau est requis par la suite pour enlever les sels de déglacage déposés en surface.
- . Il est suggéré de coordonner le nettoyage et l'inspection générale des endroits difficiles d'accès pour faciliter leur inspection tout juste après le nettoyage.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

ACTIVITÉ
1017

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4

- . Si des accumulations importantes d'excréments d'oiseaux doivent être enlevées, des mesures doivent être prévues pour assurer la sécurité des travailleurs.
- . Pour éviter des accumulations importantes d'excréments d'oiseaux, il est recommandé de planifier des interventions pour contrôler l'accès à certaines parties de la structure (par exemple : répulsifs, prédateurs, filets ou grillages). Des filets ou des grillages peuvent être efficaces, mais cela peut représenter des obstacles lors des inspections ultérieures. Des prédateurs, tels que des oiseaux de proie comme des faucons, permettent de bien contrôler les pigeons, mais leur présence n'est pas toujours acceptée du point de vue de l'environnement. Des répulsifs sous forme de graines ont prouvé leur efficacité et des systèmes de répulsion sous forme d'équipements sonores (émetteur et haut-parleurs reproduisant les cris de prédateurs) semblent également fournir de bonnes performances. L'utilisation de tapis « cloutés » sur des surfaces horizontales telles que des assises de pile ou de culée a montré de bons résultats.

B) Nettoyage des surfaces exposées aux sels de déglçage

Procéder au nettoyage des surfaces verticales à l'aide d'un jet d'eau sous pression de tous les murs, fûts ou colonnes, jusqu'à une hauteur minimale de 3 m au-dessus du niveau de la chaussée. L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de toute substance nuisible.

Pour réaliser un nettoyage plus efficace des surfaces de béton exposées aux sels de déglçage, il est recommandé d'ajouter à l'eau un produit (de type « Chlor-Rid ») qui augmente l'extraction des chlorures, selon un rapport de mélange d'au moins 1 : 100.

Note

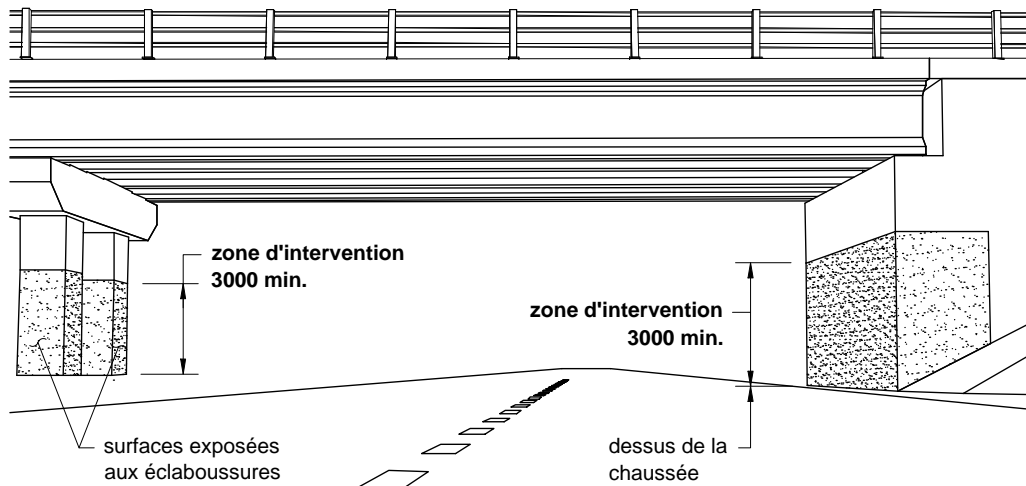
- . Les surfaces des poutres en béton exposées aux éclaboussures de sels de déglçage (surtout les poutres de rive) peuvent être incluses dans le nettoyage des unités de fondation si l'équipement d'accès et la circulation le permettent.
- . Les travaux d'enlèvement de graffitis consistent à appliquer un produit solvant ou décapant (qui est accepté par le Ministère) sur les surfaces visées, et à les nettoyer par la suite avec un jet d'eau sous pression. Les opérations ne doivent pas endommager le béton sous-jacent.
- . Une autre stratégie possible d'entretien préventif est l'application d'un revêtement antigraffiti sur des surfaces potentiellement exposées; ce type de revêtement permet un nettoyage facile des graffitis.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

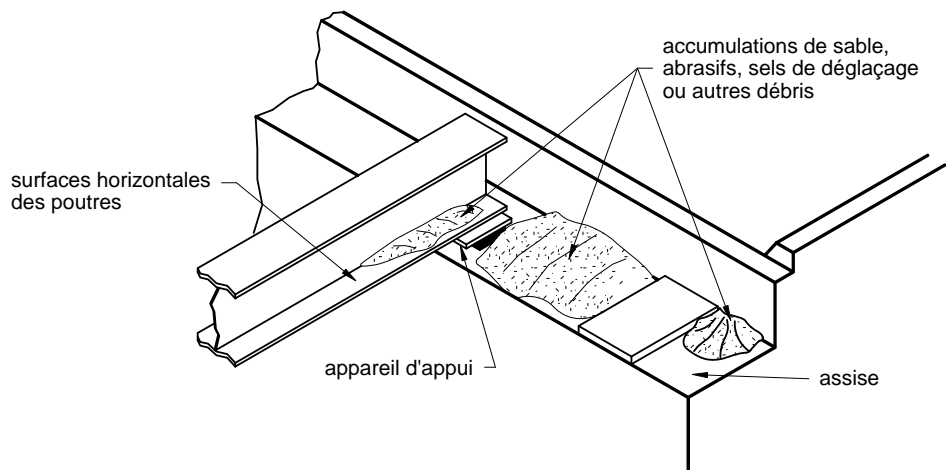
ACTIVITÉ
1017

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 4



SURFACES EXPOSÉES AUX ÉCLABOUSSURES DE SELS



ENLÈVEMENT DES ACCUMULATIONS

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 6

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réfection du revêtement en enrobé sur une dalle de pont :

- . Par ajout d'enrobé à chaud (précédé ou non d'un planage à froid de l'enrobé existant);
- . Par ajout d'enrobé coulé à froid (ECF).

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Intervention sur l'enrobé de la route de part et d'autre du pont, sauf si l'enrobé sur ce dernier a été refait dernièrement.
- . Défauts de matériaux affectant de façon importante le contrôle d'un véhicule sur une étendue significative de l'enrobé.
- . Défauts de matériaux affectant de façon importante la protection de la dalle contre la pénétration des eaux contenant des chlorures.
- . Épaisseur de l'enrobé dépassant 90 mm, à moins qu'une étude structurale démontre que la capacité du tablier peut supporter le revêtement en place.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Resurfaçage au moyen d'enrobé à chaud

i) Sans planage

Rapiéçage

1. Procéder au décapage de l'enrobé qui adhère mal à la dalle ou à une couche sous-jacente d'enrobé.
2. Brosser et nettoyer à fond la surface à rapiécer pour enlever la laitance et les débris incrustés afin d'améliorer la résistance superficielle du béton.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 6

3. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à rapiécer.
4. Comblér les zones à rapiécer d'une couche d'enrobé de type EC-10, EG-10 ou ESG-10 jusqu'au niveau des surfaces environnantes.
5. Compacter les surfaces rapiécées en effectuant 4 passes de plaque vibrante.

Correction à l'enrobé

6. Nettoyer l'enrobé existant.
7. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à recouvrir.
8. Poser une couche de correction en enrobé à chaud de type EC-10, EG-10 ou ESG-10 si épaisseur importante). Cette couche doit être mise en place au finisseur de manière à redonner au pont des profils longitudinaux et transversaux acceptables.
9. Compacter l'enrobé de correction en effectuant au moins 4 passes de rouleau statique à cylindres d'acier ayant une masse minimale de 10 t.
10. S'assurer que la surface corrigée draine efficacement les eaux de ruissellement vers les drains ou les extrémités des murs en retour; sinon, apporter les correctifs nécessaires avant de poser la couche de surface.

Couche de surface

11. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à recouvrir.
12. Poser une couche de surface en enrobé à chaud de type EG-10 ou ESG-10 d'une épaisseur uniforme à l'aide d'un ou de plusieurs finisseurs. Plusieurs finisseurs peuvent être nécessaires pour un pont ayant une largeur carrossable importante afin d'éviter des joints longitudinaux froids.
13. Vérifier et corriger au besoin le profil longitudinal au droit des joints de tablier.
14. Vérifier la compacité de l'enrobé (nucléodensimètre).
15. S'assurer de corriger les irrégularités et dépressions qui dépassent les tolérances spécifiées à l'article 13.3.4.7 du CCDG.
16. S'assurer que le profil de l'enrobé draine efficacement les eaux de ruissellement vers les drains ou les extrémités du pont.
17. Un trait de scie doit être réalisé aux extrémités de pont ayant un joint de tablier avec épaulements d'acier ou n'ayant pas de joint de tablier.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 6

ii) Avec planage

Planage

1. Enlever au moyen d'une correction par planage à froid l'enrobé jusqu'au niveau désiré de façon à obtenir des profils longitudinaux et transversaux acceptables.
2. Enlever l'enrobé au pourtour des obstacles à l'aide d'un équipement de planage plus petit ou, au besoin, manuellement.
3. Balayer la surface.
4. Dégager les ouvertures des drains pour permettre l'évacuation des eaux de pluie.
5. Immédiatement avant le pavage, enlever l'enrobé adjacent aux joints de tablier à l'aide d'un petit équipement de planage.

Rapiéçage

6. Procéder au décapage de l'enrobé qui adhère mal à la dalle ou à une couche sous-jacente d'enrobé.
7. Brosser et nettoyer à fond la surface à rapiécer pour enlever la laitance et les débris incrustés afin d'améliorer la résistance superficielle du béton.
8. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à rapiécer.
9. Comblér les zones à rapiécer d'une couche d'enrobé de type EC-10, EG-10 ou ESG-10 jusqu'au niveau des surfaces environnantes.
10. Compacter les surfaces rapiécées en effectuant 4 passes de plaque vibrante.

Couche de surface

11. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à recouvrir.
12. Poser une couche de surface en enrobé à chaud de type EG-10 ou ESG-10 d'une épaisseur uniforme à l'aide d'un ou de plusieurs finisseurs. Plusieurs finisseurs peuvent être nécessaires pour un pont ayant une largeur carrossable importante afin d'éviter des joints longitudinaux froids.
13. Vérifier et corriger au besoin le profil longitudinal au droit des joints de tablier.
14. Vérifier la compacité de l'enrobé (nucléodensimètre).

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 6

15. S'assurer de corriger les irrégularités et dépressions qui dépassent les tolérances spécifiées à l'article 13.3.4.7 du CCDG.
16. S'assurer que la surface de roulement draine efficacement les eaux de ruissellement vers les drains ou les extrémités du pont.
17. Un trait de scie doit être réalisé aux extrémités de pont ayant un joint de tablier avec épaulements d'acier ou n'ayant pas de joint de tablier.

B) Resurfaçage au moyen d'enrobé coulé à froid

1. Préparer la surface à recouvrir :
 - enlever les lignes de marquage en thermoplastique et le matériau de scellement dégradé;
 - enlever l'enrobé existant endommagé et procéder au rapiéçage de ces zones au moyen d'enrobé à chaud (voir partie A);
 - balayer la surface et nettoyer à l'eau sous pression celle située près des bordures;
 - nettoyer au jet de sable les épaulements en béton des joints de tablier et toute surface de dalle non recouverte d'enrobé, et y appliquer un liant d'accrochage.
2. Poser une couche de reprofilage d'enrobé coulé à froid d'épaisseur variable pour combler les ornières de plus de 10 mm d'un revêtement en enrobé; de même, poser une couche d'enrobé coulé à froid sur toute surface de dalle non recouverte d'enrobé pour combler les dépressions.
3. Procéder ensuite comme suit :
 - poser une couche de correction d'enrobé coulé à froid d'épaisseur variable;
 - poser une couche de surface d'enrobé coulé à froid d'épaisseur uniforme (12 kg/m²).
4. Compacter les surfaces recouvertes au moyen d'un rouleau à pneus ayant une masse minimale de 9 t.
5. S'assurer que la surface de roulement draine efficacement les eaux de ruissellement vers les drains ou les extrémités du pont.
6. Enlever tout enrobé coulé à froid au droit de la garniture des joints de tablier.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 6

Notes concernant A) et B)

- . Avant de procéder au resurfaçage de l'enrobé d'une structure dans un cadre autre que la réfection de la surface de roulement de la route de part et d'autre du pont, il faut considérer la possibilité de procéder au rapiéçage à l'enrobé (activité 3026), surtout si les surfaces endommagées sont restreintes et si l'épaisseur du rapiéçage est suffisante pour assurer une bonne tenue.
- . Cette activité convient aux ponts dont la dalle est en bon état, ou bien aux ponts dont la dalle est dans un état de désagrégation tel qu'on souhaite seulement améliorer le confort de roulement jusqu'à la réfection de la dalle. Il faut donc effectuer au préalable un relevé de dommages de la dalle et s'assurer qu'aucune réparation de dalle n'est planifiée à court terme.
- . Le resurfaçage de l'enrobé est recommandé tout spécialement pour les ponts dont le platelage n'est pas facilement remplaçable (types 32, 33, 39, 43, 56 et 57) et qui sont situés sur une route à fort débit de circulation, où un fort taux d'épandage de sels de déglçage est généralement rencontré (réseau autoroutier ou national, ou pont municipal enjambant ces réseaux).
- . Le resurfaçage de l'enrobé est recommandé entre autres pour prolonger au maximum la durée de vie résiduelle d'une dalle sur poutres pour laquelle une décision de réfection à plus ou moins moyen terme a déjà été prise. Le resurfaçage ne nécessite pas, dans ce cas, la réparation de la dalle et assure plutôt un bon confort de roulement à l'usager.
- . À cause de la forte concentration de charges des équipements généralement utilisés (planeur, finisseur et camion), le poids de ces équipements doit respecter les exigences des articles 6.11 et 15.11.3.1.2 du CCDG.

Notes concernant A)

- . Le planage à froid n'est pas recommandé si l'épaisseur de l'enrobé est inférieure à 40 mm ou si le profil de la dalle n'est pas suffisamment uniforme pour conserver intacts la membrane d'étanchéité et le béton de la dalle. Un planage localisé peut cependant être envisagé sur la partie de la dalle où cela est possible.
- . Après l'ajout d'enrobé à chaud, l'épaisseur totale moyenne d'enrobé recouvrant la dalle doit être inférieure à 90 mm. Pour ce faire, remplacer ou éliminer tout joint de tablier placé trop haut par rapport au profil longitudinal désiré. Si la correction de ce profil exige une épaisseur supérieure à 90 mm en un point quelconque du tablier, consulter un ingénieur en structure qui procédera à l'évaluation de la capacité du tablier.
- . Comme il n'est pas possible de vérifier la compacité de la correction à l'enrobé sur un pont, la méthode de travail stipule comment réaliser le compactage plutôt que la compacité minimale à obtenir comme c'est le cas pour la couche de surface.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 6

Notes concernant B)

- . L'enrobé coulé à froid peut être utilisé pour tout pont ayant un DJMA inférieur à 60 000.
- . L'enrobé coulé à froid est choisi comme matériau de resurfaçage pour améliorer à court terme l'uni ou l'étanchéité de l'enrobé existant (surtout en l'absence de membrane d'étanchéité) si aucun projet n'est prévu au programme de conservation des chaussées pour la route sur laquelle est situé le pont; cette façon de faire limite l'ajout de charge morte sur le pont tout en respectant le fonctionnement des joints de tablier. Le niveau de gravité des dégradations de l'enrobé existant (fissure polygonale et pelade) tel qu'évalué à l'aide du Manuel d'identification des dégradations des chaussées flexibles doit être faible ou moyen afin de limiter la remontée des fissures et autres dégradations.
- . L'enrobé coulé à froid peut aussi être utilisé pour protéger la dalle d'un pont sans enrobé et pour lequel il est impossible d'en ajouter un, du fait que cette charge morte additionnelle n'a pas été prévue lors de la conception du pont.
- . Les travaux doivent être exécutés entre le 15 mai et le 1^{er} septembre (température minimale de 10 °C) afin que la pose de l'enrobé soit suivie d'une période chaude suffisamment longue.
- . S'assurer qu'il n'y a ni risque de pluie dans les 6 heures suivant la pose, ni de risque de gel dans les 7 jours suivants cette dernière. Ces deux exigences sont importantes pour obtenir un enrobé durable.

IMPERMÉABILISATION DE SURFACES DE BÉTON

ACTIVITÉ
1061

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VII – Norme 3601

DESCRIPTION

Application d'un polymère de silicone de type silane afin d'imperméabiliser des surfaces de béton.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Surfaces verticales de glissière, culée, pile, béquille, mur, dessous de poutre ou poutre de rive, qui sont exposées aux sels de déglçage et qui répondent à l'une des deux conditions suivantes :
 - surfaces de béton à l'état neuf ou qui sont très peu endommagées, non délaminées ou très peu fissurées;
 - surfaces récemment réparées avec du béton projeté.

RÉCURRENCE

Il est recommandé d'imperméabiliser les surfaces à intervalle d'environ 10 ans pour maintenir un niveau de performance adéquat.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Vérifier si les surfaces sont recouvertes d'un enduit contenant des fibres d'amiante, et procéder le cas échéant à son enlèvement et à une mise au rebut selon la réglementation en vigueur. Ces opérations sont normalement réalisées par un laboratoire spécialisé.
2. Attendre au moins 28 jours avant d'appliquer l'imperméabilisant sur des surfaces récemment bétonnées ou récemment recouvertes de béton projeté afin d'avoir un lien chimique solide entre le produit et la surface de béton.

IMPERMÉABILISATION DE SURFACES DE BÉTON

ACTIVITÉ
1061

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 3

3. Entre 7 jours et 24 heures avant la pose de l'imperméabilisant, nettoyer les surfaces à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide afin d'enlever tout matériau de cure, laitance, sel de déglçage, huile, graisse, peinture et autres contaminants pouvant nuire à la pénétration du produit. À l'intérieur de ce même délai, les surfaces doivent ensuite être nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression de façon à obtenir une surface exempte de tout débris.
4. S'assurer que les surfaces sont sèches avant de procéder à l'imperméabilisation de façon à favoriser une pénétration maximale de l'imperméabilisant.
5. Les surfaces adjacentes aux travaux doivent être protégées des éclaboussures d'imperméabilisant qui risqueraient de désagréger l'enrobé.
6. L'utilisation d'un polymère de silicone de type « silane ayant une teneur en matières solides égale ou supérieure à 40 % en masse » est recommandée en raison de son rendement supérieur (Exigence du CCDG – art. 15.4.3.6). Il est recommandé d'appliquer l'imperméabilisant au taux moyen de 0,33 L/m², en une ou plusieurs couches, selon la porosité du béton. Le délai entre chaque couche ne devrait pas dépasser une heure.
7. L'imperméabilisant doit être appliqué à l'aide d'une pompe manuelle ayant une pression maximale à la sortie de 210 kPa (30 psi). L'imperméabilisant ne peut être appliqué que si la température ambiante ainsi que celle des surfaces à traiter sont supérieures à 5 °C et s'il n'y a aucun risque de gel au cours des 12 heures suivant la pose.
8. Le produit utilisé pour l'imperméabilisation doit être conforme à la norme 3601 du Ministère. Le produit doit figurer sur la liste des matériaux relatifs au béton de ciment éprouvés par la Direction du laboratoire des chaussées du Ministère.
9. Les surfaces traitées doivent être protégées de la pluie et des éclaboussures pour une période de 6 heures suivant la pose de l'imperméabilisant.

Notes

- . Les surfaces considérées comme exposées aux sels de déglçage sont celles qui se retrouvent à moins de 10 m du bord de la chaussée d'une route dont le débit de circulation journalier moyen durant les mois de décembre, janvier, février et mars (DJMH) est supérieur à 500. Ces surfaces peuvent se retrouver sur le dessus d'un pont (parapets, poteaux de glissières, chasse-roues), et également en dessous du tablier dans le cas d'un pont d'étagement (murs de front, colonnes, poutres de rive, murs de soutènement, etc.).

IMPERMÉABILISATION DE SURFACES DE BÉTON

**ACTIVITÉ
1061**

**DATE
Janv 2013**

**PAGE
3 de 3**

- . Lorsque les informations relatives à la structure permettent de savoir que le béton d'un élément contient de la fumée de silice (SF), ce qui est généralement le cas pour un béton neuf, l'imperméabilisation n'est pas jugée nécessaire en raison des propriétés d'étanchéité supérieures de ce type de béton.
- . L'imperméabilisation de surfaces exposées réparées au béton projeté est recommandée en raison d'une plus grande porosité de ce type de béton.
- . Envisager, lorsque l'opération est possible, d'imperméabiliser l'assise d'une culée ou d'une pile située sous un pont d'étagement.

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ *Tome VII – Matériaux* – norme 31101

DESCRIPTION

Intervention sur un élément en béton consistant à recouvrir les surfaces d'un enduit, parfois combiné à un imperméabilisant, pour en améliorer l'esthétique, tout en offrant un certain niveau d'imperméabilisation.

Un enduit de surface ne doit pas être appliqué sur des surfaces de dalle épaisse ou d'autres éléments structuraux (poutres, colonnes, chevêtres en porte-à-faux) où un suivi de fissuration est requis.

Considérant que l'enduit de surface procure un certain niveau de protection au béton armé, il est approprié de prévoir une protection partielle des poutres en béton armé en appliquant l'enduit sur la semelle inférieure ou le dessous des poutres, ainsi que sur la face extérieure des poutres de rive.

Les enduits de surface sont classés en deux catégories selon leur pouvoir d'imperméabilisation. L'enduit de type 1 (standard) est utilisé seul ou en combinaison avec un imperméabilisant tandis que l'enduit de type 2 (à haut pouvoir d'imperméabilisation) est établi pour être utilisé seul.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Surfaces de béton présentant des défauts mineurs et n'ayant que des fissures de faible ouverture (inférieure à 0,8 mm) :
 - surfaces fortement exposées aux sels de déglçage (imperméabilisant + enduit de surface de type 1);
 - surfaces faiblement exposées aux sels de déglçage (enduit de surface de type 1).
 - surfaces fortement exposées aux sels de déglçage et présentant des contraintes d'exécution en raison de la circulation (enduit de surface de type 2);

L'enduit de surface n'est pas recommandé sur des surfaces de béton devant être submergées ou enterrées, ni sur des surfaces exposées à une forte abrasion, telle que surface de roulement ou de trottoir, face intérieure de chasse-roue.

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

De même, l'enduit de surface ne devrait pas être utilisé lorsque les surfaces de béton présentent beaucoup d'armatures apparentes, en raison d'une performance esthétique amoindrie à moyen et parfois à court terme.

RÉCURRENCE

Le recouvrement avec enduit de surface est effectué au besoin. Cette activité s'avère efficace sur une période de temps significative dans des conditions normales d'exposition.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Vérifier si les surfaces sont recouvertes d'un enduit contenant des fibres d'amiante, et procéder le cas échéant à son enlèvement et à une mise au rebut selon la réglementation en vigueur. Ces opérations sont normalement réalisées par un laboratoire spécialisé.

Dans le cas des surfaces récemment bétonnées ou recouvertes de béton projeté, l'enduit de surface doit être posé après un délai minimal, à la suite du bétonnage ou de la pose du béton projeté, de 14 jours.

2. Nettoyage des surfaces.

Imperméabilisant + enduit de surface

Nettoyer les surfaces avant de les imperméabiliser (activité 1061).

Enduit de surface seulement (type 1 ou 2)

Entre 7 jours et 24 heures avant la pose de l'enduit, nettoyer les surfaces à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide afin d'enlever tout matériau de cure, laitance, sel de déglçage, huile, graisse, peinture et autres contaminants pouvant nuire à la pénétration du produit. À l'intérieur de ce même délai, les surfaces doivent ensuite être nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression de façon à obtenir une surface exempte de tout débris.

3. Les armatures apparentes ou devenues apparentes à la suite des travaux de nettoyage doivent être recouvertes d'un revêtement protecteur avant de procéder à l'application de l'enduit de surface (ou de l'imperméabilisant lorsqu'il est requis). L'application du revêtement protecteur doit se faire à une température supérieure à 7 °C et à la hausse, et sans débordement sur le béton adjacent. Un délai minimal de 4 heures doit être respecté entre la pose du revêtement protecteur et celle de l'enduit de surface.

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4

Se référer à la liste des produits éprouvés au devis type *Construction et réparation des structures* (RE-09) pour la liste des revêtements protecteurs acceptés par le Ministère.

4. Application

Appliquer l'enduit lorsque la température ambiante et celle du béton sont supérieures à 5 °C et qu'il n'y a pas de risque de gel pendant les 12 heures suivant la pose.

Imperméabilisant + enduit de surface

Lorsque requis, appliquer au préalable sur les surfaces un imperméabilisant (voir activité 1061) qui est compatible avec le type d'enduit utilisé.

Un délai d'attente d'au moins 24 heures et d'au plus 72 heures est nécessaire entre la pose de l'imperméabilisant et celle de l'enduit de surface.

5. Appliquer l'enduit au pistolet, en épaisseur uniforme, en prenant soin de recouvrir les dépressions, trous et autres irrégularités de la surface du béton.

La pose de l'enduit de surface est faite en deux couches au taux recommandé par la fiche technique du produit avec un taux minimal de 0,50 L/m² pour chaque couche. La deuxième couche est réalisée après un délai minimal de 1 heure suivant l'application de la première couche.

6. Protéger l'enduit des intempéries pendant les 12 heures qui suivent la pose.

7. Le produit utilisé comme enduit de surface doit être conforme à la norme 31101 du Ministère. Le produit doit figurer sur la liste des matériaux relatifs au béton de ciment éprouvés par la Direction du laboratoire des chaussées du Ministère.

Il est recommandé d'utiliser un polymère de silicone de type « silane ayant une teneur en matières solides égale ou supérieure à 40 % en masse ». Ce type de produit est une exigence du CCDG.

L'enduit doit avoir une finition de type sablé et doit être de couleur gris n° 36357 précisée dans la norme U.S. FED-STD 595B « *Colors used in Government Procurement* ».

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 4

Notes

- . Les surfaces considérées comme fortement exposées aux sels de déglçage sont généralement celles à moins de 6 mètres du bord de la chaussée d'une route dont le débit de circulation journalier moyen durant les mois de décembre, janvier, février et mars (DJMH) est supérieur à 500. Ces surfaces peuvent donc se retrouver sur le dessus d'un pont (parapets, poteaux de glissières, chasse-roues), mais surtout en dessous du tablier dans le cas des ponts d'étagement (murs de front, colonnes, poutres de rive, murs de soutènement, etc.).

Il est généralement recommandé de protéger les surfaces fortement exposées avec une combinaison « imperméabilisant + enduit de surface de type 1 » en raison de résultats très performants.

- . Dans le cas où l'on veut intervenir sur des surfaces fortement exposées présentant des problèmes d'exécution en raison de contraintes de circulation, il est suggéré d'utiliser un enduit de surface de type 2. Ce type d'enduit peut être appliqué seul (sans imperméabilisant) à cause de caractéristiques de protection supérieures.

- . Les surfaces considérées comme faiblement exposées aux sels de déglçage sont celles qui sont à plus de 6 m du bord de la chaussée d'une route avec un DJMH > 500.

Ces surfaces peuvent être adéquatement protégées avec un enduit de surface de type 1 seulement.

- . Lorsque les surfaces à traiter comportent des fissures non structurales, il peut être approprié de colmater ou d'obturer ces fissures avant de poser l'enduit de surface (voir activité 3106).
- . Il faut s'attendre à une performance inférieure de l'enduit lorsque les surfaces sont à proximité de la chaussée, en raison de l'action abrasive des granulats projetés par les véhicules.

ENLÈVEMENT DE FRAGMENTS DE BÉTON

ACTIVITÉ
1081

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Travaux consistant à enlever les fragments de béton détachables des surfaces situées au-dessus d'une zone susceptible d'avoir une circulation piétonnière, cycliste ou motorisée (voie ferrée, voie de circulation, aire de stationnement, piste cyclable, trottoir, sentier piétonnier, etc.).

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Risques de dommages ou dangers potentiels reliés à la chute de fragments de béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer les surfaces de béton désagrégé ou délaminé pouvant présenter des risques de dommages ou un danger potentiel.
2. Enlever les fragments de béton détachables. Le béton est généralement enlevé à l'aide d'un marteau pneumatique de 7 kg, d'outils manuels comme une tige en acier, d'un jet d'eau ou d'un jet d'air, ou de toute autre méthode sécuritaire jugée satisfaisante. L'intervention peut être complétée au besoin par un marteau à aiguilles pour éliminer les particules lâches.
3. S'assurer de l'intégrité du béton autour des surfaces dégagées en les sondant avec un marteau de maçon ou de géologue. Cette vérification peut également être faite avec un jet d'eau haute pression (pression 30 MPa, débit 20 L/min., buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm) de façon à enlever toutes les particules détachables.
4. Ramasser tous les débris provenant de l'opération et balayer les surfaces pavées.
5. Lorsque des chevauchements d'armatures ou des extrémités de barres principales sont dégagés (visibles sur environ la moitié de la circonférence), consulter un ingénieur en structure pour évaluer les risques associés à cette situation.

ENLÈVEMENT DE FRAGMENTS DE BÉTON

ACTIVITÉ
1081

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . Afin de limiter la durée de l'intervention, l'accès aux surfaces doit se faire préférentiellement à l'aide d'un engin motorisé muni d'une nacelle.
- . Lorsque les surfaces sont situées au-dessus d'une voie ferrée en opération, il est recommandé de contacter la compagnie ferroviaire pour s'assurer des contraintes d'opération, et pour vérifier l'horaire de passage des trains. Si la voie ferrée est la propriété du CN, un permis d'opération est généralement requis, et la présence d'un signaleur de cette compagnie ferroviaire peut être exigée; des compensations financières sont généralement demandées au Ministère pour ces exigences.
- . Toutes les dispositions doivent être prises pour assurer la sécurité des travailleurs et des utilisateurs de l'emplacement tout au long de l'opération.
- . Des précautions et des mesures de santé/sécurité doivent être prises lorsque les surfaces d'intervention contiennent des fibres d'amiante. Des dispositions particulières doivent également être prévues pour la gestion des résidus.

SÉCURISATION DE DESSOUS DE TABLIER

ACTIVITÉ
1082

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Mesures visant à sécuriser un dessous de tablier en béton armé, particulièrement les structures de type « dalle épaisse ». Les mesures de sécurisation doivent prioriser les structures ayant des dommages au-dessus d'une zone susceptible d'avoir une circulation piétonnière, cycliste ou motorisée.

L'activité a comme objectif premier de sécuriser un dessous de dalle épaisse en fixant certaines barres d'armature déficientes qui sont jugées non sécuritaires.

SEUIL D'INTERVENTION

Ces mesures doivent être planifiées à partir des critères suivants :

- . L'intervention vise à fixer des barres d'armature non adhérentes (lâches) ou dégagées. Une barre d'armature est considérée comme dégagée lorsqu'elle est visible sur plus de la moitié de sa circonférence, généralement suite à un éclatement du béton.
- . La longueur de dégagement des barres d'armature doit être considérée autant pour la sécurité des usagers que pour l'intégrité de la structure.
 - Une extrémité de barre d'armature ne devrait pas être dégagée sur une longueur de plus de 1 mètre;
 - Une barre d'armature qui est ancrée à ses extrémités ne devrait pas être dégagée sur une longueur de plus de 2 mètres;
 - Au-delà de ces longueurs permises, une fixation de la barre doit être envisagée afin de la maintenir en place jusqu'à une intervention plus permanente. Cette mesure est particulièrement importante lorsque la barre est désolidarisée du béton (barre lâche), et qu'elle se retrouve dans une zone d'ancrage (extrémité de tablier) ou à un chevauchement d'armatures.

SÉCURISATION DE DESSOUS DE TABLIER

ACTIVITÉ
1082

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Installer s'il y a lieu une signalisation de danger ou une signalisation de travaux routiers.
2. Enlever au besoin le béton désagrégé ou délaminé pouvant présenter des risques de chute. Ne pas dégager davantage les armatures à moins que l'obtention d'un béton de meilleure qualité soit requise pour installer les ancrages.
3. Fixer à l'aide d'ancrages les barres d'armature qui sont lâches, ainsi que les barres qui sont dégagées au-delà des limites permises. Le mode d'intervention peut consister en une installation d'ancrages mécaniques d'un diamètre nominal de 10 mm. La procédure d'installation devrait prévoir un préperçage du béton à la profondeur spécifiée sur les fiches techniques, mais à une profondeur minimale de 45 mm. La retenue de la barre déficiente peut se faire directement à l'aide d'un ancrage en forme de L, ou bien avec des ancrages à œillet ou à bout fileté combinés à un collet, une plaque pliée ou un autre système adapté aux conditions locales sur le terrain. Les ancrages doivent être installés à 100 mm des extrémités d'armatures non ancrées dans le béton, et espacés à 1 m c/c par la suite.
4. Ne pas couper de barres d'armature.
5. Consulter les plans pour localiser les extrémités des barres principales par rapport aux zones d'intervention, et ce, même pour les chevauchements d'armatures. Lorsque des extrémités d'armature ou des chevauchements d'armature sont dégagés, consulter un ingénieur en structure.
6. Les mesures de sécurisation visant à fixer des barres d'armature peuvent être complétées dans certains cas par une intervention de surface, permettant de retarder le processus de dégradation du béton et de lui donner un meilleur aspect esthétique. Cette intervention de surface (voir activité 3107) ne devrait être planifiée que sur une structure ne faisant l'objet d'aucune restriction de charge et où il n'y a pas d'intervention majeure prévue à court terme.

Notes

- . La sécurisation de dessous de tablier n'a pas de portée structurale et a comme but premier de fournir un environnement sécuritaire pour les usagers jusqu'à une intervention plus permanente à moyen terme.

- 3021 Stabilisation de remblai
- 3022 Protection de talus
- 3023 Réparation de remblai
- 3025 Amélioration parasismique
- 3026 Rapiéçage à l'enrobé
- 3027 Rapiéçage au matériau granulaire

Consolidation de fondation

- 3031 Consolidation de fondation avec sacs sable-ciment / empierrement
- 3032 Consolidation de fondation par l'ajout de béton
- 3033 Consolidation de pieu
- 3034 Réparation de semelle
- 3035 Stabilisation de fondation

Réparation / remplacement d'appareil d'appui

- 3042 Réparation / modification des blocs d'assise
- 3043 Remise en position d'appareil d'appui
- 3044 Remplacement d'appareil d'appui
- 3045 Réparation d'appareil d'appui à rouleaux
- 3046 Remplacement d'appareil d'appui à rouleaux

Remplacement / modification de joint de tablier

- 3051 Remplacement d'un joint de tablier
- 3052 Joint dalle sur culée
- 3053 Élimination de joint de tablier à une pile
- 3054 Étanchement d'un joint longitudinal

Activités diverses

- 3061 Réparation / remplacement de trottoir, chasse-roue ou bande médiane en béton
- 3062 Modification / ajout de drains
- 3063 Réfection du système de drainage
- 3064 Réparation / remplacement d'une passerelle d'inspection
- 3065 Peinturage d'un ouvrage en acier
- 3066 Correction du profil à l'approche
- 3067 Réfection de l'enrobé
- 3068 Aménagement de l'approche
- 3069 Réparation / remplacement d'escalier

Réparation / remplacement de glissière

- 3071 Réparation de glissière
- 3072 Raccordement de glissière à l'approche
- 3073 Remplacement / ajout de glissière
- 3074 Réparation / remplacement de glissière à l'approche

Réparation de mur

- 3081 Réparation de mur de soutènement en béton
- 3082 Réparation de mur de soutènement en maçonnerie
- 3083 Réparation - autres types de mur
- 3084 Réparation - murs de soutènement en bois ou autres matériaux

Réparation de ponceau

- 3091 Réparation de ponceau en béton armé
- 3092 Réparation de ponceau en acier
- 3093 Réparation de ponceau en bois
- 3094 Réparation / remplacement d'élément d'entrée / sortie d'un ponceau
- 3095 Réparation de ponceau en polyéthylène

Réparation de béton

- 3101 Réparation avec coffrages sans surépaisseur
- 3102 Réparation avec coffrages et surépaisseur
- 3103 Réparation avec béton projeté
- 3105 Réparation de béton sous l'eau
- 3106 Obturation de fissures par injection
- 3107 Intervention de surface

Réparation / réfection d'élément d'unité de fondation en béton

- 3111 Réparation de culée en béton
- 3112 Réparation de pile en béton
- 3113 Réparation de béquille en béton
- 3114 Réfection / réhabilitation d'éléments d'unité de fondation en béton
- 3115 Réparation de fissure d'un élément en béton

Réparation / réfection d'élément de système structural en béton

- 3121 Réparation de poutre / diaphragme en béton armé
- 3122 Réparation d'extrémité de poutre en béton armé
- 3124 Réparation de poutre en béton précontraint
- 3125 Réparation de poutre-caisson en béton
- 3126 Réfection de diaphragme en béton armé
- 3127 Réparation d'éléments d'arc en béton armé

Réparation de dalle en béton

- 3131 Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse
- 3132 Réparation de dessous de dalle épaisse
- 3134 Réfection de côté extérieur de dalle
- 3135 Réparation du hourdis supérieur de poutre-caisson en béton
- 3136 Réparation de côté extérieur de dalle

Réparation / remplacement d'élément en acier

3201 Réparation / remplacement d'assemblage en acier

Réparation d'élément d'unité de fondation en acier

3211 Réparation de banc en acier

3212 Réparation de béquille en acier

Réparation / remplacement d'élément de système structural en acier

3221 Réparation / remplacement d'élément en acier

3222 Remplacement de membrure de poutre triangulée en acier

3223 Rehaussement de portique de poutre triangulée en acier

3224 Ajout de diaphragme / contreventement de pont acier-bois

Réparation / remplacement d'élément de tablier en acier

3231 Réparation de caillebotis

3232 Remplacement de caillebotis

Réparation / remplacement d'élément d'unité de fondation en bois

3311 Remplacement de caisson en bois

3312 Remplacement de banc en bois

3314 Réparation / remplacement d'assise de caisson en bois

3315 Réparation de banc en bois

Réparation / remplacement d'élément de système structural en bois

3321 Remplacement d'entretoises en bois

3322 Réparation / remplacement de poutre ou diaphragme en bois

3323 Remplacement / ajout de longerons en bois

Réparation / remplacement d'élément de tablier en bois

3331 Remplacement de plancher en bois

3332 Remplacement de platelage en bois

3333 Remplacement de platelage en lamelles de bois

3334 Réparation de plancher en bois

3335 Réparation / remplacement de trottoir / chasse-roue en bois

3337 Ajout de traverses en bois

Réparation / remplacement d'élément de pont couvert

3341 Réparation d'une corde de poutre triangulée en bois

3342 Réparation d'un poteau de poutre triangulée en bois

3343 Réparation d'une diagonale de poutre triangulée en bois

3344 Ajustement / remplacement de tirants

- 3345 Réparation / remplacement de contreventement en bois
- 3346 Réparation / remplacement de la toiture
- 3347 Réparation / remplacement du lambris
- 3348 Revêtement protecteur du lambris
- 3349 Remplacement de corbeau en bois

- 3411 Réparation d'élément en maçonnerie

ACTIVITÉ DE RÉFECTION MAJEURE

- 5003 Remplacement de la dalle

3.1 NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉLÉMENTS EN BÉTON

3.1.1 Défauts du béton

Les principaux défauts observables sur les éléments en béton, et décrits au chapitre 4 du *Manuel d'inspection des structures* sont les suivants :

- la désagrégation;
- la corrosion de l'armature;
- le délaminage;
- l'éclatement;
- la fissuration.

Tous ces défauts peuvent généralement être traités en utilisant des méthodes de réparation classiques ou reconnues.

3.1.1.1 Désagrégation

La désagrégation affecte un béton dont la teneur en air entraîné et la qualité du réseau d'air ne permettent pas de contrer les effets du gel. Cette carence est généralement associée à un béton poreux et dont la résistance en compression est inférieure à 25 MPa. Ces caractéristiques sont typiques du béton de la plupart des structures construites avant les années 60. Cependant, le béton de bonne qualité soumis de façon intensive à l'action de l'eau et des sels de déglçage peut aussi être affecté par ce défaut.

3.1.1.2 Corrosion de l'armature

La corrosion des armatures est généralement associée à une trop faible épaisseur du recouvrement de béton (généralement inférieure à 15 mm). La prévention de la corrosion des armatures est un facteur important à considérer dans le choix d'une méthode de réparation.

3.1.1.3 Délaminage

Le délaminage est généralement causé par la corrosion des armatures ou, dans le cas d'une dalle sur poutres, peut être la conséquence d'une faiblesse liée à la rigidité transversale du tablier.

Le délaminage résultant de la corrosion des armatures touche généralement la nappe d'armature la plus proche de la surface. Pour que la corrosion soit amorcée, la concentration en chlorures contenus dans le béton au niveau des armatures doit être supérieure à 0,03 % de la masse de béton (soit généralement 0,2 % de la masse de ciment).

Le délaminage d'une dalle sur poutres qui résulte d'une faiblesse liée à la rigidité transversale survient généralement en dessous de la nappe supérieure des armatures. Ce type de délaminage se retrouve presque exclusivement sur les dalles sur poutres continues en acier de longue portée et ne peut pas être corrigé par les méthodes classiques de réparation. Le problème devrait toujours être analysé par un ingénieur en structure, qui cherchera à évaluer si des correctifs peuvent être apportés pour renforcer la rigidité de l'ensemble du tablier.

3.1.1.4 Éclatement

Tout comme le délaminage résultant de la corrosion des armatures, l'éclatement affecte généralement un béton de bonne qualité; les mêmes méthodes de réparation s'appliquent donc au délaminage et à l'éclatement du béton.

3.1.1.5 Fissuration

Les fissures peuvent se propager dans le béton selon diverses configurations; elles peuvent selon les cas, traverser en partie ou complètement un élément. Les fissures sont généralement causées par l'application de charges, des restrictions de mouvement, des contraintes internes ou bien des tassements différentiels. Selon leur emplacement, leur importance et leur évolution, les fissures peuvent être un indice de comportement anormal. Selon la nature de la problématique, l'intervention pour corriger des fissures peut être structurale ou bien seulement dans un but d'étanchement.

3.1.2 Méthodes de réparation du béton

Un aspect essentiel à tenir compte lors de toute réparation de béton est l'impact de la démolition sur l'intégrité structurale des éléments touchés par l'intervention. Le concepteur doit toujours s'assurer que l'ouvrage est stable pendant les travaux, en exigeant même dans certains cas un support temporaire.

Les trois méthodes de réparation du béton qui sont proposées ci-après permettent de corriger la majorité des déficiences observées :

- la réparation sans surépaisseur;
- la réparation avec surépaisseur;
- la réfection d'élément.

Pour corriger des problèmes de fissuration, le type d'intervention le plus courant est l'obturation par injection sous pression. Les produits d'injection utilisés peuvent être à base d'époxy, de polyuréthane ou de coulis de ciment.

La remise en état d'un élément de structure en béton armé peut également être réalisée par le biais d'une intervention de nature électrochimique, telle que la mise en place d'un système de protection cathodique, de type galvanique ou à courant imposé. La conception d'un tel système nécessite des informations de base relatives à l'activité corrosive du béton armé, données fournies à l'aide de méthodes d'auscultation telles que le relevé de potentiel ou le géoradar.

Une dalle en béton peut aussi être remise en état en réalisant une chape pour corriger toute sa partie supérieure.

3.1.2.1 Réparation sans surépaisseur

La réparation sans surépaisseur consiste essentiellement à enlever le béton endommagé et à refaire les surfaces avec du béton, sans ajouter d'épaisseur à l'élément.

Cette méthode, qui est généralement employée pour réparer de petites surfaces, peut être utilisée pour réparer tous les éléments d'une structure et s'applique à :

- la « réparation de dalle » (dessus de dalle, trottoir);
- la réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- la réparation avec béton projeté (sans ou avec augmentation du recouvrement).

L'utilisation de la réparation sans surépaisseur dépend de la qualité du béton de l'élément, de l'épaisseur du recouvrement de béton au-dessus des armatures ainsi que de son exposition à l'eau et aux sels de déglacage.

L'expérience a démontré que recouvrir un béton de mauvaise qualité d'une couche de nouveau béton avait pour effet de provoquer et d'accélérer la détérioration du béton existant entraînant, à court terme, la détérioration du béton réparé ou du béton adjacent.

La réparation sans surépaisseur de béton doit donc être utilisée seulement lorsque le béton à réparer est de bonne qualité, c'est-à-dire lorsque le taux d'absorption est inférieur à 6,5 % et la résistance en compression supérieure à 25 MPa.

Pour assurer l'efficacité de la réparation sans surépaisseur, il faut que les risques de développement d'autres défauts autour des surfaces réparées soient minimales. Ces risques augmentent d'autant plus que l'élément réparé est soumis à l'action de l'eau et des sels de déglacage ou que le recouvrement des armatures est faible.

La réparation sans surépaisseur ne devrait donc être utilisée que pour des éléments qui ne sont pas soumis à l'action de l'eau et des sels de déglacage et dont le recouvrement des armatures est supérieur à 30 mm.

Dans le cas d'une réparation visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus l'armature (avec béton projeté ou avec béton autoplaçant), l'efficacité de la réparation dépend également de la qualité du béton de l'élément. Ainsi, les principes relatifs à une réparation sans surépaisseur doivent donc s'appliquer.

3.1.2.2 Réparation avec surépaisseur

La réparation avec surépaisseur consiste essentiellement à enlever le béton endommagé et à construire une surépaisseur de béton armé, ancrée au béton existant.

Cette méthode peut être utilisée pour réparer tous les éléments d'une structure et s'applique à :

- la réparation avec coffrages et surépaisseur (avec un béton de masse volumique normale, un béton autoplaçant ou un béton antilessivage).

Dans le cas d'une réparation avec coffrages et surépaisseur, l'efficacité de la réparation est indépendante de la qualité du béton de l'élément, car la force de retenue des ancrages et la résistance de la surépaisseur de béton lui assurent la durabilité voulue, même si la détérioration du béton de l'élément risque de se poursuivre sous la surépaisseur.

Il est recommandé de toujours vérifier l'effet de l'ajout d'une surépaisseur de béton – c'est-à-dire l'ajout d'une masse supplémentaire – sur la capacité portante du tablier et des unités de fondation.

3.1.2.3 Réfection d'élément

La réfection d'élément consiste à démolir partiellement ou complètement un élément et à le reconstruire tout en conservant les caractéristiques structurales et géométriques originales. Généralement, l'armature dégagée lors de la démolition, et qui demeure rattachée à un élément à conserver, doit être préservée. À l'inverse, l'armature qui se retrouve détachée des éléments à conserver doit être remplacée.

Cette méthode est utilisée lorsqu'une réparation avec ou sans surépaisseur est impossible ou, du fait de l'ampleur des travaux à effectuer, lorsque le coût actualisé de la réfection est inférieur à celui d'une autre méthode de réparation.

3.1.3 Principes de réparation

La recherche et l'expérience démontrent que les travaux relatifs à une réparation de type « sans surépaisseur » doivent être effectués selon une procédure plus contraignante si on veut en assurer la durabilité.

Généralement, les barres d'armature avec une section diminuée par la corrosion n'ont pas à être remplacées, puisque la perte de section sera compensée par les nouvelles armatures disposées dans la surépaisseur de béton. Il peut arriver cependant que des barres d'armature structurales présentant des pertes de section commandent l'ajout de barres additionnelles. La décision de compenser ou non les pertes de section de ce type de barres doit être prise par un ingénieur.

3.1.3.7 Nettoyage des surfaces de béton

A) Réparation sans surépaisseur

La surface de béton conservé doit être nettoyée à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression afin de détacher les particules de béton détachables qui pourraient nuire à la liaison avec le nouveau béton, sauf si l'hydrodémolition est utilisée pour démolir le béton.

Les surfaces de béton conservé qui seront en contact avec le nouveau béton de réparation doivent par la suite avoir un nettoyage final à l'aide d'un jet d'eau sous pression afin d'enlever toute la poussière qui empêcherait le béton de réparation de mouiller et de pénétrer la surface de béton conservé, et qui nuirait ainsi à l'intégrité de la réparation.

B) Réparation avec surépaisseur

La surface de béton conservé doit être nettoyée de la même façon que pour une réparation sans surépaisseur.

3.1.3.8 Liaisonnement

L'humidification des surfaces avant la mise en place du nouveau béton permet d'assurer le liaisonnement des surfaces. Elle permet d'incorporer suffisamment d'eau au béton durci pour que celui-ci n'ait pas besoin de soutirer l'eau du béton frais, ce qui pourrait nuire à l'hydratation du ciment et donner un béton de moins bonne qualité au niveau de l'interface.

Par ailleurs, pour obtenir une bonne adhérence, le matériau de réparation doit être absorbé et intégré dans les pores du béton conservé. Ces pores ne doivent donc pas être remplis d'eau lors de la mise en place du béton de réparation.

Un béton saturé d'eau, mais dont la surface est asséchée est donc la meilleure façon d'obtenir un liaisonnement de qualité.

De façon générale, l'emploi d'un agent de liaisonnement au latex ou à l'époxy n'est pas recommandé en raison des difficultés de mise en œuvre suivantes :

- en raison d'un séchage trop rapide, l'agent de liaisonnement peut créer un joint froid plutôt qu'un lien entre le béton conservé et le béton de réparation;
- l'agent de liaisonnement à l'époxy, en raison de son imperméabilité, peut avoir pour effet de concentrer l'humidité interne du béton au niveau de l'interface et provoquer ainsi le délaminage du béton de réparation.

3.1.3.9 Matériaux de réparation

Les principaux matériaux utilisés pour la réparation du béton sont :

- le béton lui-même :
 - le béton de masse volumique normale (type V - norme MTQ 3101);
 - le béton autoplaçant (type XIV - norme MTQ 3101);
 - le béton au latex (type XVI - norme MTQ 3101);
 - le béton antilessivage (type XV - norme MTQ 3101);
 - le béton projeté par procédé à sec (norme MTQ 3201);
 - le béton projeté par procédé humide (norme MTQ 3301);
- les armatures (norme MTQ 5101);
- les imperméabilisants à béton (norme MTQ 3601);
- les doublures de coffrage (norme MTQ 31001).

3.1.3.9.1 Béton de réparation

a) Réparation sans surépaisseur

Bien qu'idéalement il soit recommandé d'utiliser un béton de réparation ayant des caractéristiques de résistance en compression se rapprochant le plus possible de celles du béton de l'élément à réparer, le Ministère n'utilise pas en fait pour ses activités de réparation de pont un béton ayant une résistance en compression qui est inférieure à 35 MPa, et ce pour des raisons entre autres de qualité des composants.

Pour la réparation sans surépaisseur, l'utilisation du béton autoplaçant est privilégiée en raison des difficultés de mise en place et de vibration du béton qui sont souvent rencontrées.

La réparation sans surépaisseur peut être réalisée en utilisant :

- le béton projeté par procédé à sec lorsque les surfaces à réparer sont peu importantes ou pour réparer des surfaces au plafond (dessous de chevêtre, dessous de dalle épaisse, etc.);
- le béton projeté par procédé humide lorsque les surfaces à réparer sont importantes. Il est à noter que l'épaisseur totale de réparation devrait être inférieure à 200 mm, car au-delà de cette épaisseur, le béton projeté par procédé humide s'avère moins économique que le béton coulé en place;

- le béton de masse volumique normale de type V-S (35 MPa, avec fumée de silice et superplastifiant) pour une réparation de type « réparation de dalle » (dessus de dalle, trottoir); l'utilisation du béton de type V-S facilite davantage la mise en place en raison d'une viscosité plus faible;
- le béton autoplaçant, de type XIV-R (de réparation) ou de type XIV-S (de réparation en sac), pour une réparation avec coffrages (autre que « réparation de dalle ») ainsi que pour des surfaces à réparer difficiles d'accès, béton difficile à consolider, des endroits restreints ou pour des éléments fortement armés.

b) Réparation avec surépaisseur

La réparation avec surépaisseur peut être réalisée en utilisant :

- le béton de masse volumique normale de type V-S (35 MPa, avec fumée de silice et superplastifiant) pour des réparations de 150 mm et plus d'épaisseur; l'utilisation du superplastifiant facilite grandement la mise en place du béton;
- le béton autoplaçant, de type XIV-C (de construction) pour des réparations de moins de 150 mm d'épaisseur ainsi que pour des éléments minces et élancés (poutres, colonnes, chevêtres) ou lorsque l'utilisation d'un béton de type V-S est problématique : surfaces à réparer difficiles d'accès, béton difficile à consolider, endroits restreints, éléments fortement armés;
- le béton antiessivage de type XV lorsque la réparation des éléments doit s'effectuer sous l'eau;
- le béton au latex de type XVI-15, généralement pour des chapes sur dalle.

c) Généralités

Pour le béton de masse volumique normale, il est recommandé d'utiliser un gros granulat de calibre 5-14 lorsque l'épaisseur de béton à mettre en place est faible (moins de 150 mm) et que le dégagement à l'arrière des armatures restreint le passage du béton.

De même pour un béton autoplaçant (XIV-R ou XIV-S), un gros granulat de calibre 2,5-10 est utilisé pour faciliter la coulée de nouveau béton dans des espaces très restreints.

Lorsque la température extérieure est inférieure à 15 °C, on peut utiliser un ciment de type 30 pour obtenir une résistance initiale plus élevée et assurer la remise en service rapide d'une route. Une attention particulière doit être cependant apportée à la cure pour éviter la formation de fissures.

L'ajout d'un superplastifiant au mélange de béton de masse volumique normale permet de faciliter la mise en place du béton. L'usage de superplastifiant est recommandé pour tous les types de réparation.

L'utilisation d'une doublure à l'intérieur des coffrages est recommandée pour le bétonnage de glissières extérieures et médianes. Cet ajout permet d'obtenir une surface finie moins poreuse, plus résistante à la pénétration des ions chlorure, et qui ne présente pas de petites cavités (bulles, yeux).

Dans le cas de béton autoplaçant, les coffrages doivent être neufs, parfaitement étanches et suffisamment rigides pour pouvoir résister à la poussée d'un béton très fluide. L'utilisation de doublures de coffrages n'est pas nécessaire avec le béton autoplaçant car ce dernier remplit efficacement les petites cavités à la surface des coffrages et présente un fini moins poreux qu'un béton normal.

Si la mise en place du béton autoplaçant est faite au moyen d'une pompe à béton, le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent être analysés pour éviter la ségrégation du béton. Ainsi, la ligne de pompage doit toujours rester pleine pendant le pompage et se terminer par une section réductrice de 75 mm.

La mise en place du béton antilessivage doit être effectuée au moyen d'une pompe. Ce type de béton doit être placé dans un environnement confiné; ainsi, l'extrémité de la ligne de pompage doit demeurer dans le béton fraîchement mis en place tout au long du bétonnage. La coulée ne doit pas être interrompue une fois qu'elle a été amorcée. Tout comme pour le béton autoplaçant, la configuration de la ligne de pompage doit permettre d'éviter la ségrégation et se terminer par une section réductrice.

3.1.3.9.2 Armature

L'acier d'armature doit être de nuance 400W.

Pour les éléments de moins de 6 m de longueur, les barres d'armature doivent être d'une seule longueur. Pour les éléments plus longs, la longueur minimale des barres doit être de 6 m sauf pour la dernière barre chevauchée qui peut être plus courte.

La longueur minimale de chevauchement nécessaire pour établir la continuité des barres d'armature ne doit pas être inférieure à 600 mm. Dans le cas d'armature structurale, la longueur de chevauchement doit être calculée par un ingénieur.

Dans le cas d'une réparation en béton projeté, un treillis d'acier à mailles soudées galvanisé (51 x 51 – MW 9,1 x MW 9,1, diamètre nominal 3,4) doit être utilisé.

Pour la réparation avec surépaisseur d'éléments de structure fortement exposés aux sels de déglçage, l'armature de la réparation devrait être galvanisée.

En dernier recours, il est possible de prélever des sections d'acier afin de réaliser des essais de traction. Des échantillons de 200 mm X 50 mm coupés à la scie sont habituellement nécessaires pour les essais en laboratoire. Consulter un ingénieur en structure afin d'identifier les éléments où des échantillons peuvent être prélevés. Trois (3) essais sont généralement requis afin d'évaluer la limite élastique de l'acier. Les résultats doivent être interprétés selon les exigences de la norme CAN/CSA-S6 stipulées à l'article A.14.1.1.

Des aciers à faible résilience ont été utilisés par le Ministère jusqu'au milieu des années '70. Des essais Charpy réalisés sur le système structural de plusieurs ponts construits avant 1974 ont confirmé leur présence. Les tabliers de pont à faible redondance structurale ont ainsi été ciblés et certains ont été remplacés. Pour des projets d'entretien, il n'est pas nécessaire de réaliser ce type d'essai.

Lors de l'ajout d'une section en acier, le mode d'assemblage le plus approprié doit être déterminé par un ingénieur en structure. Le boulonnage doit être privilégié par rapport au soudage en raison de sa facilité d'exécution et de son contrôle rapide en chantier. Pour des pièces en traction, le boulonnage entraîne une diminution de leur section existante; il faut donc vérifier la capacité résiduelle de la section existante.

Puisque les joints boulonnés des ponts sont des assemblages anti-glissement, les parties des pièces en contact doivent subir une préparation appropriée. Un nettoyage des pièces existantes par un procédé mécanique ou par projection d'abrasif sec sans silice cristalline permet d'obtenir la surface requise. Toutefois, il est possible que de la rouille demeure au fond des piqûres. Pour les pièces en acier galvanisé, les surfaces en contact sont nettoyées au chantier manuellement à la brosse métallique.

Lors du remplacement de rivets par des boulons ou lorsque de nouveaux boulons sont utilisés pour l'ajout ou le renforcement de membrures, des boulons conformes à la norme ASTM A325 doivent être utilisés. Toutefois, les boulons conformes à la norme ASTM A490 doivent être remplacés par des boulons de même grade. Cependant lors de la réparation d'un pont à valeur patrimoniale, des boulons à tête ronde conformes à la norme ASTM A449 ou bien des boulons à tension contrôlée (TC) conformes à la norme ASTM F1852 doivent être utilisés dans le but d'imiter la forme arrondie des têtes de rivets. Ces boulons possèdent les mêmes propriétés mécaniques que les boulons A325.

Les poutres triangulées sont parfois constituées de plusieurs types de rivets. Différents symboles identifient le type de rivet mis en place. Les symboles les plus couramment utilisés sont illustrés à la figure 3.2-1. Il est important, lors de la préparation de plans et devis, de valider la faisabilité du remplacement des rivets et des éléments assemblés. Il est à noter que les rivets assemblant au moins trois (3) pièces d'acier sont difficiles à enlever par la méthode pneumatique usuelle; dans ce cas, un chalumeau doit parfois être utilisé.

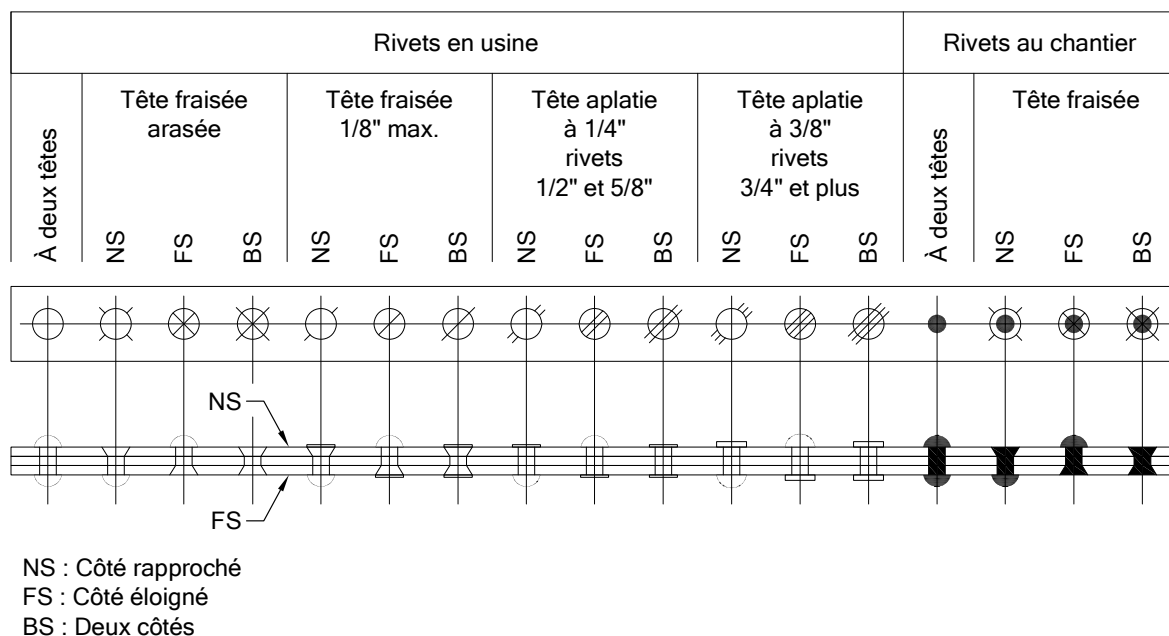


Figure 3.2-1 Identification de rivets et de boulons

Tous les boulons doivent être posés avec une rondelle en acier placée sous l'élément (écrou ou tête du boulon) qu'on tourne pendant le serrage. Lorsque l'acier à boulonner possède une limite élastique inférieure à 280 MPa et que les boulons de type A-490 sont utilisés, une rondelle en acier trempé est requise sous la tête du boulon et sous l'écrou.

La norme CAN/CSA-S6 spécifie, dans le cas des membrures assemblées par boulonnage, les exigences relatives aux espacements entre les boulons ainsi que les distances minimale et maximale jusqu'au bord des pièces (pincés). De plus, les boulons doivent être suffisamment rapprochés pour que les pièces en acier soient parfaitement en contact et ne laissent pas l'eau s'infiltrer entre elles. La norme CAN/CSA-S6 (art. 10.18.4.5) fournit les critères pour assurer l'étanchéité d'un assemblage. Ainsi, lors du remplacement d'éléments, il est possible que des boulons supplémentaires soient requis. Dans le cas des pièces soudées, les cordons de soudure doivent être continus pour assurer l'étanchéité.

Contrairement aux assemblages boulonnés, les assemblages soudés ne causent pas de diminution de section, mais ils peuvent créer des points de faiblesse à la fatigue et engendrer de la fissuration si conception des détails de soudure n'est pas adéquate et si des contraintes de traction sont présentes. Généralement, les pièces comprimées ne sont pas susceptibles à l'endommagement par fatigue.

Avant de concevoir des assemblages soudés sur un ouvrage existant, on doit s'assurer de la soudabilité de l'acier existant, sauf pour les réparations d'urgence ou temporaires où les pièces soudées seront remplacées à court terme. Si la nuance et la norme de fabrication de l'acier ne sont pas indiquées sur les plans d'origine ou le dossier de construction, un échantillonnage au moyen de pastilles d'au moins 25 mm de diamètre est une méthode possible pour obtenir une analyse chimique de l'acier.

Les détails d'assemblage des soudures doivent être conçus en tenant compte de l'accessibilité et des conditions de chantier pour le soudeur à réaliser l'ouvrage et des exigences de la section 10.17 de la norme CAN/CSA-S6. Les soudures d'angle doivent être privilégiées aux soudures sur préparation en raison d'une exécution et d'un contrôle non-destructif plus simples en chantier.

On enduit l'acier d'un système de protection contre la corrosion pour l'empêcher de s'oxyder. Le système de protection consiste à peindre, à galvaniser ou à métalliser les surfaces des éléments en acier. On doit au préalable s'assurer que l'acier n'est pas de type résistant à la corrosion atmosphérique, où la présence d'une pellicule d'oxydation est non seulement normale mais nécessaire pour la protection. Il arrive cependant que l'acier résistant à la corrosion atmosphérique placé dans un milieu trop agressif ou à humidité constante se détériore quand même. Un système de protection est alors justifié.

Lorsque la réparation d'un pont exige l'ajout de nouvelles pièces en acier, ces pièces doivent être peinturées en usine, galvanisées ou métallisées. Toutefois, si le système de protection des pièces conservées est en mauvais état dans son ensemble, il peut être justifié de ne pas protéger les nouvelles pièces et de prévoir un nouveau système de protection pour l'ensemble du pont.

Pour la réparation d'un pont existant qui est déjà peinturé, il peut être avantageux de galvaniser les nouvelles pièces qui ne sont pas apparentes, car celles-ci ne nécessitent pas de retouches de peinture en chantier. Dans ce cas, les boulons A-325 doivent être galvanisés contrairement aux boulons A-490 qui ne peuvent pas l'être.

Les couleurs utilisées par le Ministère sur les ouvrages en acier de pont reflètent des critères d'intégration avec le milieu. La couleur « vert », se retrouvant principalement hors des zones urbanisées et en milieu rural, cherche à s'harmoniser avec la nature. La couleur « gris », se retrouvant surtout en milieu urbain, vise à s'intégrer avec la couleur du béton. La couleur « brun » est utilisée avec l'acier intempérique; cette couleur peut parfois bien s'harmoniser avec la couleur du béton.

Des notions sur la conception d'ouvrages en acier en regard à la norme CAN/CSA-S6 et aux pratiques du Ministère peuvent être consultées au chapitre 10 du *Manuel de conception des structures*.

Le remplacement et l'ajout de pièces en acier sont généralement payés au kilogramme, mais ils peuvent être payés également à l'unité et à prix global; l'enlèvement d'élément d'ouvrage en acier est payé à prix global. Le poids du revêtement n'est pas considéré pour le paiement au kilogramme. Le poids des boulons, écrous et rondelles doit être ajouté dans le calcul des quantités de pièces en acier. Ce poids est généralement non négligeable pour des travaux d'entretien. Le prix unitaire inclut la protection contre la corrosion des nouvelles pièces, sauf si l'ensemble du pont doit être peinturé ou métallisé.

3.3 NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉLÉMENTS EN BOIS

Les principaux défauts observables sur les éléments en bois sont décrits au chapitre 4 du *Manuel d'inspection des structures*.

Les travaux d'entretien les plus fréquents sur des éléments en bois touchent le remplacement des pièces. Il est en effet très rarement possible de réparer les pièces de bois présentant des défauts importants de pourriture ou d'altération physique.

Les principales essences utilisées pour les travaux d'entretien sont la pruche, la pruche de l'Ouest, le pin gris, le pin rouge et le sapin de Douglas. Ces essences sont facilement disponibles. Il n'est pas nécessaire que les pièces utilisées pour une réparation soient de la même essence que les pièces existantes à remplacer. Le sapin de Douglas est structurellement plus résistant que les autres essences, mais son coût est cependant plus élevé.

Les pièces de bois doivent être traitées à l'arséniate et chromate de cuivre (ACC) ou avec un autre produit de préservation hydrosoluble reconnu comme équivalent acceptable (tel le CAQ). Les pièces de bois traitées à la créosote et à l'arséniate de cuivre ammoniacal (ACA) ne sont plus utilisées à cause de leur effet néfaste sur les ouvriers qui les manipulent et sur l'environnement. Pour des projets de réparation de pont ou de mur impliquant des éléments en bois traité, il est nécessaire de préciser le type d'utilisation prévu pour le bois traité (classe d'emploi). Aux classes d'emploi sont associées des conditions d'exposition – en contact avec le sol ou l'eau douce (classe CE4.1) ou exposé à l'eau salée (classe CE5A) – pour lesquelles des quantités de produit de préservation sont spécifiées. La présence d'eau de mer, où les micro-organismes responsables de la pourriture sont plus nombreux, nécessite une plus grande quantité de produit de préservation.

Même si les dimensions métriques sont normalement utilisées dans la plupart des documents, le bois n'est disponible qu'en dimensions impériales, en variables de 1 pouce pour les épaisseurs de bois brut et de 2 pieds pour les longueurs. Ces épaisseurs sont réduites de ¼ de pouce (6 mm) pour chaque face blanchie. Généralement, les pièces de bois utilisées pour les ponts sont blanchies sur une seule face.

Les pièces de bois sont assemblées à l'aide de boulons, tiges filetées, tire-fond ou bien de fiches (gros clous). Il est recommandé d'exiger que toute la quincaillerie soit galvanisée pour des raisons de durabilité.

Lorsqu'on utilise des boulons ou des tiges filetées, on doit percer dans le bois des trous dont le diamètre a 2 mm de plus que celui des boulons ou tiges filetées. Dans le cas des tire-fond utilisés pour fixer les madriers de plancher, le trou pour la partie non filetée aura le même diamètre que le tire-fond. Pour ceux servant à fixer les poutres aux assises de culée, on doit percer des trous de 2 mm de moins que le diamètre des tire-fond. Pour les fiches, le diamètre des trous aura 2 mm de moins que celui des fiches. Les clous dont le diamètre est inférieur à 6 mm ne nécessitent aucun préperçage dans le bois du fait de leur faible diamètre.

3.4 NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES JOINTS DE TABLIER

Les principaux défauts des joints de tablier sont décrits au chapitre 9 du *Manuel d'inspection des structures*.

Les joints de tablier sont des dispositifs permettant le mouvement entre les travées principalement attribuable aux variations de la température, tout en assurant la continuité de la surface de roulement et l'étanchéité.

Quatre types d'interventions sont réalisables sur les joints de tablier, soit la réparation ou le remplacement du joint, la modification d'un joint à une culée (joint dalle sur culée) et l'élimination d'un joint à une pile.

L'étanchéité du prolongement d'un joint de tablier existant effectué dans le cadre d'un élargissement d'un pont est très difficile à réaliser. Ainsi, le prolongement d'un joint ne devrait pas être envisagé; il faudrait plutôt procéder au remplacement complet du joint.

La réparation n'est retenue que pour des travaux mineurs sur les éléments en béton ou en acier d'un joint ou pour le déblocage du joint; dans le cas d'un joint à plus d'une garniture, il peut être avantageux d'effectuer une réparation de plus d'envergure compte tenu du coût élevé d'un tel joint.

Les joints de tablier présentent de nombreux problèmes : discontinuité de la surface de roulement, non-étanchéité et dommages fréquents nécessitant une réparation ou un remplacement, ce qui entraîne des problèmes de circulation et de sécurité. Pour améliorer la situation, il faut privilégier la modification (joint dalle sur culée) ou l'élimination du joint de tablier plutôt que son remplacement lorsqu'il est possible de conserver au pont un comportement structural adéquat, notamment sur le plan sismique.

3.4.1 Considérations générales

Lors de la préparation de plans et devis pour des travaux de remplacement, de modification ou d'élimination d'un joint de tablier, les considérations suivantes doivent être prises en compte :

A) Services publics

Pour les généralités, se référer à la section 3.6 du présent manuel.

- Lorsque des conduits de services publics sont conservés dans les trottoirs lors d'interventions aux joints de tablier et aux extrémités du tablier, des manchons spéciaux, comme montrés à la figure 3.4-1, doivent être prévus sur les conduits pour permettre les mouvements dus aux changements de température et à la rotation des poutres.

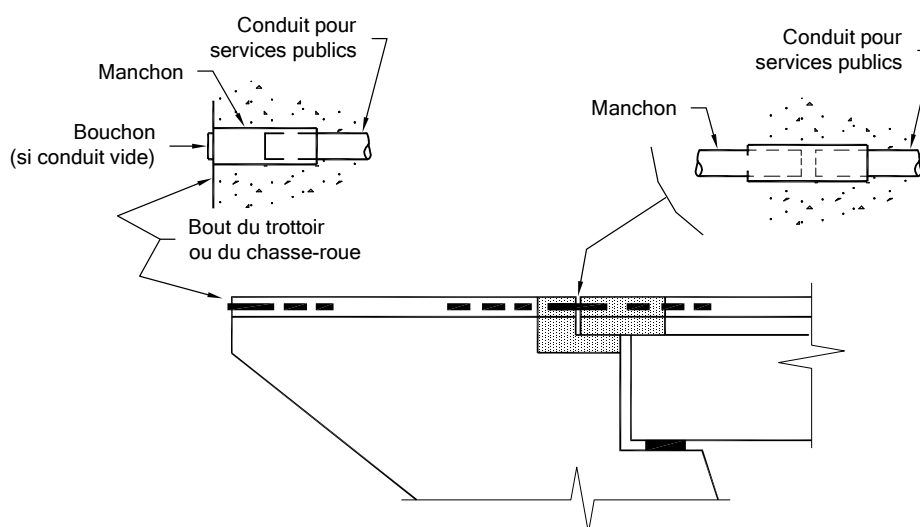


Figure 3.4-1 Manchons pour services publics

B) Enrobé

- Il faut privilégier l'enlèvement complet de l'enrobé sur le tablier particulièrement dans les cas suivants :
 - lorsque l'épaisseur de l'enrobé dépasse 90 mm, pour diminuer la charge morte sur le pont;
 - lorsque l'épaisseur de l'enrobé est faible, afin d'obtenir une hauteur d'épaulement en béton d'au moins 60 mm, permettant ainsi une meilleure tenue de l'enrobé;
 - lorsque l'épaisseur de l'enrobé est faible, afin d'obtenir une épaisseur minimale d'enrobé de 60 mm au-dessus de la membrane d'étanchéité;

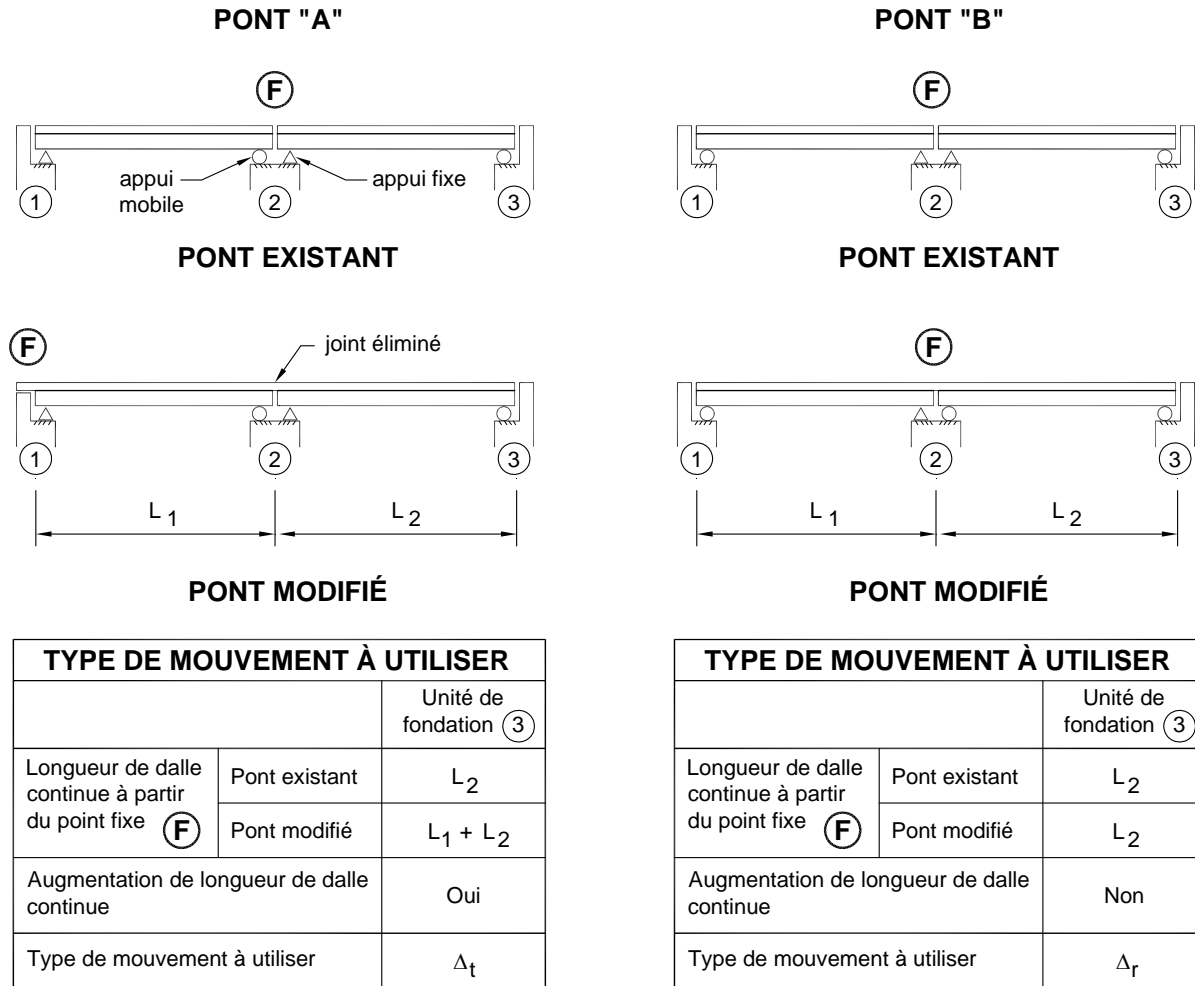


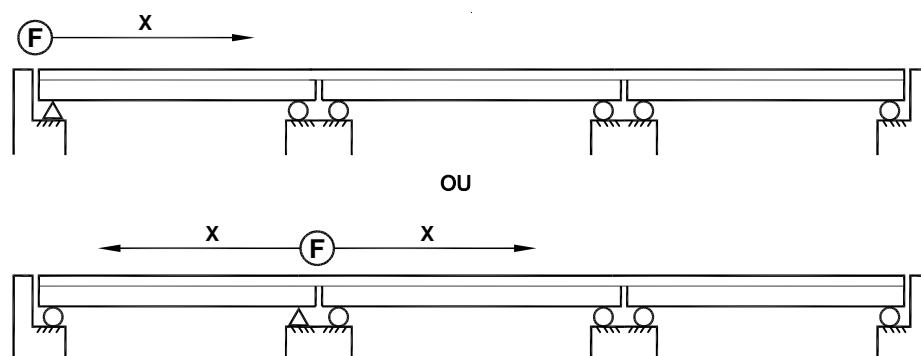
Figure 3.4-2 Exemples de choix entre mouvement réel et théorique

Mentionnons qu'un appareil d'appui en élastomère est considéré comme mobile s'il n'est pas muni d'un ancrage et s'il est suffisamment épais pour permettre le mouvement requis.

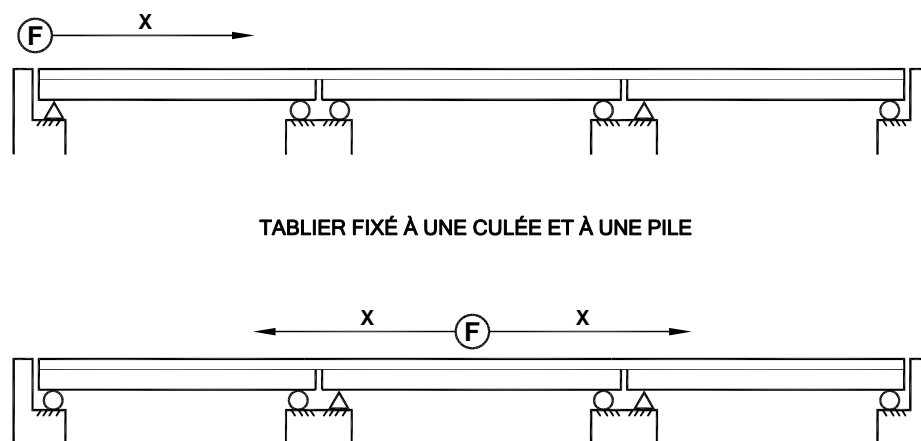
Si l'intervention retenue requiert le calcul théorique des mouvements du tablier, le mouvement en un point quelconque est calculé par rapport au point fixe du tablier (figure 3.4-3), ce dernier se trouvant :

- à l'unité de fondation à laquelle est fixé le tablier, si ce dernier n'est fixé qu'à un seul appui;
- à la culée où est fixé le tablier, lorsqu'un tablier à dalle continue est fixé à une culée et à au moins un autre appui;
- au point milieu entre les piles où est fixé le tablier, si ce dernier est fixé aux piles seulement.

La figure 3.4-3 montre la façon de calculer le mouvement théorique selon que le pont est en béton ou à poutres d'acier.



TABLIER FIXÉ À UNE SEULE UNITÉ DE FONDATION



TABLIER FIXÉ À UNE CULÉE ET À UNE PILE

TABLIER FIXÉ À DEUX PILES

$\Delta_{tx} = 0,77 X$	(pont à poutres en acier et dalle en béton)		Point fixe
$= 0,55 X$	(pont à [poutres et dalle] en béton ou pont de type dalle épaisse)		Appui mobile
$\Delta_{px} = 0,50 X$	(pont à poutres en acier et dalle en béton)		Appui fixe
$= 0,40 X$	(pont à [poutres et dalle] en béton ou pont de type dalle épaisse)		

Δ_{tx} = mouvement total théorique au point X (mm)

Δ_{px} = déplacement imposé à la pile au point X (mm)
(en considérant la position verticale à 15°C)

X = distance entre \textcircled{F} et l'endroit où Δ_t est calculé (m)

Figure 3.4-3 Exemple de calcul théorique de mouvement

3.4.3 Remplacement d'un joint de tablier

Lorsque les mesures des mouvements réels du tablier démontrent qu'après les travaux à un pont, un joint de tablier demeure nécessaire, on installera un joint de tablier à une garniture, pourvu que le mouvement total soit inférieur à 100 mm. Si le mouvement total du tablier est supérieur à 100 mm, il faut utiliser un joint de tablier à plus d'une garniture; chaque garniture pouvant reprendre un mouvement de 80 mm. Dans ce cas, le concepteur doit s'assurer d'avoir une épaisseur d'au moins 100 mm de béton sous les boîtes des barres de support du joint à moins que celles-ci prennent appui directement sur un élément structural.

Un joint de tablier avec dalot doit être spécifié lorsque le joint est localisé à une pile. Ce type de joint doit aussi être spécifié lorsque le joint est localisé à une culée d'un pont situé sur une route ayant un débit journalier moyen annuel (DJMA) supérieur à 500. Le joint avec dalot, bien que légèrement plus coûteux que celui sans dalot, permettra de prolonger la vie utile d'un joint non étanche qui autrement serait à remplacer; il est important de noter que ce dispositif ne sert pas à pallier un problème d'étanchéité à court terme à la suite d'une mauvaise installation du joint. La hauteur du joint avec dalot à installer sur une structure existante est fixée à 230 mm de manière à ce que le joint ne se prolonge pas sous la dalle, afin d'éviter tout conflit possible avec les poutres, obligeant par contre l'entrepreneur à prévoir un coffrage sous le joint.

Lorsque le joint de tablier doit être mis en place par sections pour éviter d'interrompre complètement la circulation (travaux ou phases), les sections sont boulonnées entre elles puis soudées afin d'assurer leur étanchéité. Compte tenu de la difficulté à bien étancher les joints d'assemblage entre les sections de joint, le nombre de sections doit être réduit au minimum, les joints d'assemblage devraient être localisés le plus loin possible des chasse-roues et préférablement au point haut transversal.

La garniture du joint de tablier doit être installée en une seule longueur, sans interruption et en une seule opération, d'un côté du pont à l'autre après avoir bétonné le joint. La pose de la garniture en usine obligerait à coller la garniture sur le site des travaux alors que ce collage est rarement efficace ou durable. La pose de la garniture en une seule longueur, mais après chacune des phases des travaux, obligerait à laisser libre la garniture de la phase ultérieure dans la zone des travaux, ce qui endommagerait à coup sûr la garniture.

Le profil de la garniture doit respecter les exigences du chapitre 11 du *Manuel de conception des structures*.

3.4.3.1 Calcul du mouvement d'un joint de tablier

L'ouverture « J » pour différentes températures doit être inscrite sur le tableau apparaissant aux plans types des joints de tablier.

La procédure pour calculer les valeurs « J » illustrées au tableau 3.4-1 s'applique à un joint de tablier à une garniture d'un pont existant en béton ou à poutres d'acier peu importe si le mouvement du joint est réel ou théorique.

Les exemples cités au tableau 3.4-1 montrent qu'il est important de savoir si la garniture sera posée par temps chaud ou par temps frais. Normalement, le joint de tablier est ajusté à l'usine à l'ouverture « J » correspondant à une température de 15 °C; cette ouverture est normalement fixée à 40 mm. Cette ouverture de 40 mm correspond à l'ouverture minimale nécessaire pour la mise en place de la garniture. Si l'on prévoit faire la mise en place de la garniture par temps chaud, il faut plutôt exiger l'ouverture de 40 mm pour la température de 25 °C afin de permettre la mise en place par temps chaud. Cette pratique a par contre le désavantage d'avoir une ouverture plus grande par temps froid. Chaque cas doit être évalué soigneusement avant de procéder au calcul des valeurs « J ».

La valeur « J » pour la température maximale de calcul doit être égale ou supérieure à 20 mm afin d'éviter l'écrasement de la garniture. De même, la valeur « J » pour la température minimale doit être inférieure à 120 mm afin de respecter la limite d'utilisation de la garniture et surtout, d'éviter une ouverture qui pourrait être inconfortable pour les usagers. Le concepteur doit donc répartir le mouvement du joint de façon à respecter ces valeurs minimale et maximale; la meilleure répartition est celle donnant la valeur minimale la plus rapprochée de 20 mm tout en permettant la mise en place de la garniture dans les conditions de température prévues.

Dans le cas d'un mouvement approchant 100 mm, il peut être difficile voire impossible de respecter toutes les conditions et il faudra alors se résigner à exiger la mise en place de la garniture à une température bien précise, différente de celles citées précédemment, ajoutant ainsi une contrainte importante sur le déroulement des travaux.

Tableau 3.4-1 Calcul du mouvement d'un joint de tablier

Exemple 1

Pont en béton

– $(O_{\max} - O_{\min})^* = 70$ mm;

* Variation d'ouvertures (O) : mesurées (r) ou théoriques (t)

– Biais de 15° ($\beta = 15^\circ$);

– On prévoit poser la garniture en automne (15 °C).

Mouvement total ($(\Delta_r$ (mesuré) ou Δ_t (théorique)) = $(O_{\max} - O_{\min}) \cos\beta$
= $70 \times \cos 15^\circ = 67,6$ mm

Variation de l'ouverture J par tranche de 10 °C (Δ_{10}) = $(\Delta_r$ ou $\Delta_t) \times 10/55 = 12,3$ mm

(Suite du tableau 3.4-2)

ARRANGEMENT		CONDITIONS				DISPOSITION DES JOINTS ET APPAREILS D'APPUI
		appui	Δ_r (mm)	Δ_t (mm)	Δ_p^* (mm)	
TT3	EXISTANT					
	option 1	③			≤ 15	
		④		≤ 20		
	option 2	③			≤ 15	
		④		J		
	TT4	EXISTANT				
option 1		①	≤ 20			
		④	≤ 20			
option 2		①	J			
		④	≤ 20			
option 3		①	J			
		④	J			

* Voir les conditions à la section 3.4.5

3.5 NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES APPAREILS D'APPUI

Les principaux défauts des appareils d'appui sont décrits au chapitre 6 du *Manuel d'inspection des structures*.

Les appareils d'appui sont des équipements de pont qui servent à la fois à transmettre aux unités de fondation (culées et piles) les réactions provenant du tablier et à permettre des mouvements de translation et de rotation de ce dernier. Ils peuvent être fixes ou mobiles.

Les appareils d'appui fixes permettent uniquement la rotation. Généralement, le tablier d'un pont est fixé à au moins un de ses appuis. Les appareils d'appui mobiles permettent quant à eux la rotation et la translation, sauf les appareils guidés qui restreignent le mouvement transversal.

Les appareils d'appui fixes transmettent les efforts verticaux et horizontaux. Les appareils d'appui mobiles transmettent les efforts verticaux, ainsi que les efforts latéraux dans le cas des appareils d'appui guidés.

Les mouvements permis par les appareils d'appui sont nécessaires pour empêcher la transmission d'efforts importants dans le tablier du pont. La translation permet principalement d'éliminer les efforts dus aux variations de température; la rotation permet le fléchissement du tablier, ce qui empêche une augmentation indue des contraintes lors du passage des véhicules.

Certains types de ponts tels les ponceaux et les portiques ne possèdent pas d'appareils d'appui.

Les types d'appareils d'appui qui sont utilisés de nos jours et leurs caractéristiques sont décrits à la section 11.2 du *Manuel de conception des structures*.

3.5.1 Types d'interventions

Bien qu'il soit parfois possible de réparer certains appareils d'appui, l'intervention la plus souvent retenue est leur remplacement. Cela est dû au fait que les causes du mauvais fonctionnement d'un appareil d'appui sont rarement identifiées d'une façon claire avant les travaux, et que les moyens pour y remédier ne sont précisés qu'une fois le démontage complété.

De plus, lors d'un projet de réparation d'appareils d'appui, l'entrepreneur qui doit suspendre temporairement les travaux sur le chantier demande fréquemment une compensation financière pour le temps perdu à attendre la solution finale. Pour cette raison, le remplacement des appareils d'appui est une intervention plus simple et comportant moins d'imprévus, car la nature des travaux à réaliser est déjà connue avant le début du projet sur le terrain. Enfin, le processus de fabrication des appareils d'appui peut être enclenché plus rapidement, réduisant par le fait même les délais d'exécution.

Lors d'un remplacement, on doit toujours privilégier l'utilisation d'appareils en élastomère fretté dans la mesure où la capacité de charge et de mouvement le permettent à l'intérieur d'une hauteur libre disponible.

3.5.2 Levage et support du tablier

Lorsqu'on doit procéder au remplacement des appareils d'appui, on doit déterminer avec le plus de précision possible les conditions d'exécution des travaux : avec ou sans restriction circulation, avec ou sans la dalle, etc.

Pour procéder au remplacement des appareils d'appui, on doit habituellement effectuer un levage du tablier. Il est important de vérifier à l'avance si les poutres de levage ou les diaphragmes peuvent être utilisés comme points de levage et si oui, suivant quelles conditions. Pour certaines structures, les poutres de levage ou les diaphragmes n'ont pas été prévus pour supporter les surcharges routières, ni même parfois la dalle de béton.

Il est donc important aussi de vérifier l'état des poutres de levage ou des diaphragmes lors du relevé de dommages. Des réparations peuvent être requises avant d'effectuer le levage s'il y a présence de rouille importante, d'une perforation de l'acier, ou d'une détérioration significative du béton au niveau des assises.

On doit aussi s'assurer que rien n'empêche le soulèvement du tablier. Ainsi, en présence d'un joint à plus d'une garniture, les barres de support des modules, encastrées dans le mur garde-grève limitent de façon importante le mouvement vertical du tablier. Pour connaître le mouvement vertical permis par ce type de joint, il est recommandé de vérifier avec le fabricant. Un tablier dont les poutres sont appuyées contre le garde-grève sera également très difficile à soulever.

Une extrémité de tablier doit toujours être soulevée uniformément sur toute sa largeur, à chaque unité de fondation, afin de ne pas endommager les diaphragmes ou les contreventements. La valeur maximale de 15 mm indiquée au CCDG pour le soulèvement du tablier est liée au confort de roulement pour la circulation; si celle-ci est interrompue, cette valeur peut être majorée.

S'il s'avère impossible de soulever le tablier, il peut être envisagé de remplacer l'appareil d'appui en supportant le tablier, en démolissant l'assise sous les appareils existants, puis en reconstruisant l'assise après avoir mis en place les nouveaux appareils.

Pour des travaux à des appareils d'appui fixes, il faut s'assurer du blocage longitudinal du tablier. Un système de retenue temporaire est généralement requis lors des travaux.

3.5.3 Fixation du tablier

Pour les projets d'entretien des structures, des modifications aux fixités des tabliers existants sont couramment nécessaires afin de réaliser les travaux de remplacement d'appareils d'appui ou d'élimination de joint de tablier. Les unités de fondation existantes conçues selon d'anciennes normes de calcul ne possèdent pas la ductilité et les capacités sismiques que recommande la norme actuelle CAN/CSA-S6. Une mise aux normes du volet parasismique nécessite généralement une analyse de faisabilité et une estimation des coûts détaillée et complexe. Dans un contexte d'entretien des structures, il n'est donc pas recommandé d'envisager une telle mise aux normes.

Par contre, pour des ouvrages qui rencontrent certains critères spécifiques, comme le niveau stratégique de la route, l'âge ou le type de la structure (plus d'une travée, vulnérabilité sismique) (voir activité 3025), il est possible d'y réaliser une certaine « amélioration parasismique ». Cette amélioration consiste généralement à diminuer les risques de chute du tablier au bas de ses appuis et à renforcer des unités de fondation constituées de colonnes très élancées et non contreventées.

Pour les autres ouvrages qui ne rencontrent pas les critères mentionnés ci-dessus, il est important lors de la planification des travaux d'entretien liés au remplacement d'appareils d'appui ou à l'élimination d'un joint de tablier de ne pas diminuer la capacité du système d'origine de retenue du tablier aux unités de fondation (ancrages, butoirs) sous les charges horizontales, principalement les efforts sismiques et les efforts dus au freinage.

Lors d'une modification de la fixité du tablier, on doit s'assurer que les unités de fondation peuvent reprendre les charges sismiques. Lorsque les appareils d'appui d'origine à être remplacés ne présentent pas de système de retenue, on doit prévoir la fixation du tablier lors des travaux de remplacement d'appareils d'appui. Dans ces cas, le calcul des efforts horizontaux sismiques peut être limité aux exigences relatives aux ponts à travée simple de l'article 4.4.10.1 de la norme CAN/CSA-S6.

Généralement, pour le calcul des efforts horizontaux sismiques, on peut de façon sécuritaire considérer une valeur égale à 25 % du poids de l'élément à retenir à condition que les unités de fondation ne reposent pas sur des pieux. Cette façon de faire n'est cependant pas valable pour des ponts situés près des municipalités de Saguenay (Bagotville), Montmagny, Saint-Hubert-de-Rivière-du-Loup, La Malbaie, Rivière-du-Loup et Tadoussac, où les efforts sont plus grands. Pour les efforts longitudinaux d'un appareil d'appui fixe retenant plus d'une travée, il faut considérer le poids de toutes les travées qui sont retenues par cet appareil.

Pour une unité de fondation comportant des appareils d'appui fixes, il est généralement requis de relier ces appareils au tablier ainsi qu'à l'unité de fondation. L'appareil d'appui est normalement fixé à l'unité de fondation au moyen de boulons d'ancrage. Le mode de fixation au tablier peut varier selon le type de matériau auquel est fixé l'appareil : en acier, en béton coulé en place ou en béton préfabriqué.

Sous une poutre en acier, l'appareil à élastomère confiné ou à élément glissant peut y être soudé ou boulonné. Pour un appareil en élastomère fretté fixe, c'est la plaque de support placée entre l'appareil et la poutre qui est soudée à cette dernière, puis ancrée à l'unité de fondation; ce type d'appareil est retenu latéralement par une bordure en acier soudée sous la plaque.

Sous un élément en béton coulé en place, l'appareil peut être fixé en utilisant, si elle existe, la plaque en acier où était fixé l'ancien appareil. Les appareils en élastomère confiné ou à éléments glissants peuvent être ancrés au béton. Les appareils à élastomère fretté mobiles sont simplement placés sous la poutre ; ils sont toutefois retenus latéralement par un cadre en acier ancré à l'unité de fondation. Pour les appareils en élastomère fretté fixes, le tablier doit être fixé directement à la fondation, sans l'intermédiaire de l'appareil d'appui.

Sous un élément en béton préfabriqué, la méthode de fixation est la même que pour le béton coulé en place, sauf qu'il est très difficile d'ancrer l'appareil à la poutre vu la présence des nombreux câbles de précontrainte à la base de la poutre.

Pour réaliser les trous requis pour les ancrages sur les unités de fondation, il faut avoir un dégagement suffisant pour permettre la présence d'une foreuse et de sa mèche. Les ancrages ne doivent donc pas être placés sous les poutres, les poutres de levage et les diaphragmes. Si le tablier ne possède pas de poutres, il faut envisager des ancrages situés sur la face verticale des unités de fondation. Les appareils d'appui, leur plaque de support et les cadres de retenue doivent être modifiés en conséquence.

Pour reprendre les efforts latéraux, il est toujours plus simple de bâtir des butoirs en béton entre les poutres.

Lorsqu'on installe des ancrages sur un chevêtre, on doit vérifier la localisation de l'acier d'armature afin de ne pas couper une barre d'armature importante structurellement. Il faut également éviter d'intercepter des barres verticales lors du forage du trou, car l'extraction de la carotte de béton est alors pratiquement impossible.

Lorsqu'un pont est en pente et qu'on ne peut pas utiliser les plaques existantes, il faut prévoir l'utilisation de plaques biseautées, ou bien concevoir les appareils d'appui en conséquence.

3.6 SERVICES PUBLICS

- Il est important de vérifier s'il existe des conduits de services publics sur le pont et le cas échéant, de préciser aux plans et devis leur emplacement, leur diamètre et le service public concerné.
- La première option à considérer doit être d'installer les conduits de services publics ailleurs que sur le pont. Si cette option n'est pas possible, il est recommandé de prévoir une installation de nouveaux services publics ou un déplacement des services publics existants dans des conduits sous le tablier. Les supports des conduits ne doivent pas être fixés à la dalle; ils doivent plutôt être attachés à la partie supérieure des poutres. Ce type de support a l'avantage de faciliter l'inspection des conduits et de permettre un meilleur entretien à long terme.
- Aucun conduit ne doit être installé à l'intérieur d'un chasse-roue ou d'une glissière en béton. Cependant, si l'option de conserver des conduits existants dans le trottoir est inévitable, prévoir des manchons spéciaux adaptés pour les conduits où cela est requis aux extrémités de travée (voir figure 3.4.1). Ces manchons sont parfois fournis par les compagnies de services publics.
- Pour faciliter la réalisation de travaux sur un pont où des conduits de services publics sont existants (par exemple lors d'interventions sur des joints de tablier), il peut être nécessaire que le Ministère demande aux compagnies de services publics de déplacer temporairement leurs installations avant la réalisation du contrat. Un délai doit alors être prévu pour tenir compte de ce déplacement. Ce délai, qui varie en fonction du type et de l'importance des installations à déplacer, peut atteindre jusqu'à

12 mois. Il est parfois préférable de laisser en place des installations qui seraient très coûteuses à déplacer; il faudrait alors préciser aux plans et devis les précautions à prendre pour protéger les conduits et assurer la continuité du service pendant les travaux.

3.7 ACTIVITÉS D'ENTRETIEN

Les activités d'entretien qui sont présentées dans cette section sont les méthodes d'intervention les plus courantes permettant de corriger, à divers niveaux, les défauts identifiés lors de l'inspection des structures. Les méthodes d'intervention et les façons de faire proposer sont basées sur l'expérience acquise lors de travaux antérieurs ainsi que sur la dynamique de dégradation des différents éléments et matériaux composant les structures.

Les activités considérées comme entretien préventif (activités du groupe 1000) se retrouvent au chapitre 2 « Entretien préventif ».

Les activités d'entretien se répartissent en entretien courant (groupe 2000) et en réparation (groupe 3000).

Pour se repérer dans la codification des activités d'entretien (groupes 2000 et 3000), il peut être utile de mentionner les caractéristiques suivantes :

- Pour les unités de « centaine » :
 - X1YZ : activités associées à des éléments en béton;
 - X2YZ : " " " " " en acier;
 - X3YZ : " " " " " en bois.

Quelques activités complémentaires ne paraissent pas spécifiquement sur les fiches d'inspection. Ce sont des opérations de base telles que le levage du tablier (3002), les méthodes de réparation du béton (3101, 3102, 3103 et 3105), et d'autres, comme l'amélioration parasismique d'un pont (3025).

Des activités de réfection majeure sont également prévues dans le cadre d'une planification de gestion plus complète des structures (activités du groupe 5000). Ces activités correspondent aux interventions d'importance réalisées sur les structures : remplacement de la dalle (5003), remplacement du tablier (5002), remplacement complet de la structure (5001), renforcement du système structural (5004) et élargissement du tablier (5005).

D'autres activités non normalisées touchent les interventions sur les tunnels / stations de pompage (5010), les systèmes d'éclairage (5015) ainsi que les participations financières particulières du Ministère (5020).

Remarques

- Pour certaines activités, des références à d'autres documents du Ministère sont mentionnées pour aider l'utilisateur à préparer un projet.
- Pour les activités dont la mise en œuvre est couverte par le CCDG ou le devis type, il est recommandé de s'y référer pour élaborer les documents de soumission. Les méthodes de travail présentées à l'intérieur des activités d'entretien sont des synthèses qui omettent parfois certains détails qui sont tout de même requis pour la réalisation.
- Les notes figurant à la fin des activités fournissent des renseignements utiles pour confirmer ou réorienter la démarche d'intervention choisie à la suite de l'inspection.
- Les croquis figurant à l'intérieur des activités sont montrés à titre indicatif. Ces croquis ne sont pas conçus pour être utilisés tels quels dans des documents contractuels, à moins qu'ils aient été approuvés, avec modifications s'il y a lieu, par le concepteur.

Ainsi, les croquis de réparation d'éléments en béton qui pourraient se retrouver dans des documents contractuels ne doivent pas montrer de coffrages, puisque ces ouvrages temporaires sont sous la responsabilité de l'entrepreneur qui exécute les travaux. De même, les croquis montrant des ouvrages de support temporaire ne doivent pas être utilisés tels quels.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PANNEAUX RELATIFS À LA SÉCURITÉ

ACTIVITÉ
2011

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome V – Signalisation routière
- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, normes 6311-0, 6312-3, 6312-1 et 6312-2.

DESCRIPTION

Opération consistant à installer, à remettre en état ou à remplacer la signalisation relative à la sécurité impliquant une structure.

Activité pouvant également être utilisée pour installer ou modifier des plaquettes d'identification de structure.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Panneaux affichant des informations inexactes, illisibles ou non adaptées aux dangers ou aux particularités à signaler.
- . Panneaux non conformes au Règlement sur la signalisation routière au Québec.
- . Panneaux (ou plaquettes d'identification de structure) endommagés, déficients ou manquants.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. S'assurer que les informations figurant sur les panneaux sont conformes aux dangers et aux particularités à signaler.
2. Pour le remplacement et l'installation de nouveaux panneaux, se référer au Règlement sur la signalisation routière au Québec, chapitre 1, « Dispositions générales pour travaux », et chapitre 4, « Travaux ».
3. Pour la réparation de panneaux endommagés ou déficients, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 6311-0 « Entretien de la petite signalisation latérale ».

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PANNEAUX RELATIFS À LA SÉCURITÉ

ACTIVITÉ
2011

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

4. S'assurer d'enlever la végétation, la neige, la saleté ou tout autre élément pouvant nuire à la visibilité ou à la réflectivité des panneaux.

Notes

- . La mise en application de cette activité est normalement sous la responsabilité de la municipalité dans laquelle la structure est située.
- . Les panneaux et les poteaux endommagés qui ne peuvent pas être redressés ou réparés doivent être remplacés.
- . Les délais d'intervention pour effectuer la réparation ou le remplacement sont fonction de la sécurité des usagers et de l'importance du panneau déficient.
- . Pour la réparation de poteaux endommagés ou déficients, se référer au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 6311-0 « Entretien de la petite signalisation latérale ».
- . Les principaux panneaux de signalisation relatifs à la sécurité sont :
 - D-190 : Limitation de hauteur (2011-01)
 - DIV-003 : Plaquette d'indentification (2011-02)
 - D-290 : Balise de danger (2011-03)
 - D-200 : Passage étroit (2011-04)
 - P-125 : Descente bicyclette (2011-06)

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PANNEAUX RELATIFS À LA CAPACITÉ

ACTIVITÉ
2012

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome V – Signalisation routière.
- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, normes 6311-0, 6312-3, 6312-1 et 6312-2.

DESCRIPTION

Opération consistant à installer, à remettre en état ou à remplacer la signalisation relative à la capacité portante d'un pont.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Panneaux affichant des informations inexactes, illisibles ou non adaptées aux recommandations de capacité structurale ou autres particularités à signaler.
- . Panneaux non conformes au Règlement sur la signalisation routière au Québec.
- . Panneaux endommagés, déficients ou manquants.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. S'assurer que les informations figurant sur les panneaux sont conformes aux recommandations de capacité structurale et aux particularités à signaler.
2. Pour le remplacement et l'installation de nouveaux panneaux, se référer au Règlement sur la signalisation routière au Québec, chapitre 1, « Dispositions générales pour travaux », et chapitre 4, « Travaux ».
3. Pour la réparation de panneaux endommagés ou déficients, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 6311-0 « Entretien de la petite signalisation latérale ».
4. S'assurer d'enlever la végétation, la neige, la saleté ou tout autre élément pouvant nuire à la visibilité ou à la réflectivité des panneaux.

Notes

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PANNEAUX RELATIFS À LA CAPACITÉ

ACTIVITÉ
2012

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

- . La mise en application de cette activité est normalement sous la responsabilité du Ministère.
- . Les panneaux et les poteaux endommagés qui ne peuvent pas être redressés ou réparés doivent être remplacés.
- . Les délais d'intervention pour effectuer la réparation ou le remplacement sont fonction de la sécurité des usagers et de l'importance du panneau déficient.
- . Pour la réparation de poteaux endommagés ou déficients, se référer au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 6311-0 « Entretien de la petite signalisation latérale ».
- . Les principaux panneaux de signalisation relatifs à la prescription de capacité portante d'un pont sont :
 - P-130-1 : Panneau d'accès interdit aux camions (2012-01)
 - P-200 : (P-200-1 et P-200-2) : Panneaux « Limitation de poids » (2012-02 et 2012-03)
 - P-195 : Panneau « Limitation de poids aux charges légales – Interdit en surcharge » (2012-04)
 - T80-5 : Panneau « Pont barré » (2012-06)

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
2071

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Mise en place d'une glissière ou d'éléments de glissière pour assurer temporairement un niveau de protection suffisant aux usagers jusqu'à ce qu'une réparation ou un remplacement de glissière soit effectué.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Élément de glissière endommagé, section renversée ou panneau manquant constituant un danger potentiel pour les usagers.
- . Défaut affectant de façon importante le niveau de protection offert lors de son installation.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Route à faible débit de circulation

1. Enlever au besoin les éléments trop endommagés pour être conservés et qui nuisent aux travaux de consolidation.
2. S'assurer que les poteaux existants requis pour la consolidation sont suffisamment solides. Sinon, prévoir la mise en place de poteaux temporaires en acier.
3. Fixer les poteaux temporaires en acier au tablier avec des ancrages mécaniques, ou préférentiellement chimiques lorsque les conditions le permettent. Les ancrages chimiques ont une bonne durabilité (résistance, étanchéité) et sont généralement plus faciles à installer que les ancrages mécaniques.
4. Fixer solidement avec des ancrages ou des boulons un profilé d'acier à double ondulation (GTOG) à un ou plusieurs poteaux existants de façon à obtenir un niveau de protection acceptable.

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
2071

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

B) Route à grand débit de circulation

1. Mettre en place une glissière en béton pour chantier munie de raccords en I vis-à-vis des sections endommagées ou manquantes.
2. Les éléments de glissière en béton doivent être reliés au moyen de raccords s'emboîtant l'un dans l'autre à leurs extrémités. Les éléments de glissière doivent être surmontés d'une plaque rétroréfléchissante.
3. Les éléments de glissière en béton doivent être ancrés au tablier du pont s'ils se trouvent à une distance de moins de 500 mm du bord de la dalle ou du platelage. Il n'est pas requis d'ancrer les glissières sur les ponts ayant un niveau de performance PL-1.
4. S'assurer que la glissière ne constitue pas elle-même une source de danger pour les usagers en prévoyant des transitions sécuritaires aux approches du pont.

Notes

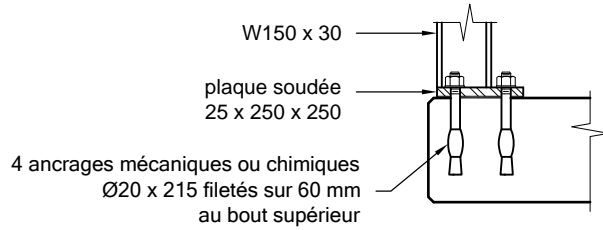
- . Une réparation de glissière (voir activité 3071) ou un remplacement de glissière (voir activité 3073) doit normalement être prévu à la suite des travaux de consolidation.
- . Dans certains cas, lorsque les pièces sont disponibles et qu'il est possible d'effectuer les travaux immédiatement, une réparation de glissière peut être faite sans procéder à une consolidation.
- . Dans le cas d'une glissière de modèle ancien pour laquelle des doutes peuvent être soulevés quant à sa pleine intégrité structurale, il peut être approprié de procéder à une consolidation de glissière sur toute la longueur du pont (profilé d'acier à double ondulation (GTOG) fixé à la glissière existante, glissière en béton, ou bien glissière en acier ancrée à la dalle). Lorsque cela s'avère possible, prolonger le profilé de façon continue aux approches selon les longueurs et autres exigences requises.
- . Lorsque l'utilisation d'une glissière en béton est envisagée pour une consolidation de glissière sur toute la longueur d'un pont, il est recommandé de procéder à une évaluation de la capacité structurale du tablier pour s'assurer que celui-ci est en mesure de supporter les charges additionnelles.
- . Dans le cas d'une consolidation avec une glissière en béton, cette dernière devrait être appuyée contre la face verticale du chasse-roue ou du trottoir si les contraintes de largeur carrossable le permettent (voir croquis).
- . Lorsqu'une consolidation avec une glissière en béton présente une configuration particulière (ex. : glissière installée exceptionnellement sur le trottoir), ou qu'elle doit être prolongée pour une certaine période de temps, l'ancrage de la glissière doit être envisagé.

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

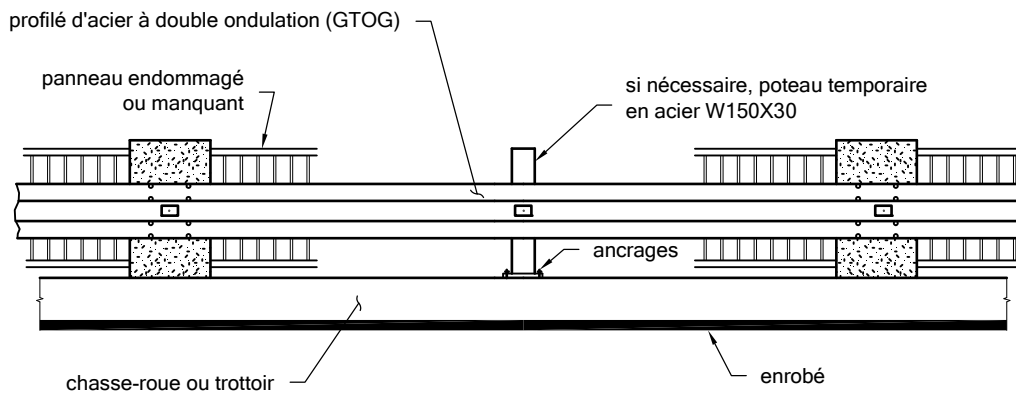
ACTIVITÉ
2071

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4



ANCRAGES - COUPE TYPE



ÉLÉVATION

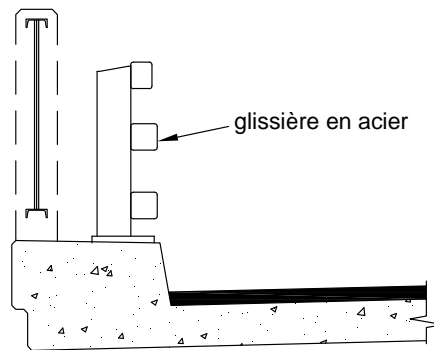
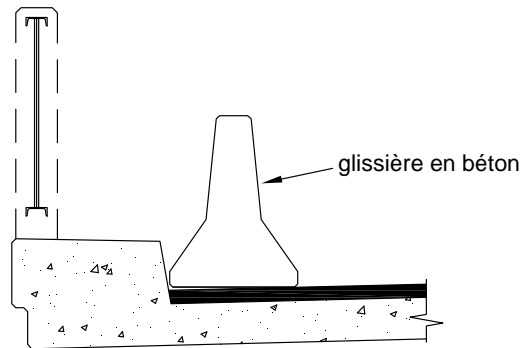
CONSOLIDATION AVEC PROFILÉ D'ACIER À DOUBLE ONDULATION

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
2071

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 4



CONSOLIDATION AVEC AJOUT DE GLISSIÈRE

REPLACEMENT DE BOULONS / RIVETS

ACTIVITÉ
2201

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement de boulons ou des rivets d'assemblage qui sont lâches, desserrés, fortement corrodés ou manquants par de nouveaux boulons.

Cette intervention s'applique principalement à des éléments principaux de systèmes structuraux standards, tels que poutres à âme pleine, poutres triangulées, mais peut également s'appliquer à d'autres éléments de pont moins courants, tel que des montants d'arc.

Cette activité peut également être utilisée dans certains cas particuliers (défaut ponctuel sur un assemblage secondaire) pour réaliser un serrage de boulons.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Boulons desserrés ou manquants sur moins de 10 % d'un joint de poutre principale.
- . Boulons desserrés ou manquants sur moins de 20 % d'un assemblage autre qu'un joint de poutre principale.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les boulons ou les rivets existants qui sont déficients à l'aide d'une cisaille pneumatique.
2. Nettoyer par meulage le pourtour des trous pour que la tête du boulon et l'écrou portent uniformément. Aléser au besoin les trous.
3. Mettre en place les nouveaux boulons et les serrer à bloc. Procéder au serrage final par la méthode de rotation de l'écrou.

Notes

- . Le relâchement ou le manque de boulons ne doit pas affecter de façon importante la capacité de l'assemblage à transférer les charges. En cas de doute, une analyse plus détaillée doit être effectuée par un ingénieur en structure (voir activité 3201).

REPLACEMENT DE BOULONS / RIVETS

ACTIVITÉ
2201

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

- S'il y a plus de 20 % de boulons d'un assemblage (10 % dans le cas d'un joint de poutre principale) qui sont desserrés ou manquants, il est recommandé de prévoir l'activité 3201 – Réparation / remplacement d'assemblage en acier, où des considérations structurales doivent être prises en compte lors de la réalisation des travaux.
- Les rivets assemblant au moins trois pièces sont généralement difficiles à enlever par la méthode pneumatique usuelle; dans ce cas, un chalumeau doit parfois être utilisé. Il faut éviter de surchauffer les pièces à conserver et d'aléser les trous de façon trop importante. Le diamètre maximal d'un trou « surdimensionné » est de 4 mm de plus que le diamètre du boulon.
- Dans certains cas de relâchement localisé de boulons sur des éléments ou des assemblages secondaires (contreventements de pont acier-bois par exemple), il peut s'avérer acceptable de procéder à un serrage de ces boulons défectueux.

SIGNALISATION POUR PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
2333

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Intervention visant à mettre en place une signalisation aux approches d'un pont acier-bois dont le plancher peut représenter un danger potentiel pour les cyclistes.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Espacement entre les madriers de plancher longitudinaux qui présente un danger pour les cyclistes, et qui n'est pas déjà affiché aux approches.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Par souci de prudence et de sécurité, installer à chaque extrémité du pont une signalisation pour obliger les cyclistes à marcher à côté de leur bicyclette (panneau P-125) lorsque le pont se trouve sur ou à proximité d'une route utilisée comme piste cyclable.

Notes

- . Un espacement entre les madriers de plancher doit être considéré comme un danger lorsqu'il est supérieur à 12 mm (certains pneus de bicyclette sont de petit diamètre).
- . Si la source de danger est localisée, ou bien si la situation commande une intervention généralisée, se référer à l'activité 3334 – Réparation de plancher.



PANNEAU P-125 - OBLIGATION DE DESCENDRE DE BICYCLETTE

ENROCHEMENT

ACTIVITÉ
3011

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome III – Ouvrages d'art, chapitre 2.

Manuel de conception des ponceaux

- . Aménagement des extrémités, chapitre 8.

DESCRIPTION

Stabilisation du lit d'un cours d'eau par l'ajout d'un matériau d'enrochement afin de contrer la perte de matériaux, l'affouillement ou la dégradation du lit autour d'une pile, aux extrémités d'un ponceau ou à proximité des berges.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Affouillement ou dégradation du lit d'un cours d'eau jusqu'à un niveau situé entre le dessus et le dessous de la semelle d'une pile normalement remblayée.
- . Perte de matériaux ou affouillement affectant de façon importante la protection du lit du cours d'eau à l'entrée ou à la sortie d'un ponceau.
- . Écoulement de l'eau causant des dommages pouvant affecter de façon importante la stabilité des berges d'un cours d'eau.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, prévoir la protection du plan d'eau.
2. Enlever les débris et la terre de mauvaise qualité, puis régaler le lit.
3. Mettre en place un matériau d'enrochement dont le calibre est fonction des vitesses maximales d'écoulement.

ENROCHEMENT

ACTIVITÉ
3011

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

Notes

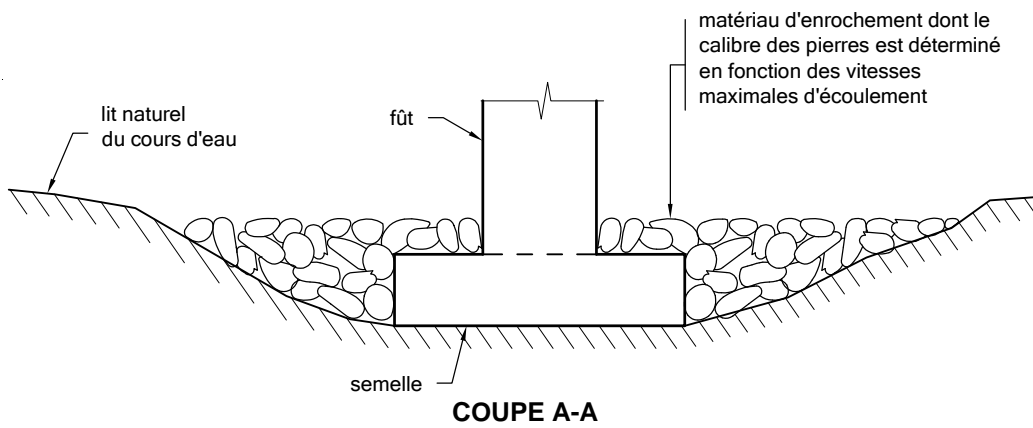
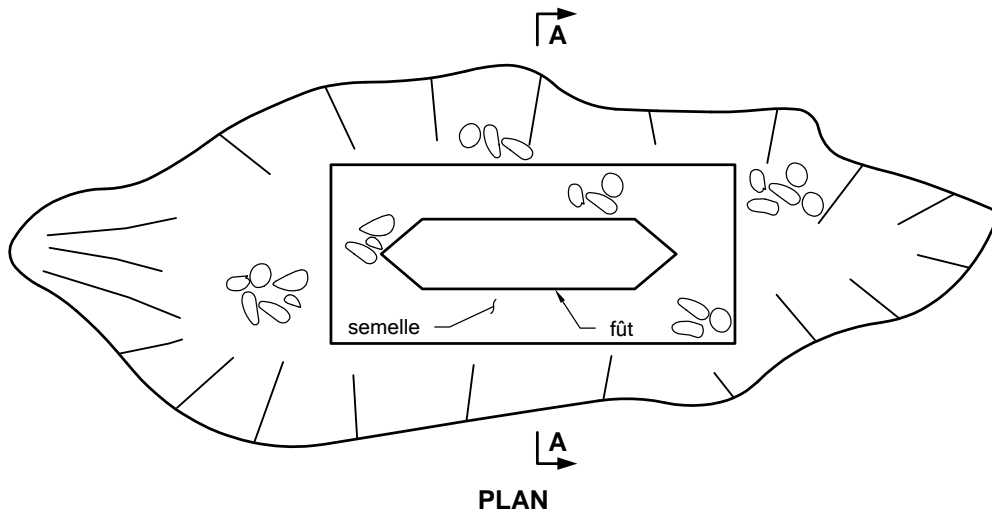
- . Les articles 6.14 et 10.4 du CCDG fixent les exigences environnementales concernant la protection des plans d'eau.
- . La section 8.4 du Manuel de conception des ponceaux contient un guide pour le choix du calibre des pierres en fonction de la vitesse d'écoulement. L'épaisseur du revêtement peut varier selon les conditions locales.
- . La section 2.1.3.2 c) du Tome III – Ouvrages d'art des normes du MTQ propose différentes méthodes de protection des fondations.
- . Il est à noter que d'un point de vue hydraulique, il n'est pas recommandé de disposer une grande quantité de matériau d'enrochement à un niveau plus élevé que celui du lit de la rivière, car cet ajout supplémentaire peut créer un nouvel obstacle à l'écoulement de l'eau.
- . Une consolidation de fondation (activités 3031 ou 3032) peut devoir être réalisée sous la semelle d'une pile avant de stabiliser avec de l'enrochement le lit du cours d'eau autour de cette pile.
- . Il est plus facile de travailler en période d'étiage.
- . La surface à stabiliser varie en fonction du problème en cause.
- . Au besoin, consulter un ingénieur en hydraulique.

ENROCHEMENT

ACTIVITÉ
3011

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4



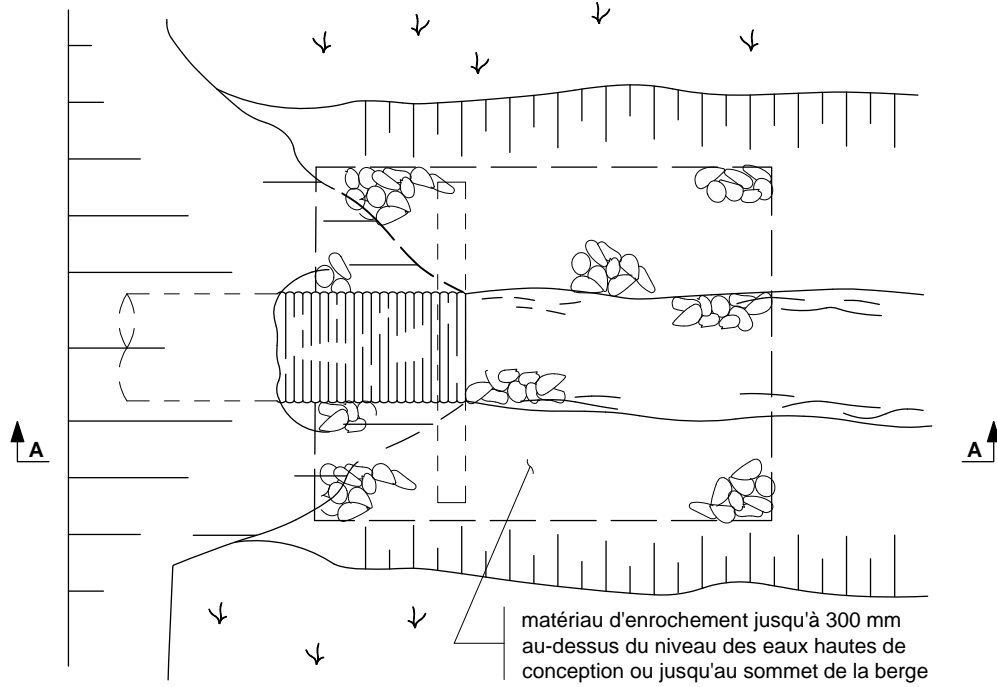
ENROCHEMENT AUTOUR D'UNE PILE

ENROCHEMENT

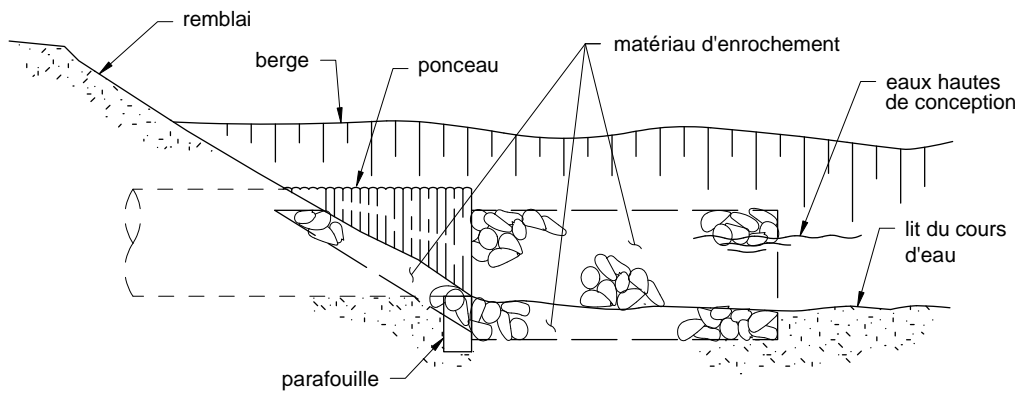
ACTIVITÉ
3011

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 4



VUE EN PLAN



COUPE A-A

ENROCHEMENT À PROXIMITÉ D'UN PONCEAU

RÉPARATION DE REMBLAI

ACTIVITÉ
3023

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Intervention visant à corriger le remblai d'approche par un ajout de matériaux.

Cette intervention peut être utilisée aussi pour remettre en état un remblai localisé au-dessus d'un ponceau.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Perte de matériaux affectant de façon importante le comportement ou la stabilité du remblai d'approche.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Remblai sans protection de talus

1. Nettoyer la zone à corriger de tout débris et de toute végétation sans cependant enlever les racines.
2. Comblir les zones érodées avec un matériau granulaire.

Notes

- . Si c'est nécessaire, corriger le drainage (activité 3068) pour éviter une nouvelle dégradation du remblai, puis mettre en place une protection de talus (activité 3022).
- . Éviter les corrections exécutées sommairement avec du béton ou de l'enrobé.

B) Remblai avec protection de talus

1. Nettoyer la zone à corriger de tout débris et de toute végétation.

RÉPARATION DE REMBLAI

ACTIVITÉ
3023

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

2. Combler les zones érodées et les cavités sous la protection de talus avec un matériau granulaire, du béton maigre ou du remblai sans retrait.
3. Refaire la protection de talus (activité 3022). Augmenter cette dernière au besoin pour une plus grande stabilisation à la base.

Notes

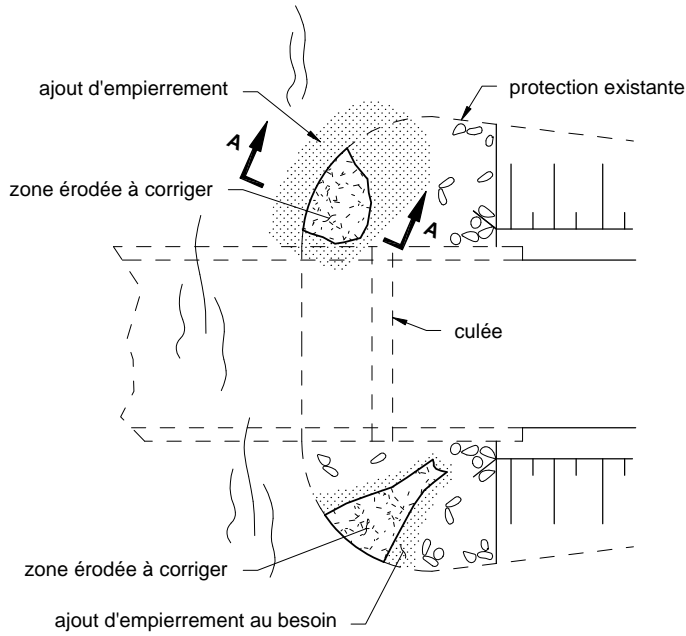
- . Si c'est nécessaire, corriger le drainage à l'approche (activité 3068).
- . Le béton maigre ou le remblai sans retrait peut être utilisé pour remplir les cavités; l'avantage de ce type de matériau est qu'il est facile à mettre en place.
- . La perte de matériau à proximité d'un mur en retour peut être corrigée en effectuant une intervention à l'intérieur du mur par le biais d'une ouverture pratiquée dans la chaussée. Le remplissage du trou est effectué lorsque c'est possible avec un matériau granulaire; le remplissage peut être complété par la suite avec un remblai sans retrait. La mise en place d'un géotextile est une mesure possible pour confiner le matériau de remplissage.
- . Dans le cas d'une intervention pour corriger un remblai au-dessus d'un ponceau flexible en ajoutant un matériau granulaire, des précautions doivent être prises avant de procéder aux travaux en raison de la nature structurale du remblai. Les ponceaux flexibles peuvent se déformer lorsqu'elles ont à supporter des charges qui dépassent leur capacité.

RÉPARATION DE REMBLAI

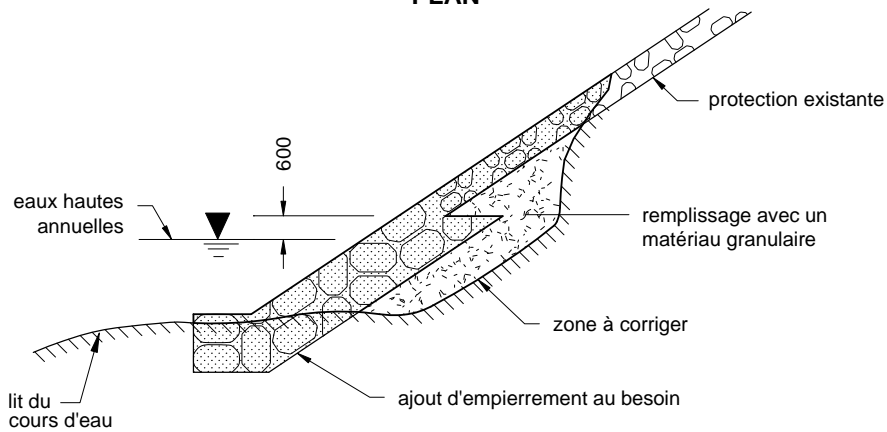
ACTIVITÉ
3023

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4



PLAN



COUPE A-A

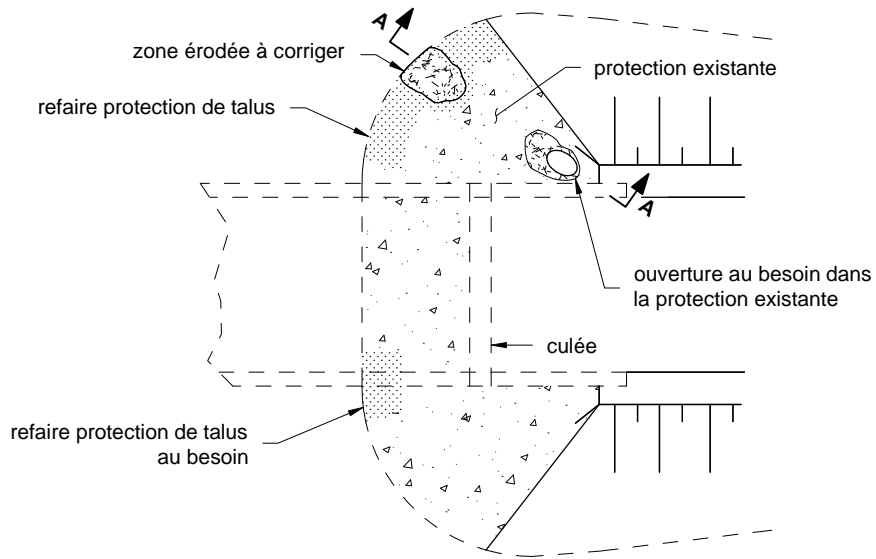
REMBLAI ET PROTECTION DE TALUS D'UN PONT SUR RIVIÈRE

RÉPARATION DE REMBLAI

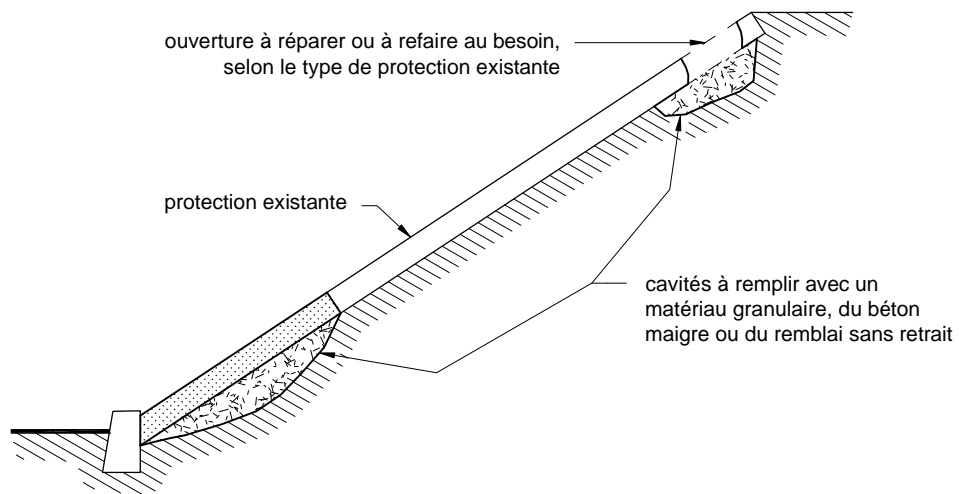
ACTIVITÉ
3023

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 4



PLAN



COUPE A-A

REMBLAI ET PROTECTION DE TALUS D'UN PONT D'ÉTAGEMENT

AMÉLIORATION PARASISMIQUE

ACTIVITÉ
3025

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Calcul parasismique, chapitre 4.

DESCRIPTION

Intervention pour améliorer la résistance d'un pont aux efforts dus aux tremblements de terre.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Le pont doit déjà faire l'objet de travaux de réparation et doit respecter tous les items suivants :
 - Il est situé sur le réseau supérieur.
 - Il comporte plus d'une travée.
 - Il a été construit avant 1980.
 - Son indice de vulnérabilité sismique est inférieur à 75.

Les ponts considérés comme étant sur le réseau supérieur sont les autoroutes, les routes nationales, régionales et une portion importante des routes collectrices.

Lorsqu'un remplacement de tablier est prévu sur un pont, il faut se référer à la section 4.5 du *Manuel de conception des structures*.

MÉTHODE DE TRAVAIL

L'intervention doit être déterminée par un ingénieur en structure.

L'analyse parasismique est limitée aux diaphragmes d'extrémité et aux systèmes de retenue du tablier aux unités de fondation. Cette analyse se fait suivant les exigences relatives aux ponts à travée simple de l'article 4.4.10.1 de la norme CAN/CSA-S6. Le système de retenue doit avoir une capacité inférieure ou égale à celle de l'unité de fondation.

AMÉLIORATION PARASISMIQUE

ACTIVITÉ
3025

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . Même si un projet d'entretien ou de remise en état d'un pont n'implique pas une pleine réhabilitation parasismique selon les prescriptions de la norme S6, les travaux réalisés aux extrémités de travée – sur les poutres, les assises, les appareils d'appui – peuvent permettre une augmentation de la résistance latérale, et ainsi réaliser une certaine «amélioration parasismique» à des coûts raisonnables.
- . Le mode de rupture le plus courant lors d'un tremblement de terre est la chute du tablier au bas de ses appuis. Pour cette raison, les interventions les plus simples pour augmenter la résistance sismique d'un pont sont :
 - Élimination de joint de tablier au-dessus des piles.
 - Établissement de la continuité des poutres au-dessus des piles.
 - Fixation des poutres aux unités de fondation.
 - Augmentation de la longueur d'appui des poutres aux extrémités du tablier.
 - Ajout de butoirs entre les poutres.
- . Un autre problème potentiel est la présence de colonnes très élancées et non contreventées; il peut être corrigé par l'ajout de contreventements ou de diaphragmes entre les colonnes.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation de blocs d'assise : réparation du béton détérioré d'un ou plusieurs blocs d'assise situés sous les appareils d'appui.

Modification des blocs d'assise : réfection de l'ensemble des blocs d'assise d'une même unité de fondation.

Cette intervention peut être utilisée également pour réaliser des blocs d'assise qui sont inexistantes sur une unité de fondation.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Réparation de blocs d'assise

- . Désagrégation importante ou délaminage sur un ou quelques blocs d'assise supportant les appareils d'appui et affectant de façon importante leur capacité à supporter les charges.

B) Modification des blocs d'assise

- . Installation de nouveaux appareils d'appui de dimensions et/ou d'épaisseur différente.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation de blocs d'assise

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager les appareils d'appui ciblés par l'intervention, sans dépasser 15 mm (activité 3002).
2. Démolir le béton détérioré des blocs d'assise à réparer, y compris celui situé sous l'appareil d'appui.
3. Nettoyer les surfaces devant venir en contact avec le nouveau béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression pour enlever la poussière et les particules de béton détachées.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

4. Mettre en place les coffrages de façon à délimiter le pourtour du bloc d'assise.
5. Humidifier les surfaces de béton avant le bétonnage.
6. Bétonner le bloc d'assise en s'assurant de combler l'espace vide sous l'appareil.
7. Enlever les coffrages et vérifier l'adhérence du nouveau béton au béton existant.

Notes relatives à A

- . Le soulèvement de la structure n'est effectué que pour prévenir l'affaissement de l'appareil lorsque la surface de support du bloc d'assise est diminuée de façon très importante par la démolition du béton.
- . Un béton de masse volumique normale de type V-S (35 MPa superplastifié), avec de gros granulats de calibre 5-14, doit être utilisé si l'épaisseur de béton à mettre en place est supérieure à 40 mm. Si l'épaisseur de béton est inférieure à 40 mm, il est recommandé d'utiliser un béton autoplaçant de réparation (type XIV-R ou type XIV-S (en sac pour de petites quantités)).
- . Le cas échéant, compléter les travaux aux blocs d'assise avant d'intervenir sur le joint de tablier situé au-dessus.

B) Modification des blocs d'assise

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager l'appareil, sans dépasser 15 mm (activité 3002).
2. Enlever, si possible, tous les appareils d'appui.
3. Délimiter à l'aide d'un trait de scie de 20 mm les surfaces de béton à démolir.
4. Démolir le béton de façon à obtenir une surépaisseur d'au moins 100 mm ou jusqu'au béton sain, et pour dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes.
5. Couper s'il y a lieu les ancrages qui retiennent la partie inférieure des appareils à l'assise et enlever les appareils. La plaque supérieure des appareils ancrés à la poutre doit être laissée en place.
6. Nettoyer les armatures et la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'abrasif humide pour enlever la rouille et les granulats détachables.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4

7. Nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min., buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).
8. Ancrer les nouvelles barres d'armature dans l'assise existante à l'aide de trous et de coulis cimentaire.
9. Au besoin, mettre en place les coffrages de façon à délimiter le pourtour des blocs d'assise.
10. Humidifier les surfaces de béton avant le bétonnage.
11. Bétonner les blocs d'assise de façon à obtenir une surface horizontale.
12. Enlever les coffrages.
13. Mettre en place les nouveaux appareils d'appui.

Notes relatives à B

- . Il peut être nécessaire de modifier les blocs d'assise si l'on remplace les appareils d'appui existants par des appareils d'épaisseur différente (activité 3044), que le béton des blocs d'assise soit endommagé ou non.
- . La hauteur des blocs d'assise doit être établie en fonction de la hauteur des appareils d'appui de façon à ramener le tablier à son élévation initiale.
- . Les blocs d'assise doivent être d'une largeur plus grande que celle des poutres afin de permettre le forage des trous requis pour les ancrages.

Notes concernant A) et B)

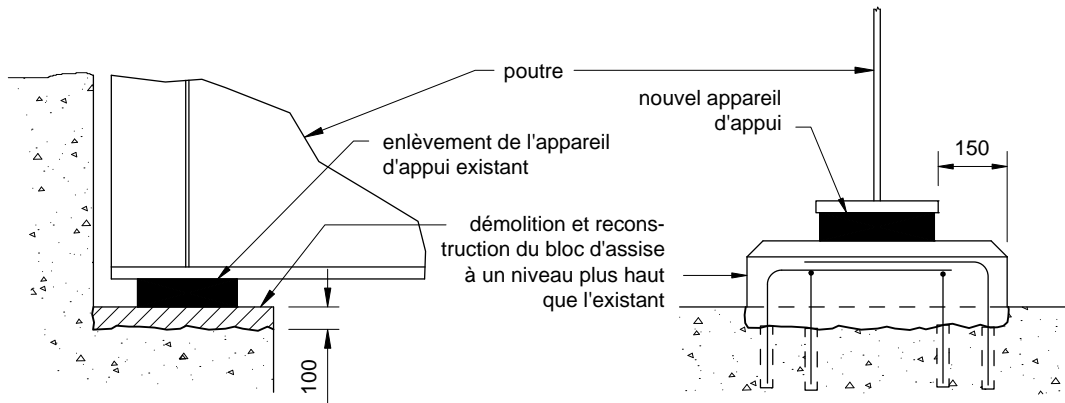
- . Des précautions doivent être prises afin de s'assurer que l'intégrité structurale du tablier est maintenue pendant et suite aux travaux de démolition. Le concepteur doit exiger dans certains cas un support temporaire.
- . Si les diaphragmes nuisent à la démolition du béton à partir du dessus de l'assise, la démolition à partir de l'avant de l'assise doit être envisagée.
- . Le cas échéant, effectuer les travaux aux blocs d'assise avant d'effectuer une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE

ACTIVITÉ
3042

DATE
Janv 2013

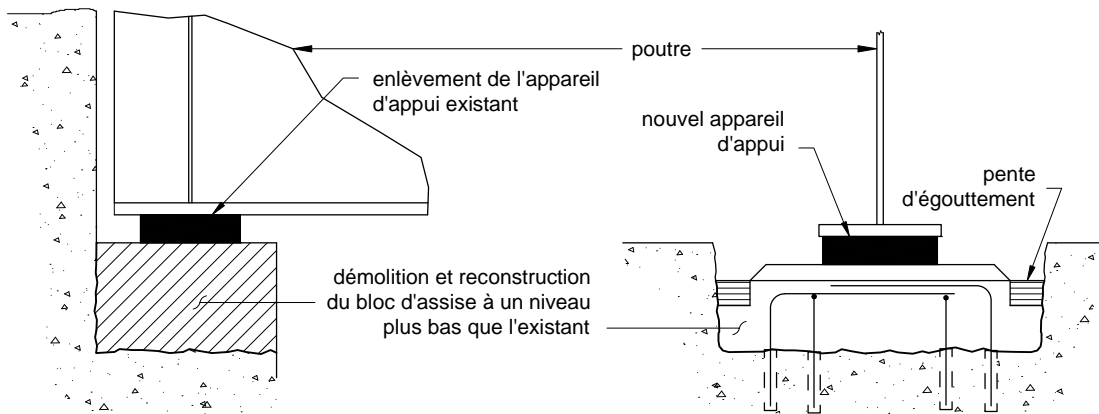
PAGE
4 de 4



PROFIL - DÉMOLITION

ÉLÉVATION - RECONSTRUCTION

MODIFICATION - BLOC D'ASSISE PLUS HAUT QUE L'EXISTANT



PROFIL - DÉMOLITION

ÉLÉVATION - RECONSTRUCTION

MODIFICATION - BLOC D'ASSISE PLUS BAS QUE L'EXISTANT

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Appareils d'appui et joints de tablier, chapitre 11.

DESCRIPTION

Remplacement d'un appareil d'appui à plaque en élastomère, d'un appareil avec éléments glissants ou d'un en acier par un appareil d'appui de même type ou de type différent.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Plaque en élastomère

- . Déchirure de la plaque ou décollement au niveau des frettes.
- . Renflement très important des côtés de la plaque en élastomère.

B) Appareil avec éléments glissants ou à élastomère confiné

- . Défauts pouvant entraîner une restriction de mouvement importante
 - Cylindre d'un appareil à élastomère confiné fissuré.
 - Dommages importants à la surface de la plaque en acier inoxydable.
 - Déplacement ou endommagement important du coussin en élastomère, de la plaque supérieure en acier ou de la plaque en PTFE.
 - Décollement important de la plaque en acier inoxydable.
 - Corrosion importante des éléments glissants en bronze et des plaques en acier.

C) Appareil en acier

- . Corrosion ou dommages des plaques ou d'autres éléments d'un appareil à plaques pouvant entraîner une restriction de mouvement importante.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 5

- . Position instable d'un appareil à pendule pouvant affecter de façon importante la qualité de support du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager l'appareil, sans dépasser 15 mm (activité 3002).
2. Enlever l'appareil d'appui existant, en brisant si c'est nécessaire le béton de l'assise dans le but de couper les ancrages reliant la plaque inférieure de l'appareil à l'assise.
 - . Si la plaque supérieure de l'appareil est ancrée dans le béton de la structure, elle doit demeurer en place. Cependant, la plaque en acier inoxydable doit être enlevée et la surface de la plaque supérieure ainsi découverte doit être nettoyée pour enlever la rouille.
3. Mettre en place le nouvel appareil d'appui.
 - . Si le nouvel appareil est un appareil avec éléments glissants, la position de la partie supérieure par rapport à la partie inférieure, dans l'axe longitudinal de la structure, doit correspondre à la position prévue pour la température de pose.
 - . Si la plaque supérieure de l'ancien appareil est demeurée en place, la plaque supérieure en acier du nouvel appareil doit être soudée à la plaque conservée.

Notes

- . Pour des appareils avec éléments glissants ou à élastomère confiné comportant des déficiences ou des dommages importants sur l'une ou plusieurs de ses composantes, il est généralement plus économique de procéder à leur remplacement.

Des croquis illustrant les différentes pièces composant un appareil d'appui avec éléments glissants et un appareil à élastomère confiné sont montrés à la fin de l'activité.

- . Le choix et le dimensionnement du nouvel appareil d'appui sont fonction des charges à supporter et des mouvements dus à la dilatation et à la rotation des travées. Au besoin, consulter un ingénieur en structure.
- . Il est préférable d'utiliser des appareils d'appui en élastomère fretté pour remplacer les appareils existants, les appareils à glissement exigeant un plus grand entretien. Les charges et les déplacements anticipés permettent parfois le remplacement des appareils, car les mouvements réels sont souvent inférieurs à ceux prévus lors de la construction du pont.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 5

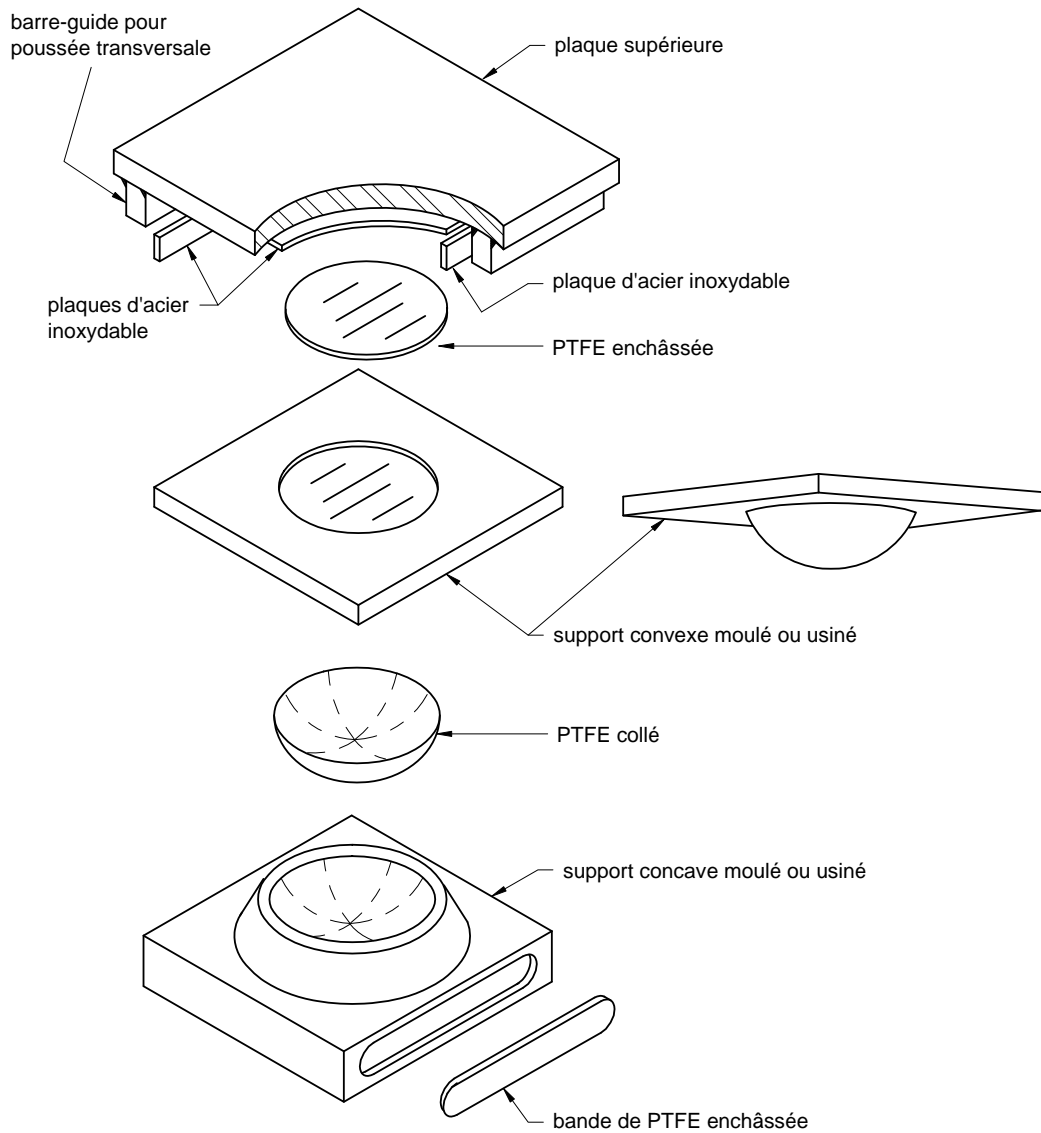
- . Le remplacement d'appareil d'appui peut nécessiter une modification des blocs d'assise (activité 3042) si le nouvel appareil d'appui est d'une hauteur différente.
- . Si l'intervention prévoit une modification ou le remplacement des ancrages résistants aux charges horizontales, les efforts utilisés pour la conception ne devront pas être inférieurs à la capacité d'origine du système de résistance aux charges horizontales (longitudinales et transversales).
- . Tous les appareils d'appui supportant la même extrémité du tablier ou au niveau du même axe d'appui doivent être de même type.
- . Remplacer les appareils d'appui avant d'effectuer s'il y a lieu une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus des appareils.
- . Les surfaces galvanisées des plaques endommagées par la soudure doivent être recouvertes de deux couches d'un enduit riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 5



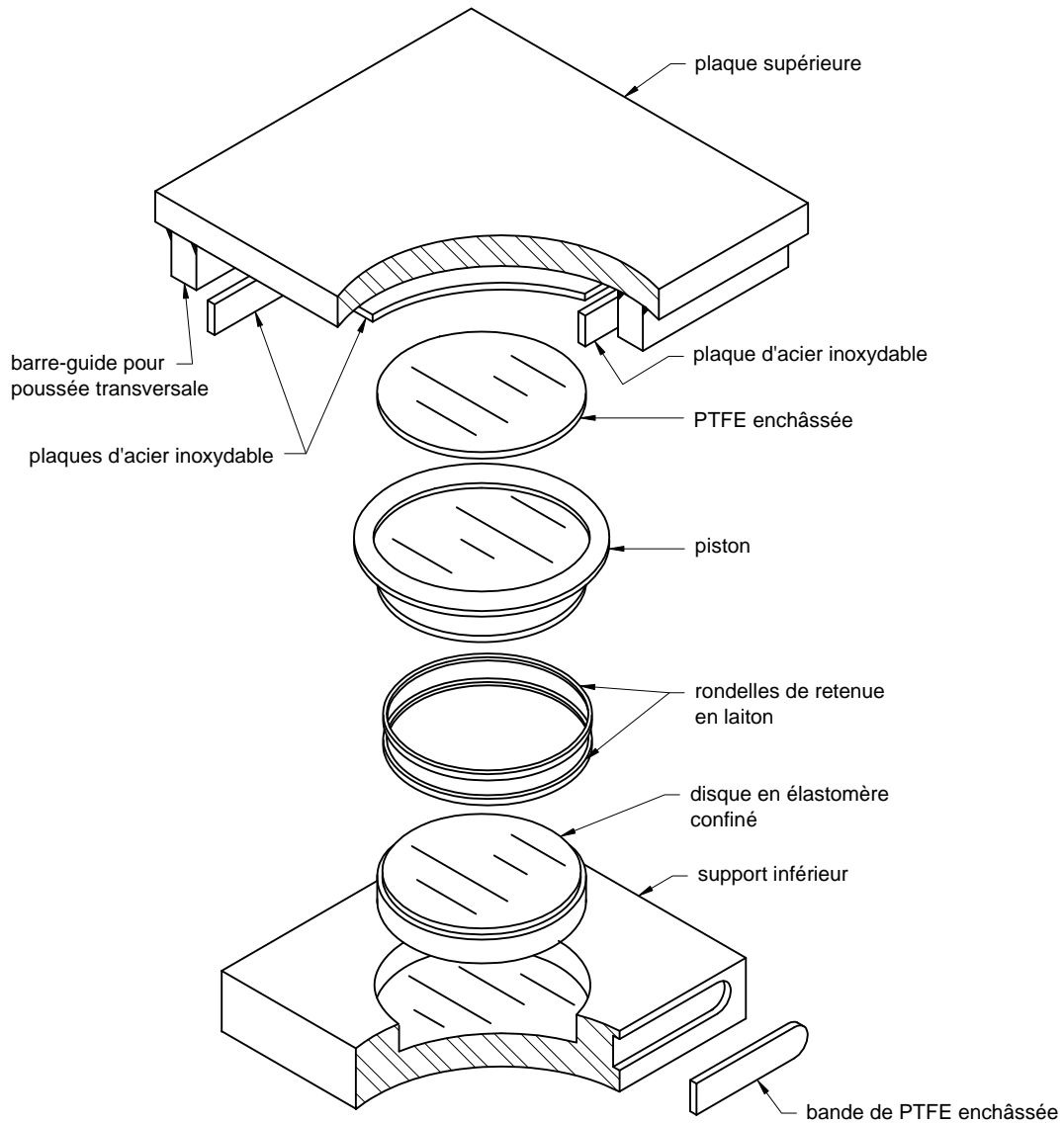
APPAREIL D'APPUI À GLISSEMENT

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 5



APPAREIL D'APPUI À ÉLASTOMÈRE CONFINÉ

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

ACTIVITÉ
3046

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Appareils d'appui et joints de tablier, chapitre 11.

DESCRIPTION

Remplacement d'un appareil d'appui à rouleaux par un appareil d'appui d'un type différent, généralement un appareil à glissement.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts pouvant entraîner une restriction de mouvement très importante du tablier
 - Désalignement ou aplatissement des rouleaux et corrosion des plaques de support et des rouleaux.
 - Corrosion ou effritement des guides d'espacement des rouleaux.
- . Autres défauts affectant de façon très importante le fonctionnement normal de l'appareil et la qualité de support du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager l'appareil, sans dépasser 15 mm (activité 3002).
2. Enlever les plaques protectrices, les guides d'espacement, les rouleaux et, s'il y a lieu, les pivots et le système de crémaillère. Les plaques de support supérieures et inférieures ainsi que le système permettant la rotation des poutres intégré à la plaque supérieure ne doivent pas être enlevés.
3. Nettoyer à l'aide d'un jet d'abrasif sec sans silice cristalline les surfaces des plaques de support devant venir en contact avec les nouveaux appareils, pour enlever toute trace de rouille.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

ACTIVITÉ
3046

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 3

4. Mettre en place le nouvel appareil d'appui.

- . La hauteur du nouvel appareil doit, si possible, correspondre au diamètre des rouleaux, c'est-à-dire au dégagement entre les plaques de support existantes. Le cas échéant, la plaque inférieure du nouvel appareil d'appui doit être dimensionnée de façon à pouvoir être insérée dans la cavité de la plaque de support existante.

5. Abaisser le tablier tout en s'assurant que l'appareil d'appui ne se déplace pas durant la manoeuvre.

6. Souder le nouvel appareil d'appui aux plaques de support inférieures et supérieures existantes.

Notes

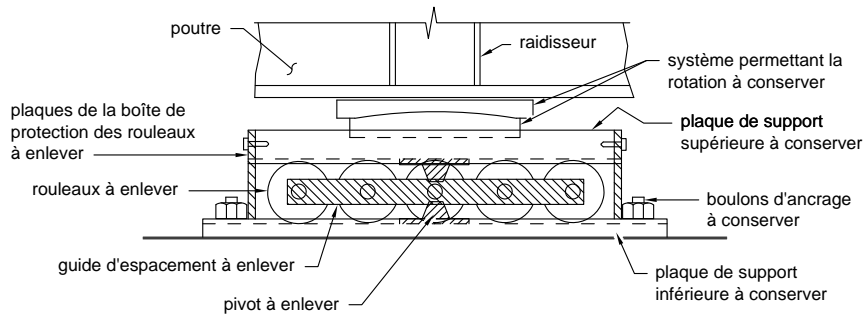
- . Le choix et le dimensionnement du nouvel appareil d'appui sont fonction des charges à supporter et des mouvements dus à la dilatation et à la rotation des travées. Au besoin, consulter un ingénieur en structure.
- . Le remplacement d'un appareil d'appui à rouleaux peut nécessiter la modification du bloc d'assise (activité 3042) si le nouvel appareil est d'une hauteur différente.
- . Le cas échéant, remplacer les appareils d'appui avant d'effectuer une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus des appareils.
- . Tous les appareils d'appui supportant la même extrémité du tablier doivent être de même type.
- . L'état des plaques de support inférieure et supérieure et du béton du bloc d'assise doit être vérifié. Les plaques de support sont sujettes à la formation de cavité par une usure provenant des rouleaux. Il peut s'avérer nécessaire de remplacer les plaques et de réparer le béton ou de modifier le bloc d'assise (activité 3042).
- . Les surfaces galvanisées des plaques endommagées par la soudure doivent être recouvertes de deux couches d'un enduit riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

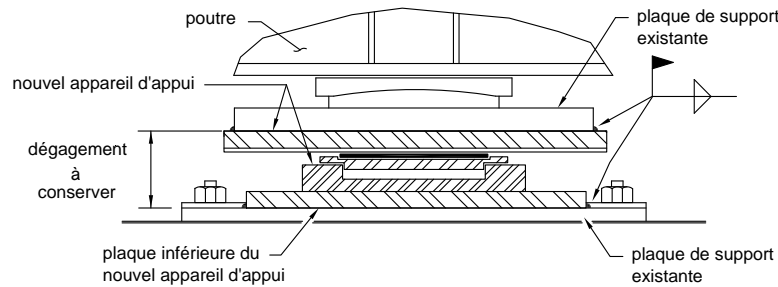
ACTIVITÉ
3046

DATE
Janv 2013

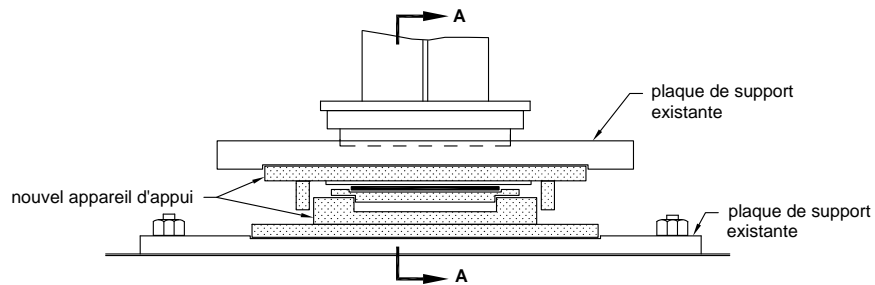
PAGE
3 de 3



PROFIL EXISTANT



COUPE A-A APRÈS REMPLACEMENT



ÉLÉVATION APRÈS REMPLACEMENT

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Appareils d'appui et joints de tablier, chapitre 11.

DESCRIPTION

Remplacement d'un joint de tablier existant par un nouveau joint.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

Tous les types de joints

- . Infiltration d'eau par les différents éléments du joint pour un pont situé sur une route dont le DJMA est supérieur à 500; un joint de tablier ouvert sans dalot fonctionnel ou un joint de type plaques en élastomère fretté sont considérés comme non étanches.
- . Mouvement du ou des tabliers complètement ou partiellement empêché par une anomalie de fonctionnement difficilement réparable du joint de tablier.
- . Fissure dans les cornières d'épaulement ou rupture des ancrages fixant la cornière au béton de l'épaulement.
- . Décalage vertical de plus de 10 mm entre deux éléments en acier d'un joint faisant saillie sur laquelle peuvent venir buter les équipements de déneigement.
- . Défaut de béton, décalage vertical entre le joint et l'enrobé ou entre deux éléments du joint présentant un danger important pour la sécurité des usagers.

Joints à plaque en élastomère fretté

Quelques joints de ce type ont été installés dans les années 1960. Ces joints sont à remplacer dès que possible, compte tenu de leur âge et de leur absence d'étanchéité.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 7

Joint à plus d'une garniture

- . Blocage par la rouille du mécanisme d'espacement des garnitures.
- . Séparateurs de garnitures du joint désalignés, inclinés, endommagés, dessoudés de leurs supports ou saillants au-dessus du joint.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Mettre en place les dispositifs de retenue temporaires prévus dans les Normes du MTQ – Tome V – Signalisation routière pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers durant la démolition et la reconstruction nécessaire de la partie du chasse-roue, trottoir ou de la glissière.
2. Enlever l'enrobé sur toute la superficie de la dalle. Excaver le remblai d'approche si le remplacement est effectué à une culée.

L'enlèvement de l'enrobé sur toute la superficie de la dalle devrait être privilégié dans le cas d'une épaisseur excessive d'enrobé afin de positionner le joint à un niveau plus compatible avec la capacité structurale du pont. Il en est de même lorsque le profil longitudinal est déficient afin d'améliorer le confort ou la sécurité des usagers.

L'enlèvement de l'enrobé peut également se faire de part et d'autre du joint à remplacer, mais cette option limite la portée de l'intervention.

3. Démolir les deux extrémités de dalle (joint de tablier à une pile) ou la partie supérieure du garde-grève et l'extrémité de dalle (joint de tablier à une culée) et enlever le joint de tablier existant et s'il y a lieu les coffrages laissés en place antérieurement.
4. Mettre en place le nouveau joint de tablier sans la garniture enclenchée, s'assurer qu'il est au bon niveau, qu'il a l'ouverture indiquée aux plans d'atelier et le souder solidement aux barres d'armature de la dalle, et du garde-grève s'il y a lieu. Procéder à l'ajustement du joint avec les vis prévues à cet effet. Enlever les plaques ou les cornières d'assemblage temporaires dès que le joint est fixé aux armatures. Pour un joint de tablier à plus d'une garniture, prévoir une épaisseur de béton armé d'au moins 100 mm sous les boîtes des barres de support.
5. Procéder au bétonnage du garde-grève, de la dalle et des trottoirs ou chasse-roues dans une même coulée.
6. Enlever tous les coffrages.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 7

7. Remblayer au besoin (pour un joint de tablier à une culée), puis poser le nouvel enrobé.
8. Installer la garniture à l'aide d'outils fournis par le fabricant du joint pour éviter toute perforation ou tout mauvais enclenchement.
9. Effectuer un essai d'étanchéité.

Notes

- . Avant de procéder au remplacement d'un joint de tablier, il faut privilégier, si possible, la réalisation d'un joint dalle sur culée (activité 3052) ou l'élimination de joint à une pile (activité 3053), si les conditions le permettent (voir notions générales sur les joints de tablier).
- . Consulter un ingénieur en structure pour les cas où il faut un joint avec un mouvement supérieur à 100 mm.
- . Le nouveau joint de tablier est à épaulements en acier en raison de sa grande durabilité (comparée à celle d'épaulements en béton), et à cause de son confort de roulement (faible largeur).
- . Prendre en considération la présence possible de services publics.
- . Si les infiltrations d'eau sont dues à la non-étanchéité de la garniture enclenchée causée par une perforation ou une déchirure, seul le remplacement de la garniture (activité 1031) devrait être envisagé. Si une garniture en bon état n'est que désenclenchée localement, elle peut être remise en place.
- . Prévoir la pose d'un joint avec dalot pour tout joint de tablier localisé à une pile. Il faut prévoir aussi la pose d'un joint avec dalot pour tout joint localisé à une culée lorsque le DJMA de la route est supérieur à 500.
- . Lorsque l'enlèvement de l'enrobé est réalisé sur toute la dalle, positionner le joint à un niveau tel que la différence d'élévation entre le dessus du joint et celui de la dalle ne dépasse pas trop 65 mm pour ne pas surcharger le système structural du pont par une épaisseur abusive d'enrobé. Ce positionnement est fait à partir du relevé d'arpentage réalisé pour le calcul des épaisseurs de la correction à l'enrobé du revêtement.

Lorsque l'enlèvement de l'enrobé n'est réalisé que de part et d'autre du joint à remplacer, la pente transversale du joint doit être similaire à celle de l'enrobé demeuré en place. La pente longitudinale du joint et celle du nouvel enrobé doivent être dans la continuité de la pente de l'enrobé demeuré en place.

REEMPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

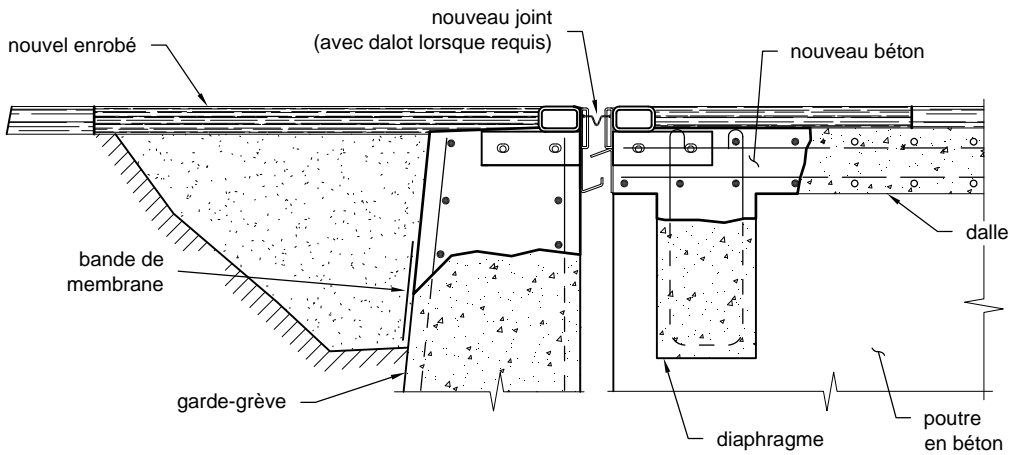
DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 7

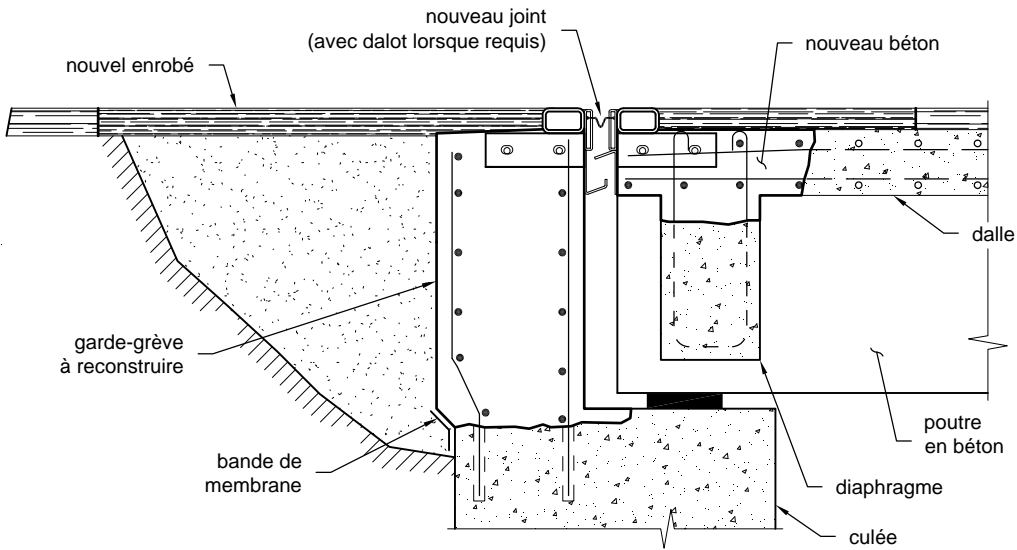
- . Pour une dalle épaisse ou un tablier en béton précontraint par post-tension, des précautions supplémentaires doivent être prises afin de s'assurer que l'épaisseur restante de béton après la démolition soit suffisante pour que l'intégrité structurale du tablier soit maintenue. Dans certains cas, le concepteur doit exiger un support temporaire pendant les travaux (voir croquis).
- . S'assurer que la distance libre entre le garde-grève et le tablier est suffisante pour permettre le mouvement prévu du tablier. Si elle est insuffisante, reconstruire le garde-grève en l'éloignant suffisamment du tablier.
- . S'assurer que la distance libre entre les deux extrémités de tablier est suffisante pour permettre le mouvement prévu des tabliers. Si elle est insuffisante, prévoir l'élimination de joint de tablier à cette pile (activité 3053).
- . Si le nouveau joint est moins large que le joint existant, il faut rallonger la dalle du ou des tabliers pour combler la différence de largeur.
- . Pour éviter le collage de deux sections de garniture, les parties du joint de tablier situées sur les trottoirs ou chasse-roues doivent être dans l'axe du joint de la dalle. Consulter un ingénieur en structure avant d'éliminer les changements de direction d'un joint de tablier existant.
- . Voir la figure 11.3.13 du *Manuel de conception* pour déterminer le profil de la garniture du joint de tablier sur le côté extérieur du pont et, s'il y a lieu, à la glissière médiane.
- . L'ouverture du joint au moment de la pose est fonction de la température mesurée sous le tablier lorsqu'on fixe par soudage le joint aux barres d'armature. Cette ouverture est établie à partir du tableau « Ouverture – Température » des plans d'atelier.
- . Pour des travaux réalisés en phases, réduire au minimum le nombre de joints d'assemblage, car il est très difficile d'étancher le joint par soudure près de l'enclenchement de la garniture. Si possible, localiser les joints d'assemblage le plus près possible du point haut transversal.
- . La garniture du joint est posée en une seule opération à la fin des travaux. Celle-ci est posée par le fabricant du joint pour un pont avec un trottoir ou lorsqu'un joint à plus d'une garniture est utilisé.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ 3051
DATE Janv 2013
PAGE 5 de 7



GARDE-GRÈVE EXISTANT À RECONSTRUIRE PARTIELLEMENT

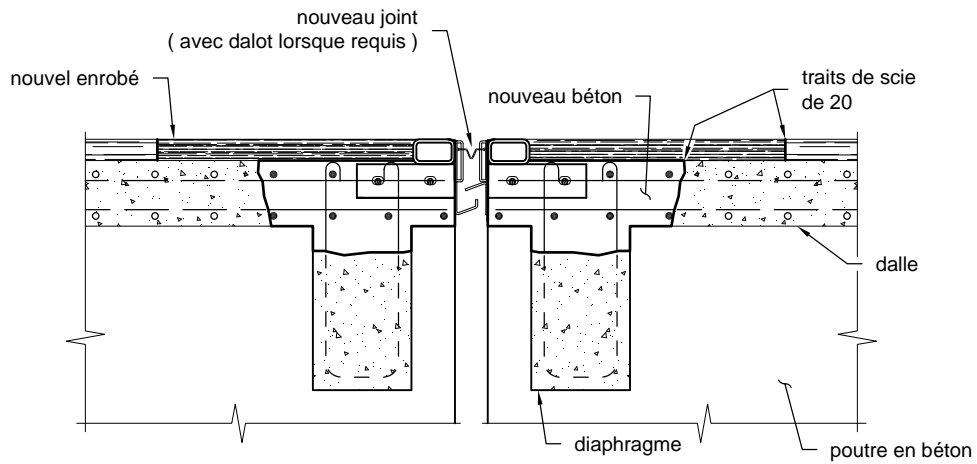


GARDE-GRÈVE À RELOCALISER

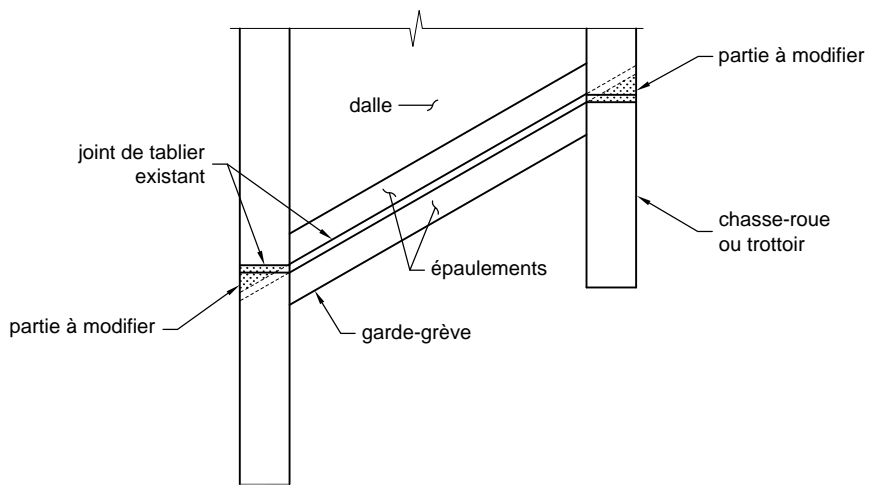
REPLACEMENT À UNE CULÉE - SANS DALLE DE TRANSITION

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ 3051
DATE Janv 2013
PAGE 6 de 7



REPLACEMENT À UNE PILE



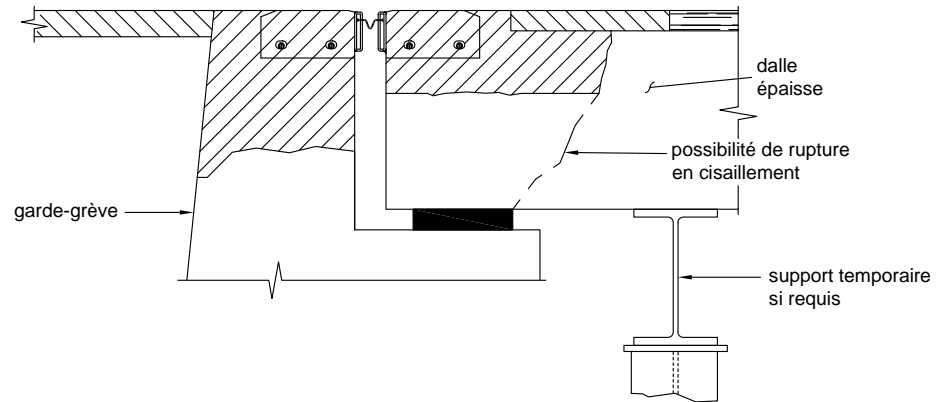
JOINT DE TABLIER AVEC BIAIS

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 7



DÉMOLITION POUR REMPLACEMENT DE JOINT À UNE CULÉE - DALLE ÉPAISSE

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

A) Réparation

Réparation du béton de la surface d'un trottoir, d'un chasse-roue ou d'une bande médiane en béton.

B) Remplacement

La présente activité peut également être utilisée pour remplacer un élément devenu non fonctionnel ou construire un élément inexistant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Réparation

- . Défauts importants du béton observés sur une étendue restreinte de la surface de l'élément.
- . Défauts du béton, décalage vertical ou déplacement latéral à la surface d'un trottoir, d'un chasse-roue ou d'une bande médiane représentant un danger important pour les usagers.

B) Remplacement

- . Défauts importants observés de façon généralisée sur la surface de l'élément.
- . Absence de chasse-roue.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation

Voir activité 3131 – Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

B) Remplacement

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 3

- . Le remplacement d'un trottoir ou d'un chasse-roue se fait fréquemment en même temps que la réparation (act. 3131) ou la reconstruction (5003) de la dalle, ou bien lors de la réfection de côtés extérieurs (act. 3134).
- . Pour la construction d'un nouveau trottoir ou chasse-roue engendrant une modification fonctionnelle du pont, le concepteur doit se référer aux exigences spécifiées aux dessins types de conception.

Notes

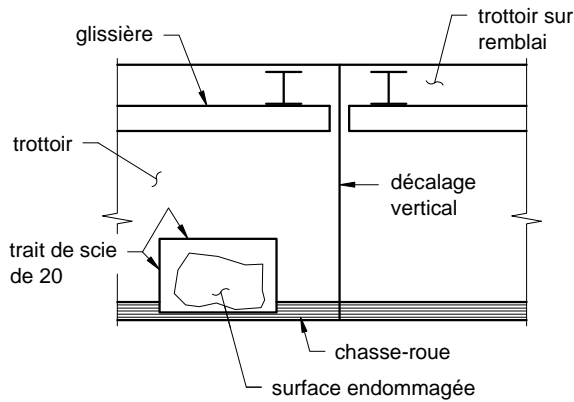
- . Les défauts tels que la désagrégation d'un béton de mauvaise qualité ou la corrosion des armatures dont le recouvrement est trop mince ne peuvent pas être réparés efficacement par la méthode proposée dans cette activité. Il est recommandé d'attendre que les surfaces endommagées soient suffisamment importantes pour nécessiter une réfection complète. En attendant, le trottoir devrait être réparé à l'enrobé (activité 3026 – Rapiéçage à l'enrobé).
- . Lorsque des réparations majeures de la structure sont prévues à court ou à moyen terme, la réparation temporaire de la surface du trottoir peut être faite avec de l'enrobé.
- . Lorsque les surfaces à réparer sont petites, le remplissage des cavités peut être fait avec un mortier cimentaire en sacs (norme MTQ-3801).
- . Le décalage vertical entre deux sections de trottoir, généralement aux culées, peut être corrigé en construisant une transition à l'aide d'un mortier de réparation ou d'un enrobé. La pente de la transition doit être inférieure à 10 %.
- . Lors d'une réparation de trottoir ou de chasse-roue, il peut être approprié d'enlever les plaques en acier qui sont endommagées à la jonction de la face verticale et de la chaussée, car elles peuvent être la source d'infiltration d'eau à l'arrière et provoquer une détérioration prématurée du béton.
- . L'obstacle que représente une extrémité de trottoir de pont qui ne se prolonge pas à l'approche constitue une situation de danger devant être corrigée à l'aide d'une transition sécuritaire. Ainsi, comme principe d'intervention, il est recommandé de prévoir une transition de hauteur entre le niveau du trottoir et celui de la chaussée. Cette transition de hauteur est proposée sur une longueur de 7,6 m (deux longueurs d'éléments de glissement), et la configuration est aménagée de façon à conserver une hauteur de service de « $H \pm 75$ » mm (H étant la hauteur à partir de la chaussée jusqu'au-dessus du profilé (GTOG) de la glissière à l'approche. L'utilisation d'un enrobé pour réaliser cette transition de hauteur peut être appropriée.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR, CHASSE-ROUE OU BANDE MÉDIANE EN BÉTON

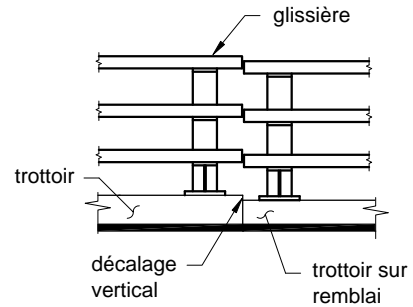
ACTIVITÉ
3061

DATE
Janv 2013

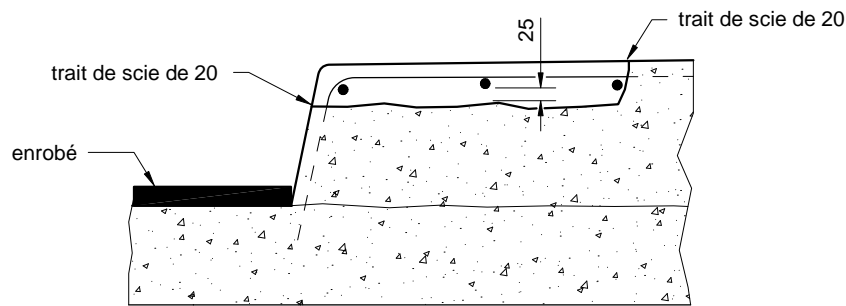
PAGE
3 de 3



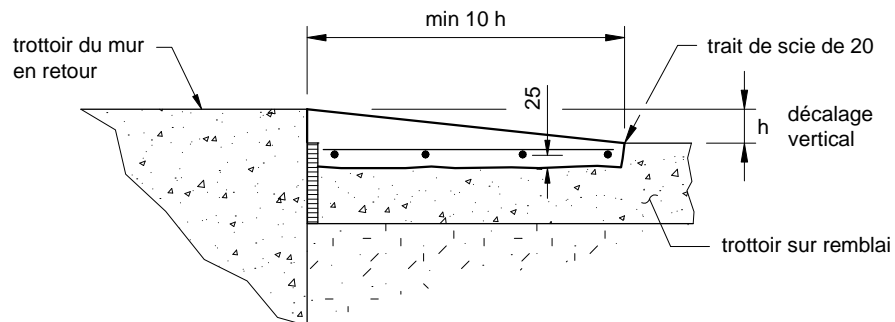
PLAN



ÉLÉVATION



RÉPARATION DE LA SURFACE



RÉPARATION DU DÉCALAGE VERTICAL

RÉPARATION DE TROTTOIR

MODIFICATION / AJOUT DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Section 2.2 « Drainage d'un pont ».

DESCRIPTION

Interventions consistant à rallonger ou éliminer des drains, installer de nouveaux drains ou canaliser l'eau au moyen d'une conduite d'évacuation.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Rallongement de drains

- . Drains trop courts qui causent des dommages importants à des éléments de la structure, en les éclaboussant ou en se déversant directement sur eux (détérioration de poutres : cas fréquemment observé);

L'intervention est recommandée à condition que les drains soient en bon état et fixés solidement à la dalle, et qu'ils assurent un drainage efficace du dessus du tablier (pas de flaques d'eau).

B) Élimination de drains et installation de nouveaux drains

- . Drains trop petits, disposés aux mauvais endroits ou inexistants, affectant de façon importante l'évacuation des eaux de ruissellement sur le dessus du tablier.
- . Drains qui ne peuvent être rallongés et qui se déversent directement sur les éléments de la structure ou qui les éclaboussent de façon importante.
- . Drains qui se déversent directement sur le remblai d'approche, et qui lui causent des dommages de façon importante.

C) Canalisation de l'eau

- . Drains qui se déversent directement sur les unités de fondation ou qui les éclaboussent de façon importante.

MODIFICATION / AJOUT DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 5

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Rallongement de drains

1. Souder un tuyau de rallonge à l'extrémité du tuyau du drain.
 - . Les dimensions intérieures du tuyau de rallonge doivent dépasser d'au plus 2 mm les dimensions extérieures du tuyau existant de manière à ce que les tuyaux puissent se chevaucher et être assemblés l'un à l'autre par soudure.
 - . Le tuyau de rallonge doit être en acier galvanisé et dépasser d'environ 150 mm le dessous de l'élément structural adjacent.
2. Nettoyer à l'aide d'une brosse d'acier les endroits où la galvanisation a été endommagée par la soudure et recouvrir ces surfaces de deux couches d'un enduit riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.

Notes

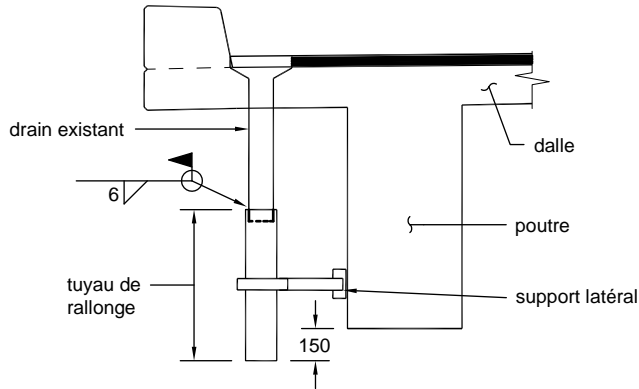
- . La surface intérieure des drains ne doit pas présenter d'aspérités (trous, têtes de boulons, etc.) susceptibles de provoquer l'accumulation de débris.
- . Lorsque c'est nécessaire pour des raisons de stabilité, la partie inférieure du tuyau de rallonge peut être fixée à l'élément structural adjacent au moyen d'une bride. L'assemblage de la bride doit être approuvé par un ingénieur, surtout dans le cas où l'élément structural est en acier ou en béton précontraint.
- . Le tuyau en acier galvanisé peut être remplacé par un tuyau de polyéthylène à haute densité, surtout lorsque la longueur de la rallonge est importante. Le diamètre du tuyau, son raccordement au drain existant ainsi que ses supports doivent être déterminés par un ingénieur.

MODIFICATION / AJOUT DE DRAINS

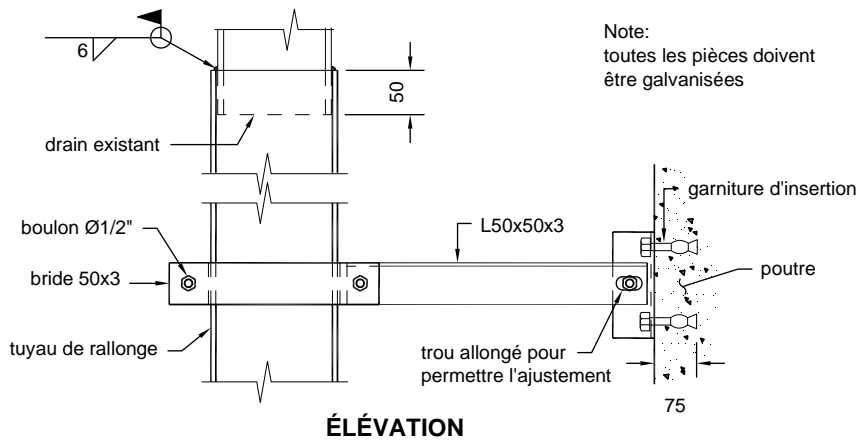
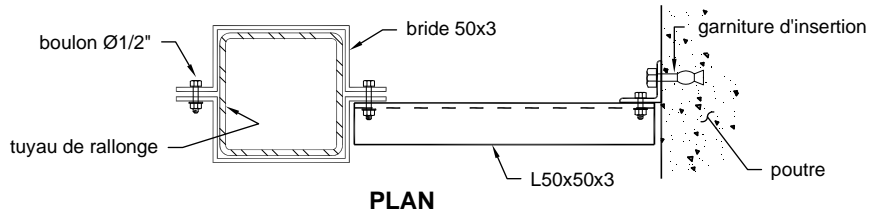
ACTIVITÉ
3062

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 5



INSTALLATION DE L'ASSEMBLAGE



Note:
toutes les pièces doivent
être galvanisées

DÉTAIL DU RALLONGEMENT ET DU SUPPORT LATÉRAL

MODIFICATION / AJOUT DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 5

B) Élimination de drains et installation de nouveaux drains

Au préalable, vérifier la localisation de l'armature afin de ne pas couper une barre structurellement importante, en particulier dans les dalles épaisses.

1. Indiquer à l'aide de peinture la surface approximative de dalle à démolir. La surface doit être suffisamment grande pour permettre l'enlèvement du drain actuel et/ou la mise en place du nouveau.
2. Délimiter par un trait de scie de 50 mm la surface d'enrobé à enlever. Celle-ci doit dépasser d'environ 600 mm le pourtour de la surface de béton à démolir.
3. Enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité (activité 3067).
4. Délimiter par un trait de scie de 20 mm la surface de béton à démolir.
5. Exécuter les travaux de démolition et de reconstruction de la dalle en profondeur tel que décrit à l'activité 3131, en incorporant le nouveau drain s'il y a lieu.
6. Recouvrir d'une membrane d'étanchéité toute la surface où l'enrobé a été enlevée.
7. Poser l'enrobé de façon à diriger l'eau vers le nouveau drain.

Notes

- . Le nouveau drainage de la structure doit être conçu selon les exigences du *Manuel de conception des structures*, section 2.2 « Drainage d'un pont ».
- . Pour s'assurer que les nouveaux drains sont disposés aux bons endroits, les travaux d'élimination et d'installation de nouveaux drains devraient être effectués en même temps que des travaux qui incluent une correction du profil du pavage (réparation de la dalle, réfection des côtés extérieurs ou de l'enrobé). Cependant, le profil du nouveau pavage doit être établi avant de fixer la position définitive des drains.

C) Canalisation de l'eau

À déterminer selon le type de structure, le système d'égout pluvial existant et la géométrie des lieux.

MODIFICATION / AJOUT DE DRAINS

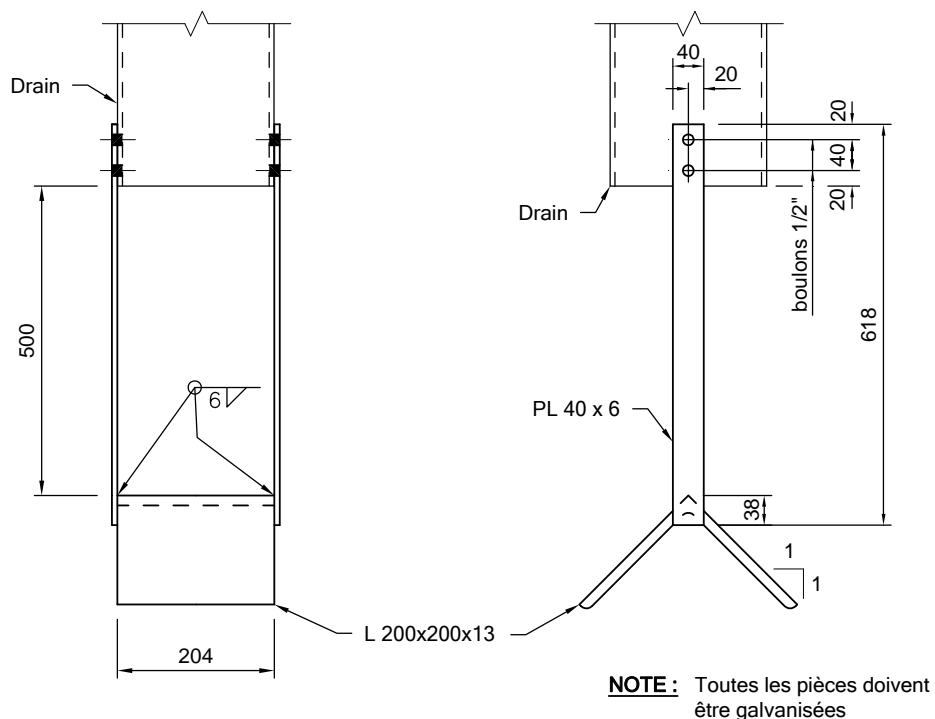
ACTIVITÉ
3062

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 5

Notes

- La conduite d'évacuation doit répondre aux exigences du *Manuel de conception des structures*, article 2.2.4.4 « Tuyau de descente ».
- La conduite d'évacuation de même que ses attaches aux éléments de la structure doivent être déterminées par un ingénieur.
- Lorsque l'eau qui se déverse sur un remblai ne peut pas être évacuée par une conduite d'évacuation, la partie du remblai affectée par l'écoulement de l'eau doit être protégée contre l'érosion par un géotextile recouvert de pierres. La protection doit être conçue pour canaliser l'eau vers le fossé le plus proche. Il est aussi recommandé d'installer un déflecteur à la sortie du drain afin de dissiper l'écoulement de l'eau se projetant sur le remblai (voir croquis).



DÉFLECTEUR DE DRAIN

RÉFECTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE

ACTIVITÉ
3063

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures

- . Section 2.2 « Drainage d'un pont ».

DESCRIPTION

Travaux consistant à remplacer les conduites d'évacuation existantes, ainsi que les drains au besoin, par un système de drainage plus efficace et moins dommageable pour certains éléments de la structure.

Pour les structures où les eaux de ruissellement du tablier ne peuvent pas être évacuées à l'air libre sous le tablier, cette évacuation est assurée par un système de drainage. Dans ces cas, le système de drainage comprend les drains ainsi que les conduites d'évacuation permettant d'acheminer les eaux à un égout pluvial ou autre réseau de drainage externe.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Composants du système de drainage détériorés, mal raccordés ou fixés de façon non sécuritaire pouvant nuire de façon importante à son comportement.
- . Composants du système de drainage éclaboussant et causant des dommages importants à des éléments de la structure.
- . Un cas type est la détérioration du hourdis inférieur d'une poutre-caisson à cause des déficiences sur un réseau de conduites d'évacuation installées à l'intérieur du caisson.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer par un ingénieur.

Notes

- . Le système de drainage doit répondre aux exigences du *Manuel de conception des structures*, section 2.2 « Drainage d'un pont ».

RÉFECTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE

ACTIVITÉ
3063

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

- . La localisation des nouveaux drains, le type et le diamètre des conduites d'évacuation, les raccordements, les joints d'expansion ainsi que les attaches des conduites à la structure doivent être dimensionnés par un ingénieur.
- . Les drains doivent être disposés le plus près possible des conduites de descente, généralement fixées aux unités de fondation, de façon à réduire au minimum les sections de conduites horizontales qui favorisent la sédimentation et le blocage.
- . Dans le but de minimiser les endommagements ultérieurs, les drains, et plus particulièrement les sections « horizontales » des conduites d'évacuation, ne devraient pas passer à l'intérieur d'une poutre-caisson ou d'une colonne évidée.

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'UNE PASSERELLE D'INSPECTION

ACTIVITÉ
3064

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Intervention ou activité visant à réparer ou à remplacer un élément d'une passerelle d'inspection.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Défauts de matériaux ou dommages pouvant affecter de façon importante l'aptitude de l'élément à jouer son rôle.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer selon la nature des matériaux et l'ampleur de leur détérioration. La méthode d'intervention pourrait nécessiter l'avis d'un ingénieur en structure.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Peinturage de l'ensemble des surfaces d'un ouvrage en acier faisant partie d'une structure. L'ouvrage à peindre est la plupart du temps le système structural du pont (poutres et contreventements), et occasionnellement, une unité de fondation (banc, colonnes).

L'activité peut être réalisée selon l'une des deux options suivantes :

- . Décapage total des surfaces à peindre en vue d'effectuer un peindre complet;
- . Nettoyage complet et décapage partiel des surfaces en vue d'effectuer un encapsulage.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

Peinturage complet

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuillet se retrouvant, d'une façon généralisée, sur plus du tiers de la surface totale d'un ouvrage en acier.

Encapsulage

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuillet se retrouvant, d'une façon concentrée, sur certaines parties d'un ouvrage en acier, mais représentant moins du tiers de la surface totale, et revêtement en bon état pour le reste de l'ouvrage en acier.

L'évaluation visuelle du degré de rouille d'une surface d'acier peinte se fait à partir de photos étalons en couleurs et d'images en noir et blanc correspondantes se retrouvant dans le document « *Standard Method of Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces* » (SSPC VIS 2-00). Cette méthode d'évaluation normalisée quantifie le degré de rouille selon une échelle de 10 à 0 basée sur le pourcentage de rouille visible existant sur la surface. L'évaluation des surfaces doit inclure les cloques de rouille et la corrosion sous le feuillet de peinture. Pour faciliter l'évaluation, seulement deux types de répartition de rouille sont considérés dans le système d'inspection du MTQ : rouille généralisée et rouille par points.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 7

Dans le cas de l'encapsulage, des essais d'adhérence au ruban adhésif (méthodes par incisions et arrachement), conformes à la norme ASTM D3359 « *Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test* », doivent être effectués sur le feuil de peinture considéré en bon état. L'adhérence du feuil de peinture à conserver ne doit pas être inférieure à la classification 3A, comme défini par l'essai « *Test Method A – X Cut Tape Test* ».

MÉTHODE DE TRAVAIL

Le peinturage d'un ouvrage en acier est réalisé en considérant trois étapes :

- . La préparation des surfaces d'acier;
- . L'application de la peinture;
- . La protection environnementale.

A) Préparation des surfaces d'acier

1. Enlever toute tache de graisse et d'huile des surfaces à peindre selon les prescriptions de la norme SSPC – SP1 « *Solvent Cleaning* ».
2. Au besoin, enlever manuellement les accumulations de sable ou autres débris.

Peinture complète

3. Décapage des surfaces à peindre par projection d'abrasif sec sans silice cristalline.
 - . Le degré minimal de préparation des surfaces d'acier est fonction du système de peintures choisi. Le degré de préparation pour un système de peintures à base de zinc doit correspondre au type de soins SSPC-SP 10 / NACE No. 2 « *Sablage presque à blanc* » et, pour un système de peintures organiques qui n'est pas à base de zinc, au type de soins SSPC-SP 6 / NACE No. 3 « *Sablage commercial* ». Les types de soins décrits dans les spécifications conjointes du SSPC - « *Society for Protective Coatings* » et de NACE - « *National Association of Corrosion Engineers* » sont illustrés par une série de photographies figurant dans la norme SSPC-VIS 1- 02 « *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning* ».
 - . Dans le cas où des surfaces d'acier à peindre sont très contaminées par des sels de déglacage, il peut être approprié de procéder, avant le décapage, à un nettoyage des surfaces à l'aide d'un jet d'eau haute pression (5 000 psi minimum) auquel un produit extracteur de chlorures (tel « *Chlor-Rid* ») est ajouté. Cette opération vise à éliminer chimiquement la plus grande quantité possible d'ions chlorure avant le décapage mécanique à l'aide d'abrasif.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 7

- . Les surfaces impossibles à décaper par projection d'abrasif sec doivent être nettoyées à l'aide d'outils mécaniques de façon à obtenir un degré minimal de préparation répondant à la spécification SSPC-SP 11 « Nettoyage mécanique au métal nu » (équivalent à SP 10) ou à la spécification SSPC-SP 15 « Nettoyage mécanique de type commercial » (équivalent à SP 6). Ce degré de préparation est illustré par une série de photographies figurant dans la norme SSPC-VIS 3 « *Visual Standard for Power - and Hand - Tool Cleaned Steel* ».
- . Toutes les arêtes vives devraient être meulées de manière à obtenir un arrondi ayant un rayon d'environ 1,5 mm.

Encapsulage

3. Pour toutes les surfaces à peindre :

- . Nettoyer les surfaces à peindre pour enlever toute la rouille et la peinture qui ne sont pas fermement adhérentes. Cette préparation peut être réalisée à l'eau haute pression (condition WJ-4 de la norme SSPC-SP 12) ou bien de façon mécanique (SSPC-SP 3). Le degré de soin WJ-4 peut être obtenu avec de l'eau haute pression (5 000 psi minimum) opérée avec une buse rotative perpendiculairement à la surface.
- . La rouille et la peinture considérées comme fermement adhérentes sont celles qui ne peuvent pas être enlevées à l'aide d'un couteau à mastic non coupant.

4. Pour les surfaces corrodées, et pour les surfaces exposées aux sels de déglacage ou situées dans un environnement humide :

- . Enlever les couches ou les strates de rouille particulièrement la rouille noire (signe de contamination aux ions chlorure). Pour de meilleurs résultats, il est recommandé de réaliser cette opération à l'aide d'outils mécaniques, comme des marteaux à aiguilles.
- . Les surfaces décapées doivent être préparées de façon à obtenir un degré de soin équivalent à SSPC-SP 14. Ce degré de soin tolère des traces de rouille, de peinture et autre matière étrangère sur 10 % de la surface traitée.
- . Les contours de la peinture restante doivent être amincis sur une largeur de 2 à 5 cm afin que la surface repeinte offre une apparence lisse et uniforme.

5. Pour toutes les surfaces :

- . Faire un nettoyage final des surfaces pour s'assurer d'enlever le maximum de ions chlorure et autres contaminants superficiels. Les surfaces, après nettoyage final, doivent avoir une teneur en ions chlorure inférieure à $7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ce qui correspond au niveau de propreté NV 2 de la norme SSPC-SP 12. La teneur doit être mesurée avec un équipement de type « *Chlor Test* » ou un équivalent.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 7

- . L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de matières nuisibles.
- . Pour s'assurer d'un enlèvement optimal des ions chlorure, il est recommandé d'ajouter à l'eau de nettoyage un produit (de type « *Chlor-Rid* ») qui augmente l'extraction de ces ions, selon un rapport de mélange d'au moins 1 : 100.

Après le décapage, nettoyer toutes les surfaces à peindre à l'aide d'un jet d'air comprimé ou d'un aspirateur. Au besoin, des trappes et des séparateurs doivent être installés entre les compresseurs et les conduits d'air pour que l'air comprimé soit exempt d'huile et d'eau condensée.

La propreté des surfaces décapées avant le peinturage est vérifiée avec le test du chiffon blanc.

B) Application de la peinture

Avant d'appliquer la première couche de peinture du système (ou les deux premières couches dans le cas d'un système de peintures à trois couches), les rivets, les boulons et les écrous, les soudures, les jonctions de pièces assemblées ainsi que les coins et arêtes vives doivent être complètement badigeonnés de peinture au moyen d'un pinceau (*stripe coating*).

Peinturage complet

1. Sélectionner un système de peintures en fonction de l'état des surfaces d'acier et de la géométrie des éléments à peindre.
 - . Le peinturage complet d'un ouvrage en acier devrait être réalisé avec un système à base de zinc, à la condition qu'un degré de préparation de type SSPC-SP10 puisse être obtenu sur les surfaces à peindre.
 - Une peinture au zinc et liant inorganique peut être utilisée comme couche primaire pour des systèmes structuraux ayant de grandes surfaces dans un même plan, telles des poutres-caissons. Malgré une excellente performance anticorrosion, l'utilisation d'une peinture au zinc et liant inorganique nécessite des conditions d'exécution plus contraignantes, telles une préparation de surfaces très soignée et une humidité relative minimale (40 %) lors de l'application. Se référer aux systèmes de peintures décrits dans les normes 10102 et 10104 du MTQ.
 - Une peinture au zinc et résines époxydiques ou au zinc et résines polyuréthanes est généralement utilisée comme couche primaire pour la majorité des systèmes structuraux en raison d'une plus grande tolérance pour la préparation des surfaces et d'une plus grande facilité d'application. Les peintures primaires à base de zinc conviennent donc pour les systèmes structuraux courants, tels des poutres à âme pleine ou des poutres triangulées. Se référer aux systèmes de peintures décrits dans les normes 10102 et 10104 du MTQ.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 7

- . Dans le cas où les surfaces à peindre sont fortement rouillées (piqûres de rouille profondes) et que seul un degré de préparation de type SSPC-SP6 s'avère possible, un système de peintures organiques (dont la couche primaire n'est pas à base de zinc) devrait être utilisé pour le repeinture. Se référer aux systèmes de peintures décrits dans les normes 10103 et 10104 du MTQ.
- 2. Respecter le délai d'attente prescrit entre la préparation des surfaces et l'application de la première couche de peinture.
- 3. Appliquer la peinture sur une surface exempte d'humidité et de poussière et, s'il s'agit d'une seconde couche, après avoir laissé suffisamment sécher la première.
- 4. Respecter la température d'application des peintures spécifiées aux documents techniques.
 - . Dans certains cas d'application par temps froid, l'utilisation de catalyseurs pour les peintures à base d'époxy ou bien l'utilisation de peintures polyuréthanes hydroréactifs peuvent être acceptables.
- 5. Appliquer la peinture à l'aide d'un pistolet selon les épaisseurs précisées et prévoir un chevauchement minimal de 50 mm avec la surface existante qui n'est pas à peindre. Les surfaces ne pouvant pas être peintes adéquatement au pistolet doivent l'être au pinceau.

Encapsulage

1. Sélectionner un système de peintures en fonction du type d'éléments à peindre et de leur condition d'exposition.
 - . Différents systèmes de peintures peuvent être utilisés; ces systèmes peuvent être constitués d'époxy ou de polyuréthanes avec des pigments d'aluminium ou d'oxyde de fer lamellaire, de polyuréthanes hydroréactifs à un composant, de peintures acryliques à base d'eau, d'alkydes avec du sulfonate de calcium, etc.
 - . Le choix final du système de peintures doit se faire en concertation avec un spécialiste en peinture de la Direction des structures.
2. Respecter les délais préalables et les températures d'application relatifs à chaque couche de peinture constituant le système.
3. Appliquer la peinture sur une surface exempte d'humidité et de poussière et, s'il s'agit d'une seconde couche, après avoir laissé suffisamment sécher la première.
4. Appliquer la peinture au pistolet, au pinceau ou au rouleau selon le type de peinture et la géométrie des zones à peindre. Appliquer le système de peintures par couches uniformes et selon les épaisseurs spécifiées, et prévoir un chevauchement de 50 mm avec la peinture existante qui est conservée.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 7

C) Mesures de protection environnementale

Il est généralement reconnu que les ouvrages en acier, ayant été peints avant 1980, ont un système de peintures au silico chromate basique de plomb, et que les résidus générés par son décapage sont considérés comme des matières dangereuses.

De même, lorsque la peinture existante d'un ouvrage en acier est postérieure à 1986, le système de peintures ayant été appliqué ne contient généralement pas de plomb. Les résidus sont normalement considérés comme des déchets solides, et sont disposés dans des sites autorisés par le ministère responsable de l'environnement.

En cas de doute sur la nature de la peinture existante d'un ouvrage en acier (par exemple, des poutres peintes entre 1980 et 1985), une analyse de la peinture qui est en place est recommandée pour déterminer si elle contient ou non du plomb.

Les résidus considérés comme matières dangereuses doivent être temporairement entreposés sur le chantier dans des contenants hermétiques, puis ils doivent être expédiés et entreposés dans un centre de transfert, de recyclage, de traitement et d'élimination de matières dangereuses autorisé par le ministère responsable de l'environnement.

Peinture complète

1. Installer une enceinte (abri) pour confiner les poussières émises dans l'atmosphère et de manière à pouvoir récupérer tous les résidus provenant des opérations de préparation de surfaces et de recouvrement de peinture.
 - . Les enceintes de confinement sont constituées de bâches, d'échafaudages et d'un plancher de façon à former un espace clos. Les enceintes de confinement doivent être conçues de façon à pouvoir supporter le poids des résidus pouvant s'accumuler sur le plancher, et de manière à ne pas engendrer de contraintes qui excèdent la capacité portante du pont.
2. Pour une structure protégée par un système de peintures au silico chromate basique de plomb, récupérer tous les résidus de préparation des surfaces et d'application de peinture et en disposer conformément aux règlements en vigueur pour le transport des matières dangereuses.
3. Pour les structures protégées par un système de peintures autre qu'au silico chromate basique de plomb, une analyse de la peinture a déterminé si elle contient ou non du plomb.
 - . Si la peinture contient du plomb, les résidus sont considérés comme matières dangereuses; ils doivent être récupérés et évacués selon les mêmes règles que celles prévues pour les systèmes au silico chromate basique de plomb.

PEINTURAGE D'UN OUVRAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3065

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 7

- . Si la peinture ne contient pas de plomb, les résidus sont considérés comme déchets solides, et il faut en disposer dans des sites autorisés par le ministère responsable de l'environnement.

Encapsulage

1. Installer sous la structure un système de récupération ou de filtration permettant de récupérer tous les résidus résultant des opérations de nettoyage et de décapage.
 - . Dans le cas d'un décapage à l'eau sous pression, un système de collecte des résidus liquides à l'aide d'une membrane imperméable est généralement nécessaire pour s'assurer de l'acheminement contrôlé et de la récupération complète de toutes les particules résiduelles.
 - . Dans les cas où le système de peintures existant ne contient pas de matières dangereuses, les résidus liquides peuvent être filtrés, et acheminés hors du site des travaux.
 - . Les résidus liquides doivent être caractérisés et gérés comme tous les autres résidus solides.
 - . Si les résidus liquides sont rejetés dans un réseau d'égout sanitaire, les résidus doivent respecter les concentrations maximales de contaminants figurant dans le *Règlement relatif aux rejets dans les réseaux d'égouts* de la municipalité ou MRC où sont exécutés les travaux.
 - . Si les résidus liquides sont rejetés dans un cours d'eau ou un réseau d'égout pluvial, les résidus doivent respecter des concentrations maximales figurant dans le document « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec ».
 - . Dans le cas où un décapage par projection d'abrasif sec serait privilégié, installer un abri pour confiner les poussières émises dans l'atmosphère et de manière à récupérer tous les résidus provenant des opérations de préparation de surfaces.
2. Installer des toiles, des écrans ou utiliser tout autre moyen afin d'empêcher la perte de peinture fraîche provenant des opérations d'application de peinture.
3. Récupérer tous les résidus de préparation des surfaces et d'application de la peinture et en disposer conformément aux lois et règlements en vigueur.

Notes

- . Lorsque les défauts de peintures de ponts de grande envergure se retrouvent dans des secteurs bien précis (zone du système structural exposée aux sels de déglçage ou située sous un joint de tablier ou un drain déficient), ou sont concentrés sur certains éléments de structure (banc ou béquille), un peinturage par zone de l'ouvrage en acier peut s'avérer plus approprié (activité 1052).
- . Prévoir la réparation, la modification ou le remplacement d'éléments déficients (membrures structurales, drains, joints de tablier) avant de procéder à un repeinturage d'un système structural en acier.

CORRECTION DU PROFIL À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3066

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Correction du profil de la route à l'approche de la structure.

Cette intervention peut être utilisée également pour corriger ou réparer une dalle de transition présentant des défauts ou des anomalies.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- Défaut d'uniformité de la transition de la chaussée entre l'approche et la structure causant un impact important sur la structure ou sur l'approche.
- Dénivellation engendrée par des défauts de béton sur le dessus d'une dalle de transition (désagrégation, éclatement) ou par une perte de matériau granulaire en dessous.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Délimiter par un trait de scie les extrémités de l'approche à corriger.
2. Enlever l'enrobé et suffisamment de matériau granulaire pour obtenir une couche de nouveau matériau de 300 mm d'épaisseur.
3. Compacter le fond de l'excavation et placer le nouveau matériau granulaire MG 20 par couches de 200 mm compactées à 98 % de la masse volumique maximale.
4. Refaire la surface de roulement en enrobé.
5. Ajouter du matériau granulaire sur les accotements des approches pour rétablir une pente transversale continue avec celle du dessus de la chaussée.
6. Ajuster au besoin le profil de la glissière à l'approche (activité 3072).

CORRECTION DU PROFIL À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3066

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . Toujours faire une correction de profil aux approches lorsque l'on refait le revêtement sur le pont afin de diminuer l'impact causé par les véhicules et d'améliorer le confort ou la sécurité des usagers.
- . Dans le cas d'un affaissement important à l'approche, particulièrement observable à proximité du garde-grève du pont, il est recommandé de construire une dalle de transition si elle est inexistante.

Intervention sur une dalle de transition

- . Pour réparer le dessus d'une dalle de transition, se référer à l'activité 3131.
- . Pour corriger une perte de matériau sous la dalle, prévoir une consolidation de fondation en effectuant une ouverture et en remplissant la cavité avec un béton superplastifié, ou un remblai sans retrait dans certains cas.

La consolidation de fondation d'une dalle de transition devrait si possible être réalisée de concert avec une intervention visant à enrayer la source ayant engendré la perte de matériau.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 2, norme 6325-2 «Rapiéçage manuel des chaussées avec un enrobé posé à chaud».

DESCRIPTION

Enlèvement de tout l'enrobé et de la membrane d'étanchéité recouvrant la dalle, préparation des surfaces en béton de la dalle et pose d'une membrane d'étanchéité et du nouvel enrobé.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Lors de la réparation d'une dalle sur poutres ou d'une dalle épaisse;
- . Lorsque le coût de la correction par planage à froid est jugé prohibitif, dans le cadre d'un projet de resurfaçage de l'enrobé (activité 1041);
- . Lorsque les défauts d'enrobé affectent de façon très importante la protection du platelage ou la sécurité des usagers.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Enlèvement de l'enrobé

1. Délimiter à l'aide d'un trait de scie la surface de l'enrobé à enlever sur les approches, et sur le tablier si l'on procède par phases.
2. Enlever l'enrobé délimité par les traits de scie.
3. Enlever la membrane d'étanchéité.
4. Nettoyer les surfaces de dalle au moyen d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 7

Réparation de la dalle

5. Voir activité :

- . 3131 – Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

Préparation des surfaces

6. Vérifier le relief des surfaces de béton au moyen du test de la tache de sable ($\varnothing_{\min} = 165 \text{ mm}$).
7. Préparer au besoin les surfaces de dalle, soit par meulage, soit par ajout de mortier ou d'enrobé. Prévoir la cure du mortier.

Pose d'une membrane d'étanchéité

8. Nettoyer les surfaces de dalle au moyen d'un jet d'eau sous pression après la fin de la cure des réparations de dalle et des surfaces corrigées au mortier.
9. Dès que le délai sans pluie est respecté, poser un liant d'accrochage à base d'eau.
10. Poser la membrane d'étanchéité. Mettre en place le solin de ciment plastique à base de polymère SBS.

Correction à l'enrobé

11. Réaliser un relevé d'arpentage de la dalle et calculer les épaisseurs de la correction à l'enrobé, et ce, avant la pose de la membrane d'étanchéité. Le relevé d'arpentage est réalisé dans le cas où le projet prévoit que tous les joints de tablier sont remplacés ou éliminés.
12. Nettoyer la surface de la membrane d'étanchéité.
13. Poser un liant d'accrochage de type émulsion sur la membrane d'étanchéité.
14. Poser une couche de correction en enrobé de type EC-10 (EG-10 ou ESG-10 si épaisseur importante). La correction à l'enrobé doit donner au pont les profils longitudinaux et transversaux désirés et doit être mise en place au finisseur.
15. Compacter en effectuant au moins 4 passes de rouleau statique ayant une masse minimale de 10 t.
16. S'assurer que la surface corrigée draine efficacement les eaux de ruissellement vers les drains et les extrémités des murs en retour; sinon, apporter les correctifs nécessaires avant de poser la couche de surface.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 7

Couche de surface

17. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à recouvrir.
18. Poser une couche de surface en enrobé de type EG-10 ou ESG-10, d'une épaisseur uniforme, à l'aide d'un ou de plusieurs finisseurs. Plusieurs finisseurs peuvent être nécessaires pour un pont ayant une largeur carrossable importante afin d'éviter la formation de joints longitudinaux froids.
19. Vérifier et corriger au besoin le profil longitudinal au droit des joints de tablier.
20. Vérifier la compacité de l'enrobé (nucléodensimètre).
21. S'assurer que les irrégularités et les dépressions dépassant les tolérances spécifiées à l'article 13.3.4.7 du CCDG sont corrigées.
22. S'assurer que la surface de roulement draine efficacement les eaux de ruissellement vers les drains et les extrémités des murs en retour.

Notes

Reconstruction de dalle à court ou moyen terme

- . Afin d'éviter de réparer une dalle endommagée que l'on prévoit reconstruire à court ou à moyen terme (5 à 10 ans), on ne devrait pas enlever l'enrobé existant, mais on devrait plutôt faire la pose d'une mince couche additionnelle d'enrobé pour améliorer le confort des usagers. L'ajout d'enrobé doit être compatible avec la capacité structurale du pont.

Travaux réalisés en phases

- . La mise en place de la membrane d'étanchéité et de l'enrobé d'une phase donnée doivent être complètement achevées avant d'entreprendre les travaux d'une phase subséquente.

Enlèvement de l'enrobé

- . Ne pas permettre l'enlèvement de l'enrobé s'il n'est pas possible de faire la mise en place de la nouvelle membrane d'étanchéité avant la fin de la période autorisée. Si l'enlèvement de l'enrobé est autorisé, s'assurer que les travaux progressent comme prévu afin de faire la mise en place de la membrane dans les meilleures conditions possible.
- . Il est recommandé d'étendre la réfection de l'enrobé aux approches immédiates du pont pour diminuer l'impact causé par les véhicules et augmenter le confort des usagers (voir activité 3066 - Correction du profil à l'approche). Au niveau des approches, il faut donc déterminer la longueur d'intervention nécessaire au rétablissement d'un profil longitudinal acceptable.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 7

- . Compte tenu des dommages à l'uni de la dalle et de l'éventuelle diminution de l'épaisseur de béton de ciment recouvrant les aciers d'armature qu'entraînerait la correction par planage à froid, ce procédé est interdit pour l'enlèvement de l'enrobé sur toute son épaisseur.
- . L'enrobé doit être évacué du tablier au fur et à mesure de son enlèvement. Aucun amoncellement n'est permis afin d'éviter de surcharger le tablier (voir article 6.11 du CCDG).
- . Il est beaucoup plus facile d'enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité lorsque ces derniers sont froids. Si l'on prévoit des difficultés particulières, il peut être avantageux de procéder à ces travaux tôt en saison ou de nuit, moments où les températures sont relativement fraîches.

Pose d'une membrane d'étanchéité

- . Afin de limiter les coûts, la préparation d'une portion importante de la dalle peut être faite avec de l'enrobé de type EC-5 plutôt qu'avec du mortier.
- . Aucun solin de bordure ne doit être posé au droit des épaulements en béton des joints de tablier et sur le pourtour des drains pour ne pas nuire à l'adhérence de l'enrobé sur ces surfaces verticales.
- . La pose mécanisée de la membrane est exigée pour une dalle ayant une superficie supérieure à 200 m².

Correction à l'enrobé et couche de surface

- . Sur un pont existant, l'enrobé est posé en deux couches (correction et surface) pour les raisons suivantes :
 - Respect du taux de pose maximal des enrobés généralement utilisés.
 - Utilisation d'un enrobé plus fin pour la couche de correction, ce qui évite d'endommager la membrane d'étanchéité.
 - Obtention d'un drainage adéquat du tablier avec la couche de correction; aucune opération de reprofilage pour l'atteinte de cet objectif ne doit se faire sur la couche de surface afin de préserver les caractéristiques du nouvel enrobé, assurant ainsi à ce dernier une longévité maximale.
- . L'enrobé utilisé sur le pont doit être d'aussi bonne qualité que celui utilisé sur la route de part et d'autre du pont.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 7

Ceci n'est généralement pas le cas lors de l'enlèvement partiel de l'enrobé sur la dalle dans le cadre des travaux suivants :

- réfection des côtés extérieurs (activité 3134);
- remplacement ou élimination de joint de tablier (activité 3051, 3052 ou 3053);
- réparation temporaire de dalle (2131).

Un enrobé de qualité moindre peut être utilisé sans toutefois prendre un enrobé de qualité inférieure à celui spécifié pour une route ayant un DJMA de 20 000 ou moins.

- . L'épaisseur totale de l'enrobé est généralement de 65 mm. Cette épaisseur doit être ajustée pour établir des profils transversaux et longitudinaux acceptables qui assureront un drainage adéquat des eaux de ruissellement vers les drains et les extrémités des murs en retour. Un mauvais drainage représente un risque d'aquaplanage l'été ou de glissance l'hiver et de détérioration plus rapide de l'enrobé et de la dalle.
- . Une épaisseur minimale d'enrobé de 60 mm en tout point est toutefois nécessaire pour protéger la membrane d'étanchéité.
- . L'épaisseur totale moyenne d'enrobé doit être inférieure à 75 mm. Au besoin, remplacer, modifier ou éliminer (activités 3051, 3052 et 3053) tout joint de tablier situé trop haut par rapport à un profil respectant l'épaisseur cible de 75 mm.
- . Consulter un ingénieur en structure si l'épaisseur totale moyenne d'enrobé dépasse 75 mm ou si l'épaisseur totale dépasse 90 mm en un point quelconque du tablier.
- . Si la pente transversale de la dalle est inférieure à 2 %, il est recommandé de l'amener le plus près possible de cette valeur avec de l'enrobé pourvu que la surépaisseur nécessaire soit inférieure à 30 mm. Une pente transversale de 1 % est cependant considérée comme un minimum absolu en dessous duquel le drainage ne peut plus être assuré convenablement.
- . Un liant d'accrochage doit être appliqué avant la pose de chaque couche d'enrobé pour maximiser le collage des couches entre elles.

Aucun liant d'accrochage de type bitume fluidifié ne doit être utilisé.

- . Comme il n'est pas possible de vérifier la compacité de la correction à l'enrobé, la méthode de travail décrit la façon de réaliser le compactage (comme c'est le cas pour les routes) plutôt qu'une compacité minimale à obtenir.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 7

- . Il est toujours avantageux de poser l'enrobé dans des conditions optimales pour assurer la plus grande longévité possible au revêtement. Cela est encore plus vrai pour les ponts d'envergure où tout doit être mis en oeuvre pour amorcer le projet de réparation tôt en saison afin d'avoir les meilleures conditions climatiques possible pour la pose du revêtement.

Correction à l'enrobé

- . L'épaisseur minimale de la correction à l'enrobé est de 25 mm.
- . Afin d'éviter le fluage d'une épaisseur trop grande d'enrobé de type EC-10, utiliser plutôt le type EG-10 ou ESG-10 si le taux de pose nécessaire à la correction dépasse 30 mm en un point quelconque du tablier.

Couche de surface

- . L'épaisseur de la couche de surface est de 40 mm.
- . Lors de la mise en place de la couche de surface, la température de la couche de correction doit être inférieure à 85 °C de manière à éviter la décohésion de la correction à l'enrobé lors de la pose de la couche de surface et le fluage et le déplacement de la couche de surface au moment du compactage.
- . La largeur minimale des finisseurs est fixée à 3 mètres pour obtenir la même qualité de travaux que pour les routes. La largeur minimale peut être augmentée pour diminuer le nombre de joints longitudinaux froids dans la mesure où des finisseurs de la largeur voulue sont disponibles dans la région.
- . L'enrobé est posé de front en une ou plusieurs bandes (un finisseur par bande) pour éviter d'avoir à chauffer les joints longitudinaux entre deux bandes. Si cela n'est pas possible, il faut enlever suffisamment d'enrobé sur la première bande pour que celui de la seconde bande vienne s'appuyer sur une face verticale.
- . Parce que les joints longitudinaux froids constituent le point faible d'une surface de roulement, les joints entre les bandes doivent être localisés aux lignes de démarcation des voies de circulation. De plus, le joint longitudinal de la couche de surface doit être décalé par rapport à celui de la couche de correction pour qu'il n'y ait pas de détérioration éventuelle du joint sur la pleine épaisseur du revêtement.
- . Un trait de scie doit être réalisé aux extrémités de pont ayant un joint de tablier avec épaulements en acier ou n'ayant pas de joint de tablier.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 7

Divers

- . Il est recommandé de confectionner des bordures en enrobé à l'extrémité des murs en retour des culées pour canaliser l'eau en provenance du tablier le plus loin possible afin qu'elle ne cause de dommages ni au pont ni au remblai d'approche.
- . Cette activité concerne principalement la réfection de l'enrobé sur toute la superficie de la dalle généralement à la suite des travaux de réparation de dalle (activité 3131). Elle s'applique aussi dans le cadre de travaux de réfection des côtés extérieurs (activité 3134), de travaux aux joints de tablier sans enlèvement complet de l'enrobé (activités 3051, 3052 et 3053) ou de travaux de correction de dalle (activité 2131 et norme 6325-2). Pour ces trois derniers types de travaux, même si aucune membrane d'étanchéité n'est utilisée, on doit broser et nettoyer à fond la surface en béton de la dalle de façon à enlever toute laitance et tous les débris incrustés pour améliorer la résistance superficielle du béton comme s'il y avait utilisation d'une membrane. Pour ce faire, un décapage par jet d'abrasif peut être nécessaire.
- . Lors de la réfection de l'enrobé, il peut être approprié d'enlever les plaques d'acier endommagées sur la face verticale des chasse-roues, car elles peuvent être la source d'infiltration d'eau à l'arrière et provoquer une détérioration prématurée du béton.
- . À cause de la forte concentration de charges des équipements utilisés, le poids des équipements est limité et ne doit en aucun temps dépasser la capacité affichée du pont (voir articles 6.11 et 5.11.3.1.2 du CCDG).

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 6

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

. *Tome V – Signalisation routière.*

DESCRIPTION

Réparation d'une glissière consistant à fixer ou à remplacer des éléments existants ou à ajouter de nouveaux éléments.

Cette intervention peut s'appliquer également à la réparation d'un garde-fou.

SEUIL D'INTERVENTION

Une réparation de glissière est recommandée seulement si la glissière offre dans son ensemble un niveau de protection acceptable pour les usagers et si les défauts sont localisés.

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts de glissière présentant un danger potentiel pour les usagers.
 - Défauts importants sur une glissière rigide en béton : désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.
 - Poteaux brisés, désagrégés, corrodés, pourris, cassés ou manquants.
 - Lisses ou panneaux endommagés, déformés, désagrégés, corrodés, pourris, cassés ou manquants.
 - Ancrages inadéquats, attaches et pièces d'assemblage mal serrées, corrodées, cassées ou manquantes.

Un ancrage dont l'extrémité dépasse la face supérieure de l'écrou peut être considéré comme structurellement adéquat

S'il y a des dommages ou des défauts sur plus de deux ancrages d'un même poteau de glissière, il est recommandé de prévoir un remplacement complet des ancrages.

Si une glissière n'offre plus un rôle de protection adéquat en raison d'un concept qui n'est plus adapté aux conditions d'utilisation actuelles, il est recommandé d'envisager un remplacement.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 6

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers pendant les travaux, mettre en place les dispositions nécessaires prévues dans les Normes du MTQ – Tome V – Signalisation routière.

A) Glissière rigide en béton

2. Réparation avec coffrages sans surépaisseur (activité 3101).

B) Glissière avec poteaux en acier

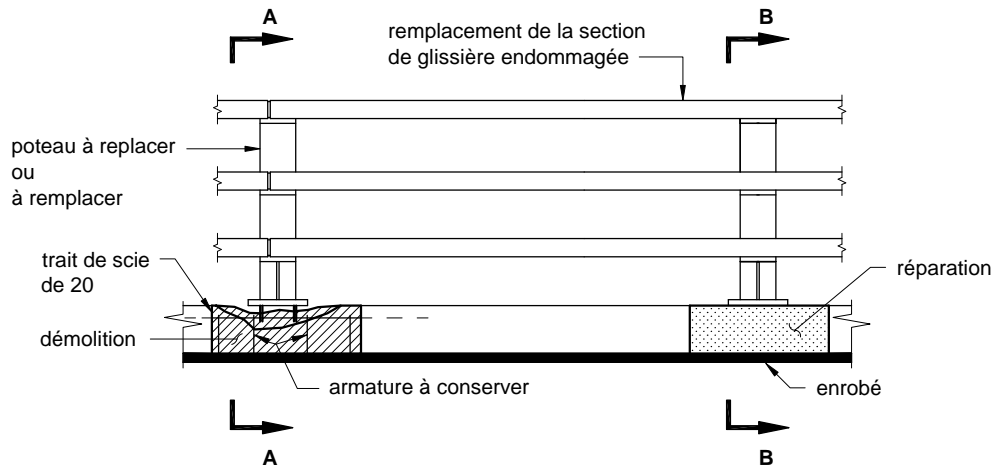
2. Enlever les poteaux et les sections de glissière endommagés en coupant au besoin certaines parties au chalumeau.
3. Pour les parties de glissière à conserver, resserrer les boulons qui ancrent les poteaux et ceux qui attachent les lisses ou les panneaux aux poteaux.
4. Délimiter les surfaces de béton à démolir du chasse-roue ou du trottoir par un trait de scie de 20 mm.
5. Démolir le béton existant à l'aide d'un marteau pneumatique manuel pour enlever les ancrages à remplacer et atteindre le béton sain.
6. Prendre les précautions nécessaires pour conserver l'armature existante du chasse-roue ou du trottoir.
7. Installer de nouveaux ancrages.
8. Reconstruire la partie du chasse-roue ou du trottoir à l'aide de coffrages et de nouveau béton.
9. Après la cure du béton, installer de nouveaux poteaux et de nouvelles sections de glissière en acier galvanisé et les aligner avec les sections existantes.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

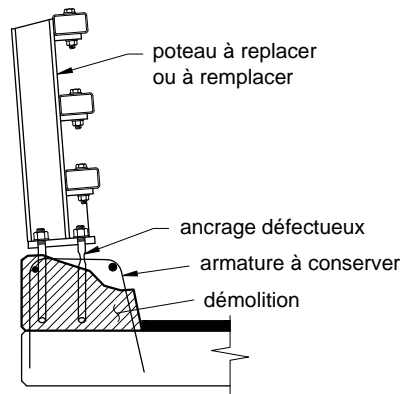
ACTIVITÉ
3071

DATE
Janv 2013

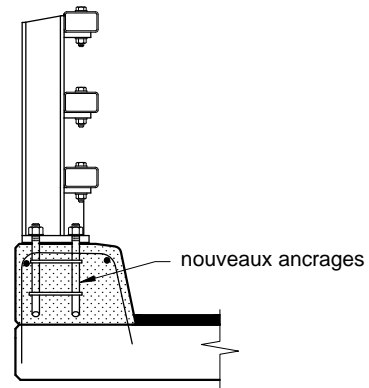
PAGE
3 de 6



ÉLÉVATION



COUPE A-A



COUPE B-B

REPLACEMENT PARTIEL DE LA GLISSIÈRE ET NOUVEAUX ANCRAGES

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 6

C) Réparation d'ancrage

Différentes options s'avèrent possibles pour réparer un ou des ancrages déficients.

Pose d'un nouvel ancrage

2. Nettoyer les zones à réparer.
3. Enlever le poteau, et les sections de glissière adjacentes si nécessaire, en coupant au besoin la partie apparente de l'ancrage déficient. Meuler au besoin.
4. Prévoir la modification de la plaque de base du poteau, soit en perçant un nouveau trou dans la plaque existante si l'espace le permet, ou bien en augmentant la dimension de la plaque en soudant une petite plaque compatible en vue d'y percer un nouveau trou. L'utilisation d'une pièce de transfert (telle une cornière) entre la plaque de base et le poteau peut également être envisagée.
5. Installer un nouvel ancrage dans le chasse-roue ou le trottoir à l'emplacement correspondant au nouveau trou dans la plaque de base du poteau. Un ancrage de type chimique devrait être privilégié en raison de propriétés de résistance supérieures à celles d'un ancrage mécanique. L'ancrage chimique, très homogène, présente moins de risques de diminution d'intégrité structurale sous l'effet de vibrations. Un ancrage mécanique peut être utilisé dans certaines circonstances, comme dans le cas où l'intervention est jugée temporaire.
6. Serrer à fond l'écrou au nouvel ancrage.

Pose d'un écrou allongé spécial

Cette intervention est appropriée dans le cas d'un ancrage légèrement trop court (filets insuffisants entraînant une perte importante de sa capacité), mais dont le reste est en bon état.

2. Nettoyer les zones à réparer.
3. Enlever le poteau, et les sections de glissière adjacentes si nécessaire.
4. Dans la plaque de base du poteau, aléser le trou de l'ancrage déficient au diamètre voulu.
5. Poser l'écrou allongé spécial de type « Elocone » à l'ancrage existant et le serrer à fond.

Soudage de l'ancrage défectueux

2. Nettoyer les zones à réparer.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 6

3. S'il y a lieu, couper ou meuler l'ancrage trop court afin de dégager un peu l'intérieur de l'écrou et de libérer suffisamment d'espace pour effectuer une bonne soudure.
4. Souder le boulon d'ancrage à la plaque de base du poteau de glissière. Exiger une procédure de soudage incluant entre autres des prescriptions de préchauffage.

Note

- . En cas de doute, il peut être approprié de vérifier la nature du type d'acier des ancrages pour s'assurer de leur soudabilité.

D) Glissière avec poteaux en bois

2. Rentrer les clous saillants et en ajouter de nouveau au besoin.
3. Serrer les tire-fond et les boulons lâches; en ajouter de nouveau au besoin.
4. Au besoin, ajouter de nouvelles pièces de bois pour mieux consolider la glissière.
5. Si des pièces doivent être remplacées :
 - . Couper et enlever les pièces de bois pourries ou altérées physiquement;
 - . Mettre en place de nouvelles pièces de bois et les fixer solidement avec des tire-fond ou des boulons.

Note

- . Pour un pont à platelage en bois, on peut consolider un poteau de glissière en même temps que des traverses (activité 3337).

E) Glissière avec poteaux en béton

2. Démolir l'ensemble ou une partie du poteau à l'aide d'un marteau pneumatique manuel jusqu'à obtention du béton sain.
3. Nettoyer à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression et remettre en position adéquate l'acier d'armature à conserver.
4. Si les armatures servant d'ancrage sont irrécupérables ou trop corrodées, prévoir au besoin de nouveaux ancrages, de préférence chimiques.
5. Remplacer les barres d'armature sectionnées ou fortement corrodées.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

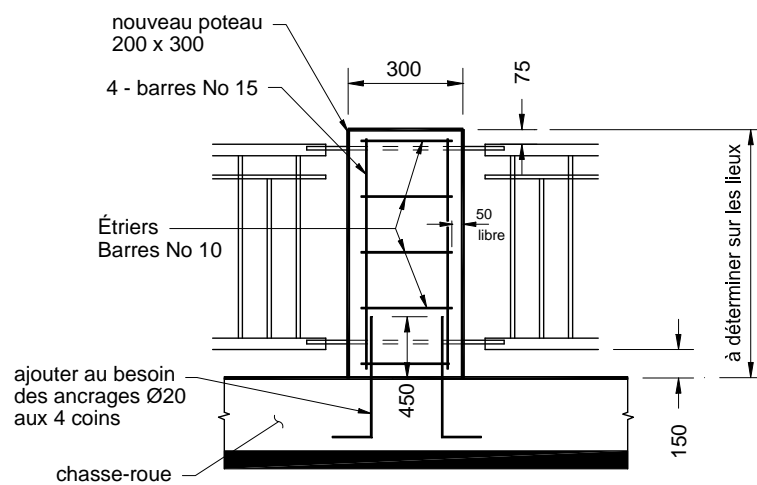
DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 6

- Reconstruire le poteau à l'aide de coffrages et de nouveau béton.
- Prévoir des trous allongés sur les pièces d'attache des lisses ou des panneaux afin de permettre un ajustement final.

Note

- Envisager la réfection d'un poteau en béton seulement si la majorité des poteaux sont en bon état. Sinon, prévoir des mesures temporaires pour assurer la sécurité des usagers et planifier par la suite un remplacement de glissière (activité 3073).



ÉLÉVATION D'UN POTEAU

RACCORDEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3072

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VIII – Dispositifs de retenue.

DESCRIPTION

Correction d'un raccordement inadéquat entre la glissière à l'approche et la glissière d'un pont.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Raccordement inadéquat (tel que différence de hauteur) ou inexistant entre la glissière à l'approche et la glissière du pont constituant un danger pour les usagers.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Corriger au besoin la hauteur de la glissière à l'approche de façon à respecter l'esprit des normes mais en tenant compte de la nature et de la configuration des glissières existantes sur le pont et aux approches.
2. Pour effectuer le raccordement, installer un bout plat qui s'adapte à l'extrémité de la glissière du pont, incluant l'attache pour une glissière en acier sur le pont. Dans le cas d'une glissière à tubes d'acier à l'approche du pont, utiliser les pièces de raccordement prévues à cet effet.
3. Fixer le bout plat (ou les pièces adaptées) du raccordement au dernier poteau de la glissière du pont avec des boulons ou des ancrages appropriés.

Note

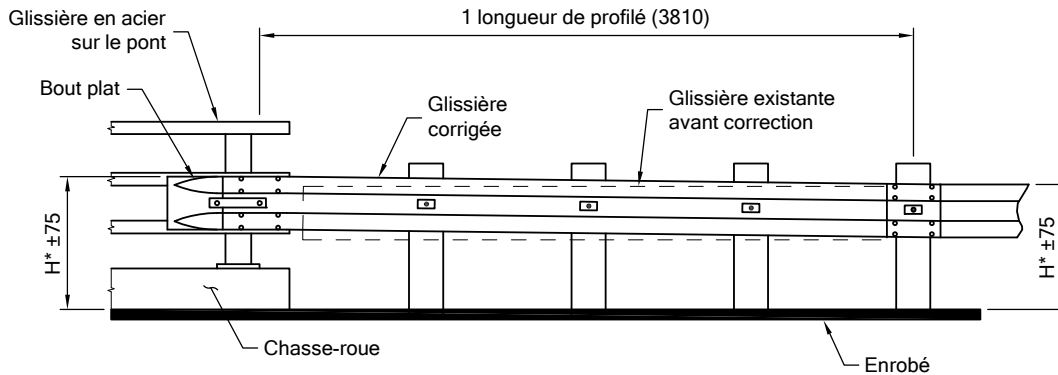
- . Parallèlement à la correction du raccordement de la glissière à l'approche avec celle du pont, s'assurer que la transition de rigidité (espacement entre les poteaux) et l'alignement latéral de la glissière à l'approche sont adéquats (voir activité 3074 – Réparation / Remplacement de glissière à l'approche).
- . La hauteur fonctionnelle de la glissière - H - (voir croquis) peut être différente selon l'âge ou la configuration des glissières en présence. Une hauteur H de 685 mm est une référence pour des glissières anciennes et pour certaines configurations particulières, tandis qu'une hauteur H de 710 mm est spécifiée comme configuration dans les normes actuelles.

RACCORDEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3072

DATE
Janv 2013

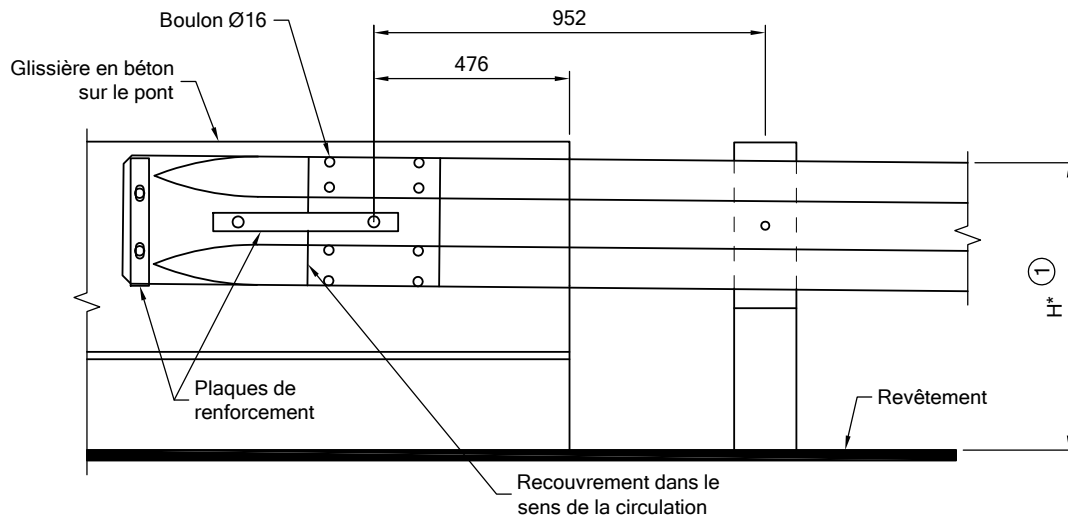
PAGE
2 de 2



Note : Pour respecter la hauteur fonctionnelle de la glissière ($H^* \pm 75$ mm), ajouter ou enlever des matériaux sur l'accotement, ou bien modifier la hauteur de la glissière elle-même.

H^* = Hauteur fonctionnelle de la glissière.

GLISSIÈRE EN ACIER SUR LE PONT - ÉLÉVATION



Note ① : En raison du raccordement avec la surface, la hauteur du profilé peut différer de la hauteur fonctionnelle H^* , mais elle demeure à l'intérieur de la tolérance de ± 75 mm. Cette transition de hauteur doit s'effectuer sur la dernière longueur du profilé (3810 mm).

H^* = Hauteur fonctionnelle de la glissière.

GLISSIÈRE EN BÉTON SUR LE PONT - ÉLÉVATION

REPLACEMENT / AJOUT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . *Tome VIII – Dispositifs de retenue*
- . *Tome III – Ouvrages d'art, chapitre 2*

Manuel de conception des structures

- . Section 12.2 « Dispositifs de retenue »

DESCRIPTION

Remplacement complet d'une glissière inadéquate sur un pont, ou bien ajout d'une nouvelle glissière si elle est inexistante.

Cette intervention peut s'appliquer également au remplacement d'un garde-fou.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Un remplacement de glissière est recommandé lorsque les défauts ou les dommages observés sur la glissière sont généralisés, et que la glissière n'offre plus dans son ensemble un niveau de protection acceptable pour les usagers dans les conditions d'utilisation actuelles.
- . Absence de glissière.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Prévoir des dispositions de signalisation routière pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers pendant les travaux, en conformité avec les dispositions appropriées des Normes du MTQ – *Tome V – Signalisation routière*.
2. Enlever ou démolir la glissière existante.
3. Mettre en place la nouvelle glissière en respectant les exigences prévues aux normes.

REPLACEMENT / AJOUT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Pour une nouvelle glissière en acier

- . Mettre en place de nouveaux ancrages si le remplacement de glissière est effectué dans le cadre d'une reconstruction de la dalle (activité 5003) ou d'une réparation de côté extérieur de dalle (activité 3134).
- . Fixer les poteaux en acier aux ancrages et mettre en place la nouvelle glissière.
- . Aligner du mieux possible la glissière en acier, puis procéder au serrage à fond des boulons d'ancrage.

Notes

- . Le choix d'une nouvelle glissière doit se faire selon le niveau de performance requis (PL1, PL2 ou PL3). Le niveau de performance est déterminé à partir du chapitre 12 de la norme CAN/CSA S6 ou du logiciel développé à la Direction des structures (gli_sec.xls). Pour le choix de la nouvelle glissière, se référer aux Normes du MTQ, Tome III, section 2.12.1 « Dispositifs de retenue sur les ponts » et à la section 12.2 du Manuel de conception des structures.
- . Il faut généralement prévoir le remplacement de la glissière lorsqu'une intervention majeure est prévue sur le tablier d'une structure, telle une reconstruction de dalle sur poutres ou une réparation des côtés extérieurs.
- . À l'inverse, lors du remplacement d'une glissière, il peut s'avérer opportun de procéder à la réparation des côtés extérieurs.
- . Pour un pont à poutres triangulées ayant une largeur suffisante, il est recommandé de mettre en place une glissière conventionnelle de pont, indépendante de la poutre triangulée, avec des poteaux fixés au chasse-roue. Si la largeur du pont est insuffisante, il est possible d'installer un profilé d'acier à double ondulation (GTOG) attaché à la poutre triangulée. Aucune soudure ne doit être faite et aucun trou ne doit être percé dans les membrures de la poutre triangulée pour fixer le profilé, à moins d'avoir été autorisé par un ingénieur.
- . À la suite du remplacement de la glissière sur un pont, s'assurer que la transition entre la nouvelle glissière et la glissière à l'approche respecte les exigences du Ministère. Se référer à l'activité 3072 et aux Normes du MTQ, *Tome VIII – Dispositifs de retenue*.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3074

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . *Tome VIII – Dispositifs de retenue*
- . *Tome VI – Entretien*, chapitre 1, norme 6317-1

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement d'une glissière de sécurité semi-rigide à l'approche de la structure.

Cette intervention peut également être utilisée pour l'installation d'une glissière à l'approche qui était inexistante jusque-là.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Bris, dommage, déformation (telle que mauvais alignement latéral) ou absence de glissière à l'approche, constituant un danger potentiel pour les usagers.
- . Transition de rigidité inadéquate (espacement non conforme des poteaux) de la glissière à l'approche.

MÉTHODE DE TRAVAIL

- . Pour avoir une glissière à l'approche qui est fonctionnelle, deux conditions de base doivent être respectées :
 - une transition de rigidité adéquate;
 - un raccordement approprié à la glissière de la structure (voir activité 3072).
- . Procéder aux correctifs s'il y a lieu.
- . Voir la méthode de travail décrite au *Tome VI – Entretien*, chapitre 1, norme 6317-1 « Entretien des glissières de sécurité semi-rigides ».

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3074

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . Avant d'entreprendre l'installation d'une nouvelle glissière à l'approche, s'assurer que la longueur de la glissière sera conforme aux exigences du *Tome VIII – Dispositifs de retenue*.
- . Lorsque la configuration de la glissière à l'approche justifie la pose d'un dispositif d'extrémité, il est possible d'inclure cette intervention dans la présente activité; le prix unitaire doit être ajusté en conséquence dans le système de gestion.
- . Lors de l'installation d'une nouvelle glissière à l'approche, s'assurer que le raccordement ainsi que la transition de rigidité sont adéquats. Voir *Tome VIII – Dispositifs de retenue*.
- . Lors de la planification de la réparation ou du remplacement d'une glissière à l'approche, prévoir le raccordement de la glissière au pont, ou bien ajuster le prix en conséquence lors de la préparation du plan de travail.
- . Lorsque la glissière à l'approche comporte un désalignement latéral important avec la glissière de la structure, de sorte que la transition longitudinale n'est pas conforme aux normes (biseau de 1:40 ou de 1:20 selon le sens de la circulation), il est recommandé de procéder à une relocalisation complète de la glissière à l'approche.
- . Lorsque la glissière à l'approche n'a qu'un désalignement latéral mineur par rapport à la glissière de la structure, il est possible d'envisager une relocalisation partielle de la lisse (par le biais d'un ajout de blocs espaceurs par exemple).

RÉPARATION DE MUR DE SOUTÈNEMENT EN BÉTON

ACTIVITÉ
3081

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec coffrages sans surépaisseur, avec coffrages et surépaisseur ou avec béton projeté d'un mur de soutènement en béton armé.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés sur une étendue restreinte, mais significative.
- . Défauts du béton observés sur un mur et pouvant, de façon importante, réduire sa capacité à supporter les charges ou affecter sa stabilité.

Si les défauts de béton observés sur un mur affectent de façon très importante sa stabilité, il est recommandé d'envisager son remplacement (activité 5001).

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur

- . Délaminage ou éclatement du béton sur une petite partie de la surface d'un mur, à condition que le recouvrement des armatures soit supérieur à 30 mm et qu'il n'y ait pas d'autres défauts sur le reste de la surface.

B) Réparation avec coffrages et surépaisseur

- . Défaut important sur une partie significative de la surface d'un mur : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur

1. Voir activité 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur.
2. Voir activité 3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE MUR DE SOUTÈNEMENT EN BÉTON

ACTIVITÉ
3081

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Note relative à A)

- . Dans le cas où les surfaces endommagées sont nombreuses, mais petites et éloignées les unes des autres, une réparation avec coffrages sans surépaisseur peut être préférable à une réparation avec coffrages et surépaisseur, à condition que le recouvrement des armatures soit supérieur à 30 mm.

B) Réparation avec coffrages et surépaisseur

1. Voir activité 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur.

Note relative à B)

- . Il faut éviter de faire des réparations avec surépaisseur dont les contours épousent ceux des dommages. Cette façon de faire entraîne généralement des difficultés d'exécution et n'assure aucune protection aux surfaces adjacentes aux réparations qui sont susceptibles d'être endommagées à court terme.
- . La réparation avec surépaisseur peut être limitée en hauteur; cependant, il est recommandé d'effectuer cette réparation sur toute la longueur du mur pour minimiser les effets sur l'esthétique.

Notes concernant A) et B)

- . La réparation d'un mur de soutènement doit être effectuée de façon à le déparer le moins possible (par exemple, reproduction de motifs architecturaux tels que l'existant).
- . La réparation doit être interrompue vis-à-vis chacun des joints de construction qui séparent les sections de murs.
- . Dans le cas d'une fissuration, une obturation par injection ou une réparation de fissure (activité 3115) peut être envisagée en fonction de l'ouverture et de l'état d'activité des fissures observées. Pour une obturation par injection, se référer à l'activité 3106 lorsque les 2 faces du mur sont accessibles; la méthode d'injection doit être adaptée si une seule face du mur est accessible.

RÉPARATION DE PONCEAU EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3091

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Manuel de conception de ponceaux – chapitre 10.

DESCRIPTION

Réparation avec coffrages sans surépaisseur, avec coffrages et surépaisseur ou avec béton projeté d'un ponceau en béton armé.

Cette intervention peut également consister à réhabiliter le ponceau par l'insertion d'une nouvelle conduite.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts de béton observés sur une étendue restreinte mais significative d'un ponceau.
- . Défaut de béton pouvant réduire de façon importante la capacité du ponceau à supporter les charges.

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur

- . Délaminage ou éclatement du béton sur une petite partie de la surface d'un mur ou des parties inférieures (naissances) d'une voûte.

Le recouvrement des barres d'armature doit être supérieur à 30 mm et il ne doit y avoir aucun autre défaut sur le reste de la surface.

B) Réparation avec coffrages et surépaisseur

- . Défauts importants sur une grande partie de la surface d'un mur ou des parties inférieures (naissances) d'une voûte : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

C) Réparation avec béton projeté

- . Délaminage ou éclatement du béton sur la surface du dessous d'une dalle ou d'une voûte.

Le recouvrement des barres d'armature doit être supérieur à 30 mm et il ne doit y avoir aucun autre défaut sur le reste de la surface.

RÉPARATION DE PONCEAU EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3091

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 4

D) Réparation de fissure

- . Fissure dans le béton ou joint déficient engendrant une perte importante de matériau de remblai.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur

Voir activité 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur.

B) Réparation avec coffrages et surépaisseur

Voir activité 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur.

C) Réparation avec béton projeté

Voir activité 3103 – Réparation avec béton projeté.

D) Réparation de fissure

Voir activité 3115 – Réparation de fissure

ou

Voir activité 3106 – Obturation de fissure par injection

Notes concernant A), B) et C)

- . Lorsqu'un élément de ponceau est affecté par des défauts qui diminuent de façon très importante sa capacité, la méthode d'intervention doit être déterminée par un ingénieur en structure. Envisager un remplacement complet de la structure (activité 5001).
- . La réparation avec coffrages sans surépaisseur et la réparation avec béton projeté ne doivent pas être utilisées pour les surfaces submergées.
- . La réparation d'un ponceau ne doit pas diminuer la section d'écoulement de l'eau ni perturber cet écoulement, à moins d'avis contraire d'un ingénieur en hydraulique. Pour ces raisons, il peut être préférable d'exécuter une réparation avec coffrages sans surépaisseur plutôt qu'une réparation avec coffrages et surépaisseur même lorsque les surfaces en cause sont supérieures à 10 %.
- . La réparation doit être interrompue vis-à-vis chacun des joints de construction qui séparent les sections du ponceau.

RÉPARATION DE PONCEAU EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3091

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 4

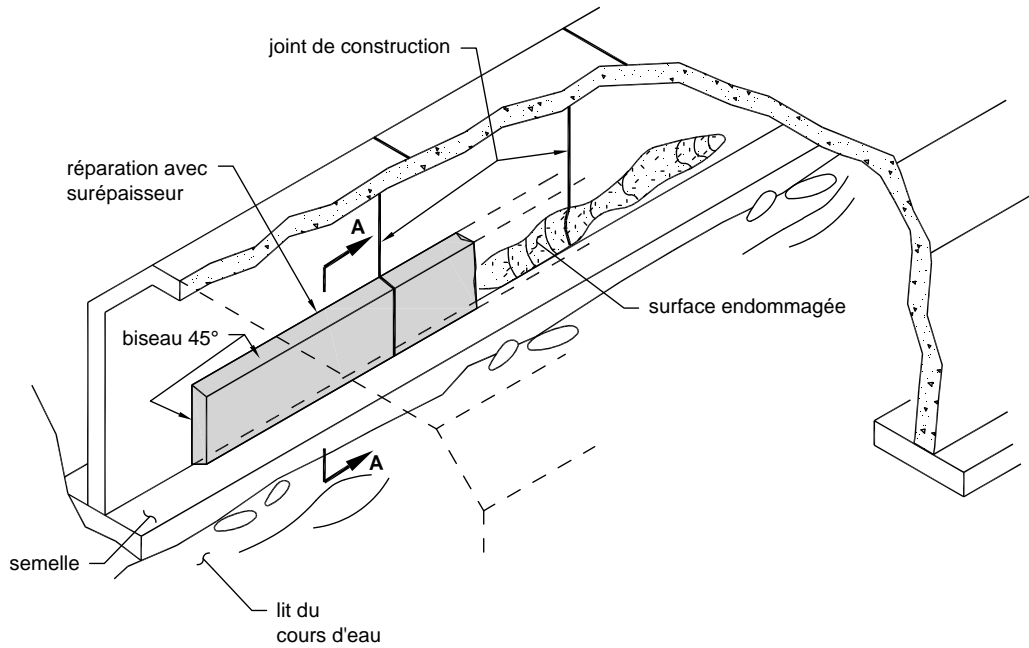
- . La réparation d'un ponceau peut nécessiter la mise en place d'un batardeau. La construction de ce type d'ouvrage nécessite l'obtention d'un certificat d'autorisation de construction délivré par le ministère responsable de l'environnement. Cette autorisation est accordée sous réserve que les travaux soient exécutés selon une méthode déterminée et à une période définie, généralement limitée à quelques semaines.
- . Pour des interventions sur des ponceaux de petit diamètre, se référer au *Manuel de conception de ponceaux*, chapitre 10 – Entretien et réparation.
- . Dans le cas d'une réhabilitation par insertion, l'intervention doit être planifiée par un ingénieur en structure, de concert avec un ingénieur en hydraulique.

RÉPARATION DE PONCEAU EN BÉTON ARMÉ

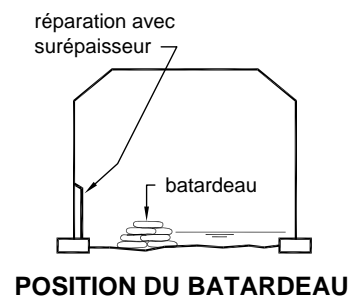
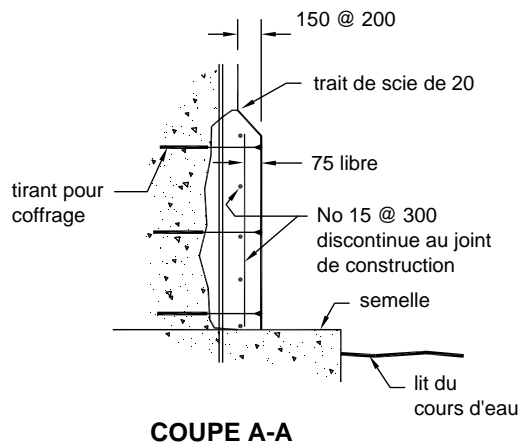
ACTIVITÉ
3091

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 4



INTÉRIEUR D'UN PONCEAU



RÉPARATION DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3092

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des ponceaux :

- . Entretien et réfection, chapitre 10.

DESCRIPTION

Réparation d'un ponceau en acier soit par un gainage du radier au moyen de béton lorsque les défauts sont situés dans la partie inférieure du ponceau, soit par l'insertion d'un tuyau en polyéthylène haute densité à l'intérieur du ponceau existant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts d'acier (corrosion, fissuration) réduisant de façon importante la capacité d'un ponceau à supporter les charges.
- . Déformation importante de la section transversale.
- . Perte de matériaux importante au pourtour d'un ponceau.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Gainage du radier

1. Au besoin, assécher le ponceau en bloquant ou détournant le cours d'eau. Dans les cas des ouvrages où circule de l'eau, un batardeau est généralement requis puisque les travaux à l'intérieur des ouvrages doivent être effectués à sec.
2. Enlever les matériaux et les débris déposés dans le ponceau.
3. Préparer les surfaces d'acier de façon à obtenir un degré de soin minimal (SSPC-SP 3).
4. Procéder au gainage du radier, soit en utilisant un béton coulé en place, soit avec du béton projeté.

Le type de mise en place du béton (coulé en place ou projeté) dépend de diverses conditions, telles que réduction de section possible, hauteur des parois où l'on doit intervenir, localisation du site).

RÉPARATION DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3092

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 3

Il n'est pas recommandé de réaliser des travaux de gainage du radier à l'intérieur d'un ponceau dont le diamètre est inférieur à 2 m.

Insertion d'un tuyau

1. Au besoin, assécher le ponceau en bloquant ou détournant le cours d'eau. Dans les cas des ouvrages où circule de l'eau, un batardeau est généralement requis puisque les travaux à l'intérieur des ouvrages doivent être effectués à sec.
2. Enlever les matériaux et les débris déposés dans le ponceau.
3. Insérer dans le ponceau existant un nouveau ponceau de diamètre plus petit que la section déformée, pourvu que les paramètres hydrauliques le permettent. Il n'est pas recommandé d'insérer des tuyaux ayant un diamètre supérieur à 3 000 mm.

Pour l'intervention sur des tuyaux de plus grand diamètre, l'utilisation de plaques de revêtement posées de l'intérieur du ponceau est recommandée.

4. Comblent l'espace existant entre les deux ponceaux à l'aide d'un mortier cimentaire fluidifié. Si la différence de diamètre entre le tuyau inséré et le ponceau existant est très faible, un coulis de ciment peut être utilisé.
5. Aux extrémités du nouveau ponceau, faire une transition entre les deux diamètres avec du béton, en veillant à respecter la pente du cours d'eau.

Vides au pourtour du ponceau (derrière la paroi)

- . Lorsqu'il y a des vides ou une perte de matériaux au pourtour du ponceau, profiter de l'intervention pour combler ces vides à l'aide de coulis injecté sous pression.
- . L'injection se fait généralement à la suite des travaux d'insertion ou de gainage de radier.
- . Lorsqu'il y a perte de matériaux au pourtour d'un ponceau, une intervention peut être nécessaire pour consolider l'intégrité structurale des matériaux ceinturant le ponceau. Consulter un ingénieur en mécanique des sols.

Notes concernant A) et B)

- . La réparation de ponceau en acier doit toujours être précédée d'une étude hydraulique confirmant la possibilité de réduire le diamètre du ponceau. Cette étude, réalisée par un ingénieur en hydraulique, doit être complétée au besoin par des analyses faites par un ingénieur en structure et un ingénieur en mécanique des sols.

RÉPARATION DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3092

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 3

- . Dans certains cas particuliers de corrosion ou d'abrasion très locale, il peut être possible de fixer une section d'acier sur la portion corrodée ou usée.
- . Si le défaut observé ne touche qu'une courte portion du ponceau, l'insertion d'un nouveau ponceau doit être limitée à cette section. Une transition doit alors être faite sur le plancher afin de permettre l'écoulement de l'eau.
- . Il doit y avoir suffisamment d'espace pour le nouveau ponceau. Si l'étude hydraulique démontre qu'on ne peut réduire le diamètre du ponceau, le remplacement de ponceau en acier (activité 5001 – Remplacement de la structure) doit être envisagé. Il est parfois possible de réduire le diamètre d'un ponceau en créant un bassin de rétention en amont du ponceau.
- . D'autres interventions sont possibles pour la remise en état de ponceaux en acier qui sont détériorés. Parmi ceux-ci, mentionnons l'insertion de tuyaux en béton et l'installation d'un revêtement en tôle d'acier. Consulter un ingénieur en hydraulique et un ingénieur en structure pour la réalisation de ces activités.
- . Il est recommandé de construire un mur parafouille à l'entrée ou à la sortie d'un ponceau réhabilité si les conditions d'écoulement de l'eau peuvent favoriser un affouillement en raison d'un rehaussement du radier ou de l'augmentation de la vitesse d'écoulement.
- . Pour des interventions sur des ponceaux de petit diamètre, se référer au *Manuel de conception de ponceaux*, chapitre 10 – Entretien et réparation.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 11

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VII – Matériaux, chapitre 3

DESCRIPTION

Réparation d'un élément en béton consistant à enlever le béton endommagé sur une certaine profondeur et à refaire la surface avec du béton mis en place dans des coffrages. Cette réparation peut être faite avec du béton de masse volumique normale ou du béton autoplaçant.

La réparation avec du béton projeté ou du béton autoplaçant visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus des armatures existantes dégagées doit être réalisée sur les principes d'une réparation sans surépaisseur.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères de base suivants :

- . Délaminage ou éclatement du béton observé sur une étendue restreinte de la surface d'un élément; les autres parties de la surface de l'élément ne doivent pas présenter d'autres défauts. Le béton sous-jacent doit être de bonne qualité, le recouvrement des barres d'armature doit être idéalement de l'ordre de 50 mm pour une réparation avec un béton de masse volumique normale et de 30 mm avec du béton autoplaçant. Un recouvrement des barres d'armature de moins de 50 mm sans être inférieur à 30 mm peut être acceptable pour une réparation avec un béton de masse volumique normale, à condition d'utiliser un gros granulat de calibre 5-14.

MÉTHODE DE TRAVAIL

De façon générale, on utilise du béton autoplaçant afin de réparer des éléments minces et élancés (poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes) dont le béton est de bonne qualité, lorsque l'utilisation d'un béton de masse volumique normale est problématique : surfaces à réparer d'accès difficile, endroit restreint, consolidation du béton difficile, élément fortement armé.

La réparation avec coffrages sans surépaisseur comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton;
- . La préparation des surfaces;

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 11

- . La reconstruction de la surface en béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Délimiter la surface à réparer par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . Les surfaces de béton délaminé à réparer doivent être détectées et précisées en utilisant un marteau de géologue ou de maçon.
 - . Les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et dépasser d'au moins 150 mm le pourtour de la surface endommagée.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles d'une réparation; la délimitation est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel de 7 kg. Les surfaces à réparer doivent être intégrées en une seule si elles se trouvent à moins de 600 mm l'une de l'autre.
 - . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
2. Démolir le béton jusqu'au béton sain et jusqu'à la profondeur minimale requise, soit :
 - . 100 mm, lorsqu'un béton de masse volumique normale est utilisé. Pour une réparation de grandes dimensions, une profondeur minimale de démolition de 125 mm est recommandée pour être en mesure d'utiliser des tirants de coffrages standards (longueur 100).
 - . 80 mm, lorsqu'un béton autoplaçant est utilisé. Pour une réparation de grandes dimensions, une profondeur minimale de démolition de 100 mm est recommandée pour pouvoir utiliser des tirants de coffrages spéciaux (longueur 75).
 - . Est considéré comme sain un béton non délaminé dont le lien entre les constituants n'est pas détruit par l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.
 - . La profondeur de démolition peut être inférieure à 100 mm lorsqu'il y a un risque d'affecter l'intégrité d'éléments fragiles comme dans le cas de poutres en béton précontraint (par exemple gaines et torons).
 - . Les équipements de démolition doivent être choisis et manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 11

- . Les balises générales pour la démolition du béton sont les suivantes :
 - Pour la démolition du béton vis-à-vis et sous la première nappe d'armature des poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 7 kg doit toujours être utilisé.
 - Pour la démolition du béton au-dessus de la première nappe d'armature des poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés et pour la démolition du béton vis-à-vis et sous la première nappe d'armature des autres éléments, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg doit être utilisé.

L'utilisation d'un support hydraulique adapté au marteau pneumatique 15 kg (de type P.A.M.) est permise et même encouragée en raison d'une opération plus sécuritaire et d'une productivité accrue, sans augmenter l'énergie de choc du marteau.

 - Pour la démolition du béton situé au-dessus de la première nappe d'armature des éléments autres que les poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés semblables, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 30 kg doit être utilisé. Un marteau hydraulique d'énergie de choc inférieur à 60 J peut être accepté en équivalence.
 - Pour de grandes surfaces verticales d'éléments d'épaisseur supérieure à 450 mm, un marteau hydraulique d'énergie de choc inférieur à 200 J monté sur un équipement motorisé peut être utilisé pour la démolition du béton jusqu'à l'armature. Si plusieurs marteaux hydrauliques sont utilisés sur un élément, la distance entre chacun doit être supérieure à 5 m. - . L'hydrodémolition peut être utilisée partout où cette technique est applicable. La récupération des eaux résiduelles et la production de niveaux de bruit élevés en sont les principales contraintes d'exécution.
 - . Dans le cas de surfaces ayant un recouvrement de béton important par-dessus les armatures, l'utilisation d'un scarificateur pour démolir jusqu'à la première nappe peut être une solution envisageable.
3. Dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes par la démolition.
- . Lorsque la démolition entraîne le dégagement d'une grande quantité d'armatures, ces dernières devraient être fixées au béton avec des ancrages disposés à une distance maximale de 600 mm c/c dans les deux directions. Pour une réparation de petites dimensions, la distance entre les ancrages pourrait être diminuée. Les ancrages peuvent être des tiges en acier d'un diamètre de 12 mm ancrées mécaniquement dans le béton à une profondeur minimale de 200 mm.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 11

Notes relatives à la démolition

- . Pour s'assurer que la durabilité de la réparation sans surépaisseur ne soit pas compromise par une activité corrosive, les armatures doivent être dégagées de 25 mm de façon à pouvoir être nettoyées en dessous comme au-dessus.
- . Le dégagement des armatures permet en outre d'intégrer les armatures existantes au nouveau béton et assure ainsi un meilleur ancrage avec le béton conservé.
- . Lorsque les travaux touchent une partie importante de l'élément, l'impact du dégagement des armatures sur la capacité de cet élément doit être évalué par un ingénieur en structure, spécialement dans le cas d'éléments structurellement sensibles comme les colonnes, les chevêtres et les poutres.
- . Dans la plupart des cas, la démolition sur une profondeur de 100 mm assure le dégagement des barres d'armature.
- . Lorsqu'il y a la présence de plus de deux rangs d'armatures, il ne faut dégager qu'un rang dans chaque direction.
- . Dans les cas où aucune armature ne serait rencontrée dans des éléments structurellement sensibles, les travaux doivent être suspendus, et leur poursuite devrait être évaluée par un ingénieur en structure.

B) Préparation des surfaces

1. Une préparation des surfaces doit être réalisée à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'abrasif humide sur :
 - Les barres d'armature ayant été exposées lors de la démolition, pour enlever toute la rouille détachable (strates, couches...). Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones plus difficiles d'accès, comme le dessous des barres d'armature.
 - Les surfaces de béton à conserver pour détacher les particules et les granulats.
 - Les surfaces d'acier de charpente en contact avec le nouveau béton, s'il y a lieu, le but visé étant le même que pour l'acier d'armature.

L'étape de la préparation des surfaces n'est pas requise lorsque la démolition est effectuée par hydrodémolition car le type d'équipement utilisé pour cette méthode donne les mêmes résultats que la préparation en tant que telle.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 11

2. Une fois la préparation de base complétée, nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

Ce nettoyage final doit être effectué même lorsque l'hydrodémolition est utilisée comme méthode pour enlever le béton.

C) Reconstruction de la surface en béton

1. Au besoin, supporter ou fixer les armatures existantes.
 - . Les armatures dégagées doivent être fixées aux tirants de coffrages lorsque la plus petite dimension de la réparation est supérieure à 1500 mm, en assumant que la profondeur de démolition permet la pose de tirants.
 - . Les barres d'armature des surfaces verticales doivent être attachées aux tirants des coffrages; des espaceurs circulaires en plastique peuvent être également utilisés pour maintenir les armatures en position verticale.
 - . Les armatures se trouvant à moins de 50 mm de la surface doivent, si possible, être déplacées vers l'intérieur afin d'augmenter leur recouvrement.
2. Au besoin, ajouter des armatures de même diamètre que celles existantes pour compenser la perte d'acier des barres dont la section est diminuée de plus de 30 %, soit par la corrosion, soit par les travaux de démolition.
 - . En général, la perte de section sur des barres d'armature peut être compensée globalement. Ainsi, dans le cas où plusieurs barres auraient une perte de section de l'ordre de 30 %, il serait possible de n'ajouter qu'une barre supplémentaire pour trois barres détériorées.
 - . Pour établir la continuité, la longueur de chevauchement nécessaire de part et d'autre de la section endommagée doit être d'au moins 600 mm. Pour de l'armature structurale, cette longueur doit être calculée par un ingénieur en structure. Aucune jonction par soudure ne doit être réalisée sur une barre d'armature existante sans l'autorisation préalable d'un spécialiste en métallurgie.
3. Au besoin, poser des ancrages et des armatures.
 - . Lorsque les travaux de démolition ne permettent pas de découvrir d'armature, la couche de béton de réparation doit être armée et ancrée au béton conservé.
 - . Les armatures doivent être des barres n° 15 espacées à 300 mm c/c dans les deux directions et posées de manière à obtenir un recouvrement de béton de 50 mm.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 11

- . L'option à privilégier pour fixer ces armatures est de les attacher aux tirants de coffrages.
 - . L'autre option possible pour fixer les armatures est de les attacher à des ancrages, préalablement installés à 600 mm c/c dans les deux directions. Prévoir un espacement plus petit pour une réparation de faibles dimensions (ex. : plus petit que 2 m x 2 m). Des ancrages chimiques (époxy) ou au moyen de coulis cimentaire peuvent être utilisés. Les ancrages sont des barres d'armature n° 15 munies d'un crochet de 100 mm de longueur. La profondeur d'ancrage est de 300 mm si un coulis cimentaire est utilisé, et de 200 mm dans le cas d'un ancrage chimique.
4. Installer les coffrages.
- . Les coffrages doivent être installés de façon à obtenir une surface dans le même plan que les surfaces environnantes tout en conservant un recouvrement des armatures de 50 mm, et de manière à éviter les fuites du béton sur le pourtour de la réparation. Toutefois, un recouvrement de 30 mm peut être toléré lorsque la réparation d'éléments comme les poutres ne permet pas d'obtenir un recouvrement plus épais.
 - . Pour des travaux usuels de réparation de surfaces verticales dont la plus petite dimension est supérieure à 1500 mm, les ancrages prévus pour fixer les armatures sont constitués par les tirants en acier servant à maintenir les coffrages en place. Toutefois, ce mode de fixation des armatures n'est applicable que lorsque la profondeur de démolition est d'au moins 125 mm pour les tirants de coffrage standards, et d'au moins 100 mm pour des tirants de coffrages spéciaux.
 - . Les coffrages doivent être neufs, parfaitement étanches et suffisamment rigides pour pouvoir résister à la poussée d'un béton très fluide sans subir de déformation.
 - . Dans le cas où la surface complète d'un élément ou d'une partie d'élément doit être réparée (ex. : un côté d'une colonne), les coffrages doivent être mis en place pour obtenir un recouvrement de 50 mm.
5. Faire des ouvertures dans les coffrages pour la mise en place du béton lorsque la hauteur de l'intervention est supérieure à 1,2 m.
- . Les ouvertures de bétonnage doivent être disposées de façon à limiter à 1,2 m la hauteur de chute du béton et à favoriser sa mise en place.
 - . Lorsque le bétonnage doit être effectué sur le pourtour de colonnes de petites dimensions, les ouvertures doivent être situées sur des faces opposées de l'élément.
 - . Pour les colonnes de grandes dimensions ou pour les surfaces verticales planes (mur de front d'une culée, fût d'une pile, mur de soutènement, etc.), la distance horizontale entre les ouvertures ne devrait pas dépasser 2 m.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 11

- . Dans le cas de réparations effectuées avec du béton autoplaçant pompé, les ouvertures peuvent être omises en autant que les hauteurs maximales de chute soient respectées.
- 6. Nettoyer l'intérieur des coffrages de tout débris à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression ou bien d'un aspirateur.
- 7. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface et au fond des coffrages doit toutefois être enlevée avant le bétonnage.
 - . Le fait d'humidifier les surfaces de béton jusqu'à saturation et de les laisser s'assécher favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.
- 8. Procéder à la mise en place du béton.
 - . La réparation avec coffrages sans surépaisseur est généralement réalisée en utilisant un béton autoplaçant de réparation de type XIV-R ou de type XIV-S (en sac - pour de petites quantités), le tout selon la norme MTQ 3101.
 - . Les propriétés les plus importantes d'un béton autoplaçant (XIV-R ou XIV-S) par rapport à un béton de masse volumique normale de type V sont une fluidité très élevée sans présenter de ségrégation, et la capacité à combler intégralement l'espace entre les barres d'armature. La fluidité de ce béton est obtenue par l'ajout d'un superplastifiant et d'un agent colloïdal, ainsi que par l'utilisation d'un gros granulat 2,5-10.
 - . Si la mise en place du béton autoplaçant est faite au moyen d'une pompe à béton, le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent permettre d'éviter la ségrégation du béton. Ainsi, la ligne de pompage doit toujours être pleine durant le pompage et elle doit se terminer par une section réductrice de 75 mm.

Notes relatives au béton

- . Les caractéristiques du béton autoplaçant font qu'il n'est pas nécessaire de le vibrer.
- . Un tassement de l'ordre de 0,5 % est observé sur le béton autoplaçant à l'état frais. Afin d'éviter la formation d'une zone de vides en haut d'une réparation verticale, une ouverture en entonnoir doit être aménagée dans la partie supérieure du coffrage de manière à créer une surpression sur le béton de réparation (voir détail type).

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
8 de 11

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.

- . Après l'enlèvement des coffrages, la cure doit être poursuivie, s'il y a lieu, en utilisant l'une des deux méthodes de cure décrites à l'article 15.4.3.5.9 du CCDG (toiles imbibées d'eau, matériau de cure formant membrane).

2. Procéder à l'enlèvement des coffrages.

- . Le délai requis pour l'enlèvement des coffrages pour un béton autoplaçant est plus long que pour un béton de masse volumique normale. Le gain de résistance à la compression d'un béton autoplaçant s'effectue à plus long terme que pour un béton de masse volumique normale; cela est dû à l'utilisation d'adjuvant retardateur de prise en surdosage qui a pour effet de ralentir la prise du béton et les gains de résistance en bas âge.

Au besoin, des cylindres supplémentaires peuvent être échantillonnés lors du contrôle de réception du béton pour vérifier son gain de résistance.

3. Vérifier l'adhérence du béton de réparation au béton conservé en frappant la surface avec un marteau de maçon ou de géologue. Un son creux indique un manque d'adhérence et exige une reprise de la réparation dans la zone déficiente.
4. Faire la correction des surfaces et enlever les bavures du béton sur le pourtour de la surface réparée.
5. Remplir les trous laissés par les attaches des coffrages et les cavités laissées par les ouvertures de bétonnage avec un mortier cimentaire en sac (norme MTQ 3801).
6. Pour un élément apparent, l'ensemble des surfaces devrait être nettoyé pour faire disparaître toute trace d'enduit, de peinture, de rouille ou autre saleté et donner au béton une apparence uniforme.

Notes générales

- . La réparation avec coffrages sans surépaisseur est utilisée pour corriger les dommages des surfaces de béton délaminé ou éclaté lorsque le béton de l'élément semble de bonne qualité et que l'envergure des dommages est faible. Elle a principalement pour but de restaurer l'aspect de l'élément et de protéger les armatures contre la corrosion. Elle peut aussi permettre de rétablir l'intégrité structurale de l'élément si le lien est de bonne qualité, mais elle n'est généralement pas utilisée à cette fin.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
9 de 11

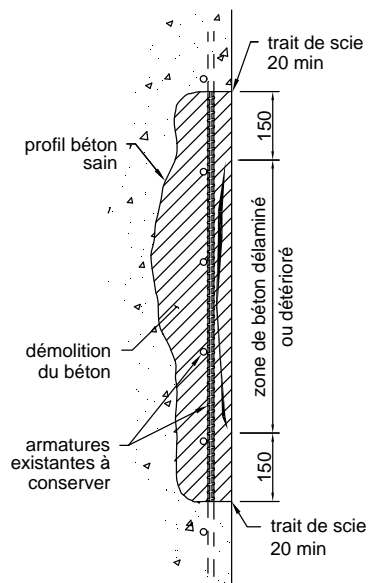
- . La réparation avec coffrages sans surépaisseur d'un élément exposé aux sels de déglçage ne permet pas de garantir l'efficacité de la réparation, car l'activité corrosive peut se poursuivre autour des surfaces réparées.
- . Toutes les surfaces des éléments réparés avec coffrages sans surépaisseur et soumises à l'action de l'eau et des sels de déglçage devraient être imperméabilisées à l'aide d'un polymère de silicone de type silane (voir activité 1061), de façon à diminuer les risques de propagation de la détérioration autour des surfaces réparées et à prévenir la détérioration prématurée des parties réparées. Il est recommandé d'imperméabiliser l'ensemble des surfaces de l'élément ayant fait l'objet d'une réparation sans surépaisseur pour ralentir l'activité corrosive et ainsi retarder l'apparition de défauts.
- . Pour des éléments visibles ou fortement exposés aux sels de déglçage, la pose d'un enduit de surface sur l'ensemble des zones où des réparations ont été effectuées peut être justifiée (voir activité 1062).
- . Une réparation sans surépaisseur ne doit normalement pas être réalisée par temps froid en raison des risques élevés de gel du béton (faibles volumes de béton, grandes superficies).
- . Pour une réparation à réaliser sous l'eau, se référer à l'activité 3105.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

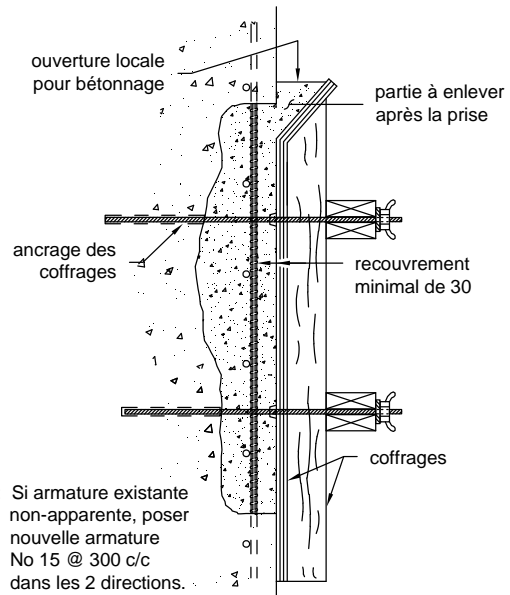
ACTIVITÉ
3101

DATE
Janv 2013

PAGE
10 de 11

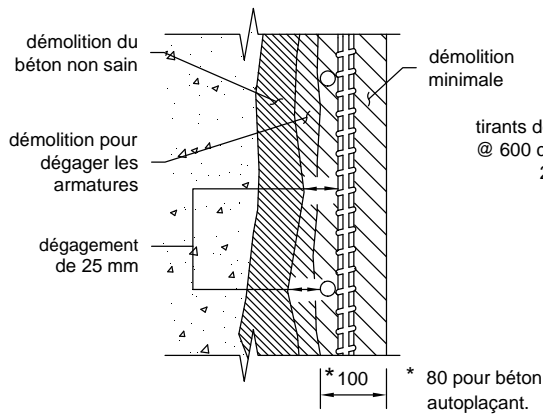


DÉMOLITION

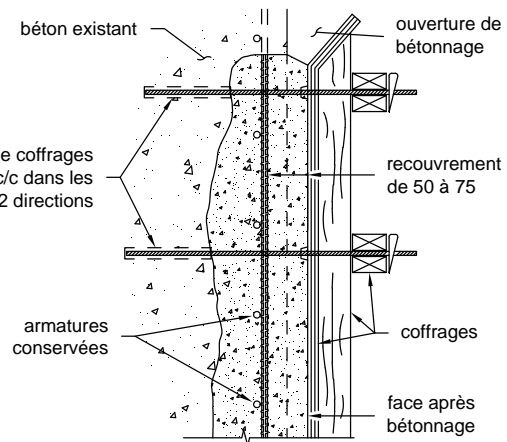


Note : Si armature existante non-apparante, poser nouvelle armature No 15 @ 300 c/c dans les 2 directions.

**Même plan que surface existante
RECONSTRUCTION**



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



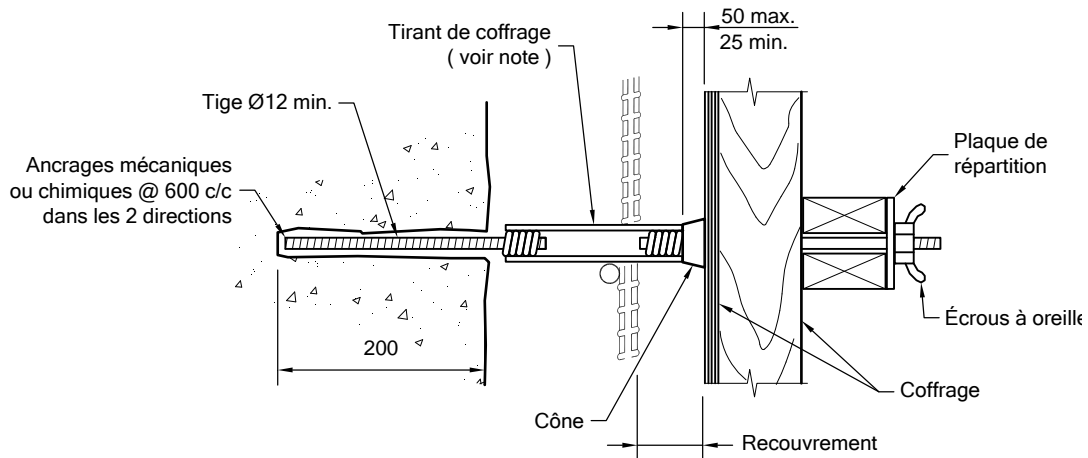
**Pour augmenter le recouvrement
RECONSTRUCTION**

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

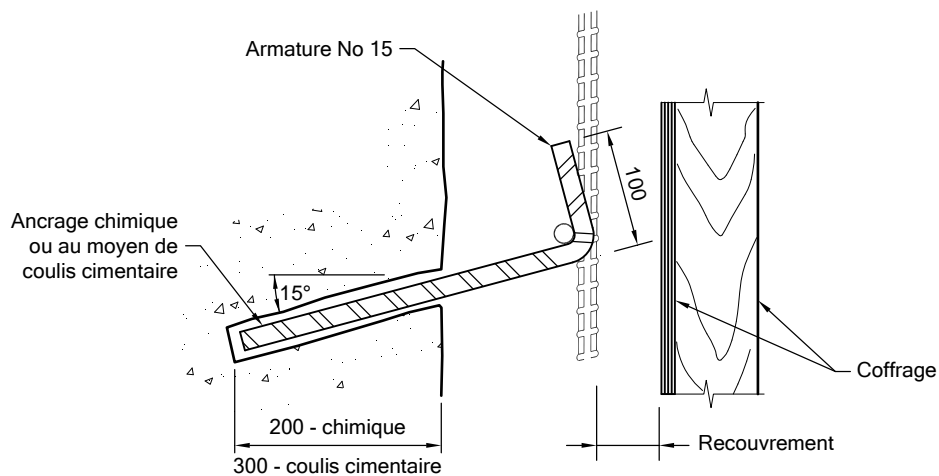
DATE
Janv 2013

PAGE
11 de 11



TIRANT UTILISÉ COMME ANCRAGE

NOTE : Méthode applicable si profondeur de démolition : ≥ 125 mm pour tirants standards (long. 100)
 ≥ 100 mm pour tirants spéciaux (long. 75)



ANCRAGE

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 9

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VII – Matériaux, chapitre 3

DESCRIPTION

Réparation d'un élément en béton consistant à enlever du béton détérioré et à recouvrir la surface d'une couche de béton armé retenue à l'élément par des ancrages. Cette réparation peut être faite avec du béton de masse volumique normale ou du béton autoplaçant.

La réparation avec surépaisseur est réalisée en ajoutant une nouvelle couche de béton armé (surépaisseur) sur des surfaces existantes d'élément qui sont dégradées.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères de base suivants :

- . Désagrégation importante, délaminage ou éclatement du béton, ou corrosion importante des armatures observés sur une étendue significative de la surface de l'élément.

MÉTHODE DE TRAVAIL

La réparation avec coffrages et surépaisseur comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton;
- . La préparation des surfaces;
- . La construction de la surépaisseur en béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Délimiter par un trait de scie de 10 mm de profondeur la surface à recouvrir d'une surépaisseur.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles de la surface réparée; la délimitation est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 9

- . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
2. Démolir le béton jusqu'à une profondeur minimale de 10 mm.
- . Les travaux de démolition servent à enlever le béton désagrégé, à découvrir un béton d'une qualité minimale et à obtenir une surface rugueuse comme surface de contact avec le nouveau béton.
 - . Dans le cas d'un béton de bonne qualité, ce type de surface est obtenu en bouchardant le béton sur une profondeur minimale de 10 mm. Le bouchardage doit produire une surface suffisamment rugueuse pour obtenir une texture correspondant au moins à la rugosité CSP 7 spécifiée dans le document *Guideline 03732* publié par l'ICRI.
 - . Pour du béton de mauvaise qualité, la démolition doit se limiter à l'enlèvement du béton qui est désintégré par un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm). Le béton qui résiste à ce jet d'eau peut être conservé même si sa résistance est considérée comme faible.
 - . Les travaux de démolition doivent également prévoir l'enlèvement de tout le béton délaminé.
 - . Dans le cas d'une réparation de poutre, tout le béton de mauvaise qualité devrait être enlevé, et ce, sous la supervision d'un ingénieur en structure.
 - . Les équipements de démolition doivent être choisis et manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.

B) Préparation des surfaces

1. Une préparation des surfaces doit être réalisée à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'abrasif humide sur :
- Les barres d'armature ayant été exposées lors de la démolition, pour enlever toute la rouille détachable. Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones plus difficiles d'accès, comme le dessous des barres d'armature.
 - Les surfaces de béton à conserver pour détacher les particules et les granulats.
 - Les surfaces d'acier de charpente en contact avec le nouveau béton s'il y a lieu, le but visé étant le même que pour l'acier d'armature.
2. Une fois la préparation de base complétée, nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 9

C) Construction de la surépaisseur en béton

1. Poser des ancrages à une distance maximale de 600 mm c/c dans les deux directions.

- . Pour des travaux usuels de réparation de surfaces verticales, les ancrages normalement utilisés sont les tirants en acier servant à maintenir les coffrages en place. Les caractéristiques minimales de ces tirants doivent être conformes aux exigences du devis et de l'article 15.4.3.1.3 du CCDG.

Un système d'ancrage de type chimique (époxy) peut être considéré comme un équivalent acceptable au système d'ancrage de type mécanique habituellement utilisé pour les tirants de coffrages.

L'espacement minimal de 600 mm c/c des tirants de coffrages ne garantit pas que les coffrages auront la capacité nécessaire pour résister à n'importe quelle pression du béton frais lors de la coulée. Dans certains cas, un espacement de tirants plus rapproché devra être prévu par l'entrepreneur, particulièrement lorsqu'un béton autoplaçant est utilisé, et surtout dans les zones basses d'une réparation de hauteur importante.

- . Dans les cas où des ancrages structuraux sont requis, ou à défaut d'utiliser des tirants de coffrages, des ancrages chimiques (à l'époxy) ou au moyen de coulis cimentaire peuvent être utilisés. Les tiges métalliques sont des barres d'armature n° 15 munies d'un crochet de 100 mm de longueur. La profondeur d'ancrage est de 300 mm si un coulis cimentaire est utilisé et de 200 mm dans le cas d'une liaison chimique.

2. Mettre en place les armatures de façon à obtenir le recouvrement de béton exigé.

- . Pour des travaux usuels de réparation, la surépaisseur de béton doit être renforcée par des barres d'armature n° 15 espacées à 300 mm c/c dans les deux directions.
- . Les barres d'armature des surfaces horizontales doivent être supportées par des chaises de plastique disposées de façon qu'elles ne soient pas déplacées par la mise en place du béton. Les barres d'armature des surfaces verticales doivent être attachées aux tirants des coffrages; des espaceurs circulaires en plastique peuvent être également utilisés pour maintenir les armatures en position verticale.
- . Lorsque l'épaisseur de la couche de béton à mettre en place est supérieure à 150 mm, le recouvrement des armatures doit être de 75 mm. Toutefois, un recouvrement de 50 mm peut être toléré lorsque la réparation ne permet pas d'obtenir un recouvrement plus élevé. Le recouvrement de béton au-dessus du nouveau rang d'armature de la surépaisseur doit être spécifié aux plans.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 9

3. Installer les coffrages de façon à obtenir l'épaisseur spécifiée pour la couche de nouveau béton.
 - . Pour des réparations usuelles de surfaces verticales, les coffrages sont généralement maintenus en place à l'aide de tirants, servant également d'ancrages. Ces tirants, d'un diamètre minimal de 12 mm, sont habituellement ancrés de façon mécanique dans le béton à une profondeur de 200 mm. Un ancrage de type chimique est accepté comme équivalent.
4. Au besoin, faire des ouvertures dans les coffrages pour la mise en place du béton.
 - . Les ouvertures de bétonnage doivent être disposées de façon à limiter à 1,2 m la hauteur de chute du béton et à favoriser sa mise en place.
 - . Lorsque le bétonnage doit être effectué sur le pourtour de colonnes de petites dimensions, les ouvertures doivent être situées sur des faces opposées de l'élément.
 - . Pour les colonnes de grandes dimensions ou pour les surfaces verticales planes (mur de front d'une culée, fût d'une pile, mur de soutènement, etc.), la distance horizontale entre les ouvertures ne doit pas dépasser 2 m.
 - . Dans le cas de réparations effectuées avec du béton autoplaçant pompé, les ouvertures peuvent être omises en autant que les hauteurs maximales de chute soient respectées.
5. Nettoyer les coffrages de tout débris à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression ou bien d'un aspirateur. Prévoir au besoin une ouverture temporaire à la base des coffrages pour faciliter le travail de nettoyage.
6. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface ou au fond des coffrages doit toutefois être enlevée avant le bétonnage.
 - . Le fait d'humidifier les surfaces de béton jusqu'à saturation et de les laisser s'assécher favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.
7. Procéder à la mise en place du béton.
 - . La réparation avec coffrages et surépaisseur est réalisée en utilisant :
 - du béton de masse volumique normale de 35 MPa de type V-S (norme MTQ 3101) pour des réparations de 150 mm et plus d'épaisseur ; l'utilisation d'un superplastifiant facilite grandement la mise en place du béton.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 9

- du béton autoplaçant de type XIV-C (norme MTQ 3101) pour des réparations de moins de 150 mm d'épaisseur, ainsi que pour un élément mince et élancé (poutres, colonnes, chevêtres...), ou lorsque la mise en place du béton est problématique (accès difficile, élément fortement armé...). L'utilisation du béton de type V-S pourrait être acceptable dans certains cas.
- du béton antilessivage de type XV (norme MTQ 3101) pour un bétonnage devant être réalisé sous l'eau.
- . Les propriétés les plus importantes d'un béton autoplaçant de type XIV-C par rapport à un béton de masse volumique normale sont une fluidité très élevée sans présenter de ségrégation, et la capacité à combler intégralement l'espace entre les barres d'armature. La fluidité de ce béton est obtenue par l'ajout d'un superplastifiant et d'un agent colloïdal, ainsi que par l'utilisation d'un gros granulat 5-14.
- . Si la mise en place du béton autoplaçant est faite au moyen d'une pompe à béton, le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent permettre d'éviter la ségrégation du béton. Ainsi, la ligne de pompage doit toujours être pleine durant le pompage et elle doit se terminer par une section réductrice de 75 mm.
- . Les caractéristiques du béton autoplaçant font qu'il n'est pas nécessaire de le vibrer.

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.

- . Après l'enlèvement des coffrages, la cure doit être poursuivie, s'il y a lieu, en utilisant l'une des deux méthodes de cure décrites à l'article 15.4.3.5.9 du CCDG (toiles imbibées d'eau, matériau de cure formant membrane).

2. Procéder à l'enlèvement des coffrages.

- . Le délai requis pour l'enlèvement des coffrages pour un béton autoplaçant est plus long que pour un béton de masse volumique normale. Le gain de résistance à la compression d'un béton autoplaçant s'effectue à plus long terme que pour un béton de masse volumique normale; cela est dû à l'utilisation d'adjuvant retardateur de prise en surdosage qui a pour effet de ralentir la prise du béton et les gains de résistance en bas âge.

Au besoin, des cylindres supplémentaires peuvent être échantillonnés lors du contrôle de réception du béton pour vérifier son gain de résistance.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 9

3. Faire la correction des surfaces.

- Remplir les trous laissés par les attaches des coffrages et les cavités laissées par les ouvertures de bétonnage avec un mortier cimentaire en sac (norme MTQ 3801).

Notes générales

Armatures endommagées

- Dans le cas de pertes de section sur des armatures structurales, pour une barre complètement sectionnée ou dans le cas où plusieurs barres sont très endommagées, il est préférable de consulter un ingénieur pour déterminer si ces armatures doivent être remplacées.
- Pour la réparation avec coffrages et surépaisseur, les barres d'armature non structurales amincies par la corrosion ne sont pas remplacées, puisque les armatures qui sont incorporées dans la surépaisseur compensent généralement la perte de section des armatures en place.

Épaisseur de la couche de béton

- Pour obtenir les niveaux de rigidité et de résistance souhaités, l'épaisseur minimale recommandée de la couche de nouveau béton est de :
 - 200 mm pour du béton de masse volumique normale; 150 mm lorsqu'un superplastifiant est ajouté;
 - 125 mm pour du béton autoplaçant;
 - 200 mm pour du béton antilessivage. Cette épaisseur est requise afin de permettre l'insertion d'une pompe à béton à l'intérieur des coffrages.

Cependant, pour la réparation d'une unité de fondation dont la semelle repose sur un sol à faible capacité portante, l'épaisseur devrait être réduite de manière à minimiser la charge supplémentaire due au béton, sans être toutefois inférieure à 125 mm.

Il est recommandé de ne pas spécifier d'épaisseur de nouveau béton inférieure à 125 mm afin de pouvoir utiliser des tirants de coffrages standards (longueur 100 mm). Une épaisseur de 100 mm est toutefois possible avec l'utilisation de tirants de coffrages spéciaux (longueur 75 mm).

- La réparation avec coffrages et surépaisseur peut être utilisée pour corriger les dommages d'un béton de mauvaise qualité.
- La réparation avec coffrages et surépaisseur a pour but de restaurer l'aspect de l'élément et d'en rétablir l'intégrité structurale en fixant solidement la surépaisseur de béton à l'élément à l'aide d'ancrages, ce qui permet le transfert des charges par la friction qui s'exerce à l'interface entre les deux bétons.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 9

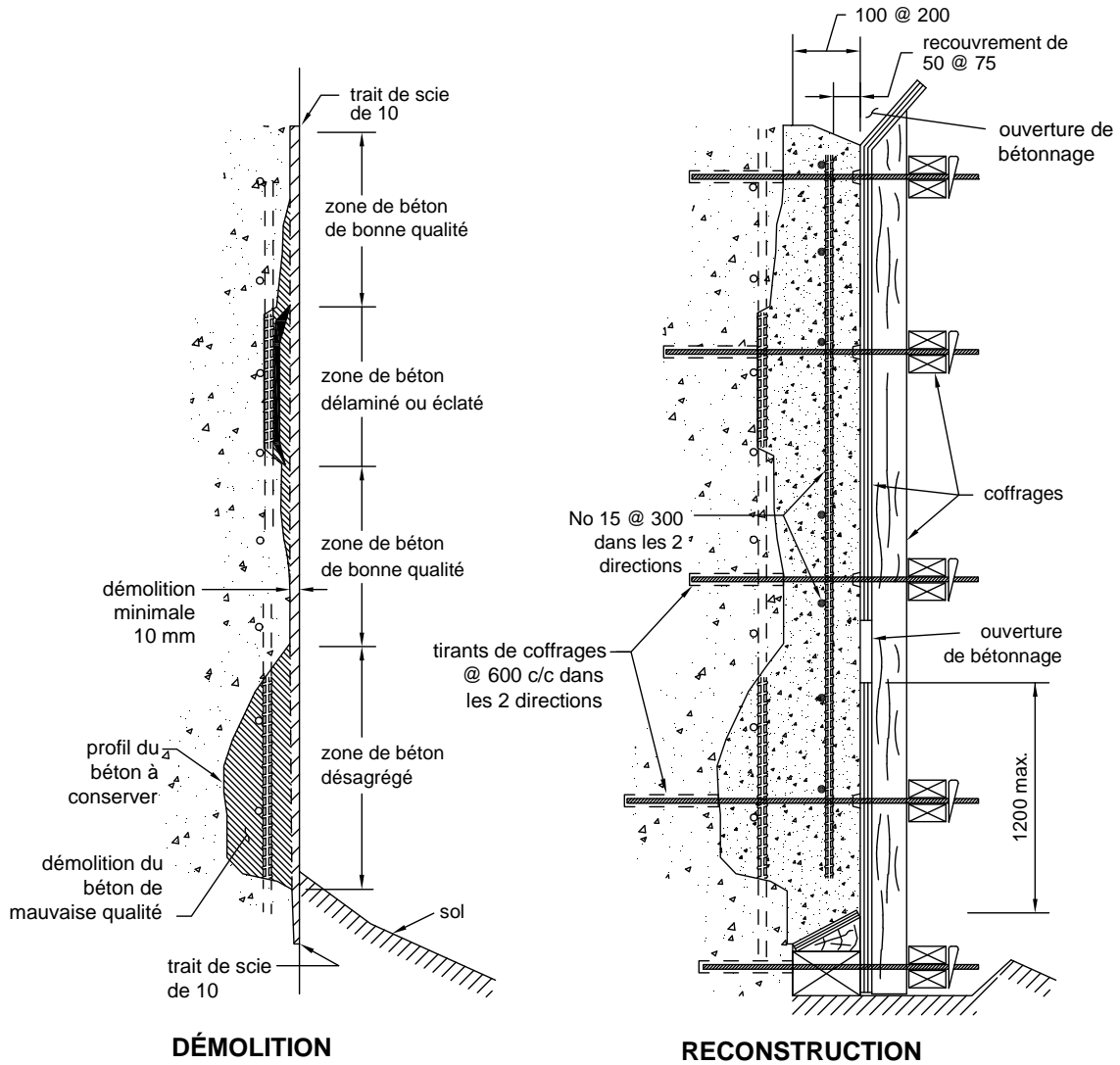
- . Dans le cas de travaux usuels de réparation d'une culée ou d'un fût d'une pile, les prescriptions de la réparation type (ancrages, armatures, surépaisseur) sont généralement suffisantes pour rétablir l'intégrité de l'élément. Cependant, dans le cas de défauts qui affectent de façon importante la capacité d'un élément ou dans le cas de renforcement, ces prescriptions doivent être modifiées par un ingénieur pour les adapter à la situation.
- . La réparation qui consiste à construire une surépaisseur de béton sur le pourtour d'un élément (gainage) a pour effet de permettre à la section de béton confiné de résister à des efforts de compression beaucoup plus grands que ne le lui permet sa résistance actuelle. Cette façon de réparer permet donc de consolider des éléments comprimés dont le béton peut être de très mauvaise qualité. Par ailleurs, le fait que la réparation avec surépaisseur puisse s'effectuer sans enlever le béton de mauvaise qualité permet de consolider l'élément sans devoir l'affaiblir davantage en démolissant le béton.
- . Pour éviter que d'autres défauts se développent autour des surfaces réparées, la surépaisseur de béton doit recouvrir les surfaces susceptibles de se délaminer à long terme par une activité corrosive déjà présente autour des surfaces délaminées. La réparation avec surépaisseur doit donc toucher une partie importante de l'élément, surtout s'il est soumis à l'action de l'eau et des sels de déglacage.
- . La réparation avec surépaisseur a aussi comme avantage d'empêcher l'eau et les sels de déglacage d'entrer en contact avec les armatures de l'élément, ce qui a pour effet de ralentir l'activité corrosive présente autour des surfaces de béton délaminé.
- . Par ailleurs, la capacité des ancrages et la rigidité de la couche de béton peuvent permettre de résister pendant un certain temps à la force de détachement agissant sur la surépaisseur du fait d'une activité corrosive alimentée par une infiltration d'eau à l'interface des deux bétons ou de la présence d'humidité dans le béton de l'élément. Cependant, cette force peut à la longue finir par endommager la surépaisseur de béton, surtout si elle est mince.
- . Pour la réparation d'éléments fortement exposés aux sels de déglacage, des barres en acier galvanisé devraient être utilisées dans la nappe d'armature de la réparation, et ce, même si l'armature de l'élément existant n'est pas galvanisée.
- . Pour une réparation à réaliser sous l'eau, se référer à l'activité 3105.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
8 de 9

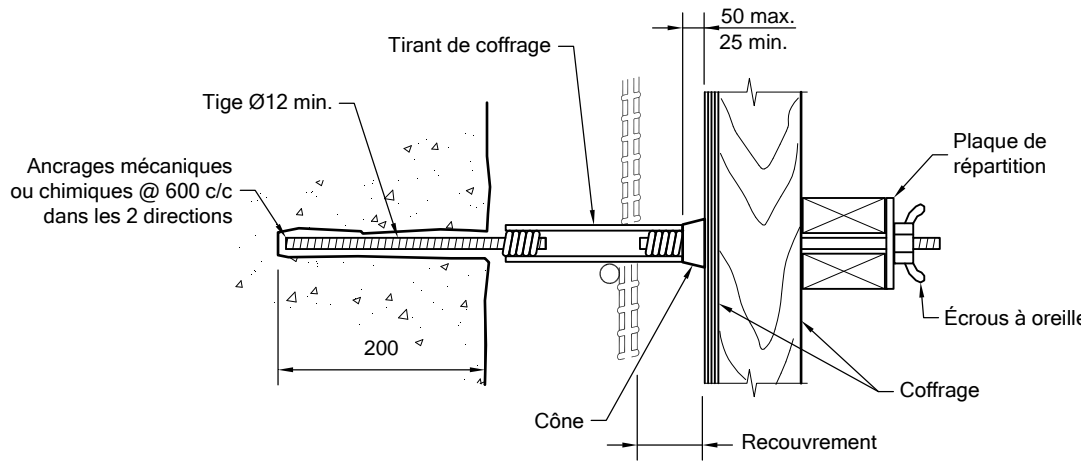


RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

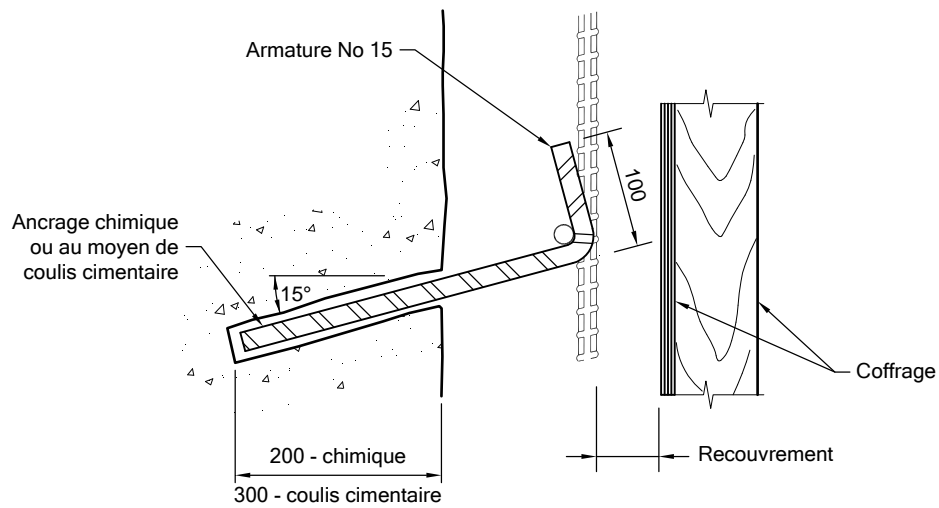
ACTIVITÉ
3102

DATE
Janv 2013

PAGE
9 de 9



TIRANT UTILISÉ COMME ANCRAGE



ANCRAGE

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 10

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . *Tome VII – Matériaux*, chapitre 3

DESCRIPTION

Réparation d'un élément en béton consistant à enlever le béton endommagé sur une certaine profondeur et à refaire la surface avec du béton projeté.

La réparation peut être effectuée en utilisant du béton projeté par procédé à sec si les surfaces à réparer sont petites ou au plafond, ou bien en utilisant du béton projeté par procédé humide lorsque le volume de béton nécessaire à la réparation est important.

La réparation est généralement effectuée sans surépaisseur. Elle peut être réalisée avec une augmentation du recouvrement de béton.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés sur une étendue significative d'un élément. La réparation par béton projeté peut être réalisée sur une partie restreinte de l'élément, mais elle est généralement effectuée sur la totalité de la surface visée par l'intervention.

- . Réparation sans surépaisseur

Défauts importants de béton sur la surface d'un élément à condition que le béton sous-jacent soit de bonne qualité, le recouvrement des barres d'armature supérieur à 30 mm, et les autres parties de la surface de l'élément ne présentent pas d'autres défauts.

- . Réparation pour augmenter le recouvrement

Défauts importants de béton sur la surface d'un élément dont le recouvrement des barres d'armature est inférieur à 30 mm.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 10

MÉTHODE DE TRAVAIL

La réparation avec béton projeté comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton;
- . La préparation des surfaces;
- . La reconstruction de la surface en béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Délimiter la surface à réparer par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . Les surfaces de béton délaminé à réparer doivent être détectées et précisées à l'aide d'un marteau de géologue ou de maçon.
 - . Dans le cas d'une réparation sans surépaisseur, les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et dépasser d'au moins 150 mm le pourtour de la surface endommagée. Les surfaces à réparer situées à moins de 600 mm l'une de l'autre doivent être intégrées dans une même surface.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles des parties réparées; la délimitation est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel.
 - . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
2. Démolir le béton jusqu'à une profondeur minimale de 60 mm et jusqu'au béton sain.
 - . Est considéré comme sain un béton non délaminé dont le lien entre les constituants n'est pas détruit par l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.
 - . Pour une réparation sans surépaisseur, la profondeur de démolition peut être réduite lorsqu'il y a risque d'affecter l'intégrité d'éléments fragiles comme dans le cas de poutres en béton précontraint (par exemple gaines et torons).
 - . Les équipements de démolition doivent être choisis et manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 10

- . Les balises générales pour la démolition du béton sont les suivantes :
 - Pour la démolition du béton vis-à-vis et sous la première nappe d'armature des poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés semblables, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 7 kg doit toujours être utilisé.
 - Pour la démolition du béton au-dessus de la première nappe d'armature des poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés semblables et pour la démolition du béton vis-à-vis et sous la première nappe d'armature des autres éléments, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg doit être utilisé.
 - Pour la démolition du béton situé au-dessus de la première nappe d'armature des éléments autres que les poutres, colonnes, chevêtres, diaphragmes, socles d'appui et autres éléments minces ou élancés semblables, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 30 kg doit être utilisé. Un marteau hydraulique d'énergie de choc inférieur à 60 J peut être accepté en équivalence.
 - Pour de grandes surfaces verticales d'éléments d'épaisseur supérieure à 450 mm, un marteau hydraulique d'énergie de choc inférieur à 200 J monté sur un équipement motorisé peut être utilisé pour la démolition du béton jusqu'à l'armature. Si plusieurs marteaux hydrauliques sont utilisés sur un élément, la distance entre chacun doit être supérieure à 5 m.
 - . L'hydrodémolition peut être utilisée partout où cette technique est applicable. La récupération des eaux résiduelles et la production de niveaux de bruit élevés en sont les principales contraintes d'exécution.
 - . Dans le cas de surfaces ayant un bon recouvrement de béton par-dessus les armatures, l'utilisation d'un scarificateur pour démolir jusqu'à la première nappe peut également être acceptée.
3. Dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes par la démolition.
- . Lorsque la démolition entraîne le dégagement d'une grande quantité d'armatures, ces dernières devraient être fixées au béton avec des ancrages disposés à une distance maximale de 600 mm c/c dans les deux directions. Pour une réparation de petites dimensions, la distance entre les ancrages pourrait être diminuée.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 10

Notes relatives à la démolition

- . Pour s'assurer que la durabilité de la réparation sans surépaisseur ne soit pas compromise par une activité corrosive, les armatures doivent être dégagées de 25 mm de façon à pouvoir être nettoyées en dessous comme au-dessus.
- . Le dégagement des armatures permet en outre d'intégrer les armatures existantes au nouveau béton et assure ainsi un meilleur ancrage avec le béton conservé.
- . Lorsque les travaux touchent une partie importante de l'élément, l'impact du dégagement des armatures sur la capacité de cet élément doit être évalué par un ingénieur en structure, spécialement dans le cas d'éléments structurellement sensibles comme les colonnes, les chevêtres et les poutres.
- . Lorsqu'il y a la présence de plus de deux rangs d'armatures, il ne faut dégager qu'un rang dans chaque direction.
- . Dans les cas où aucune armature ne serait rencontrée dans des éléments structurellement sensibles, les travaux doivent être suspendus, et leur poursuite devrait être évaluée par un ingénieur en structure.

B) Préparation des surfaces

La réparation avec béton projeté s'apparente à la réparation sans surépaisseur pour la préparation des surfaces.

1. Une préparation des surfaces doit être réalisée à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'abrasif humide sur :
 - Les barres d'armature ayant été exposées lors de la démolition, pour enlever toute la rouille détachable (strates, couches...). Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones plus difficiles d'accès, comme le dessous des barres d'armature.
 - Les surfaces de béton à conserver pour détacher les particules et les granulats.
 - Les surfaces d'acier de charpente en contact avec le nouveau béton s'il y a lieu, le but visé étant le même que pour l'acier d'armature.

L'étape de la préparation des surfaces n'est pas requise lorsque la démolition est effectuée par hydrodémolition car le type d'équipement utilisé pour cette méthode donne les mêmes résultats que la préparation en tant que telle.

2. Une fois la préparation de base complétée, nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 10

Ce nettoyage final doit être effectué même lorsque l'hydrodémolition est utilisée comme méthode pour enlever le béton.

3. Pour les réparations de surfaces verticales, installer les équipements nécessaires à la cure au-dessus des zones à réparer.

C) Reconstruction de la surface en béton

1. Au besoin, ajouter des armatures de même diamètre que celles existantes pour compenser la perte d'acier des barres dont la section est diminuée de plus de 30 %, soit par la corrosion, soit par les travaux de démolition.
 - . En général, la perte de section sur des barres d'armature peut être compensée globalement. Ainsi, dans le cas où plusieurs barres auraient une perte de section de l'ordre de 30 %, il serait possible de n'ajouter qu'une barre supplémentaire pour trois barres détériorées.
 - . Pour établir la continuité, la longueur de chevauchement nécessaire de part et d'autre de la section endommagée doit être d'au moins 600 mm. Pour de l'armature structurale, cette longueur doit être calculée par un ingénieur. Aucune jonction par soudure ne doit être réalisée sur une barre d'armature existante sans l'autorisation préalable d'un spécialiste en métallurgie.
2. Au besoin, poser des attaches à 400 mm c/c dans les deux directions afin de retenir le treillis. Les attaches doivent être ancrées mécaniquement dans le béton. À défaut d'une exigence contractuelle spécifique, les attaches sont minimalement électrozinguées (plaquées zinc – épaisseur de l'ordre de 10 µm).
3. Poser un treillis métallique à mailles soudées galvanisé (51 x 51 – MW 9,1 x MW 9,1, diamètre nominal 3,4) et le fixer aux attaches ou aux armatures existantes avec des ligatures. Un recouvrement minimal de béton de 30 mm pour une réparation sans surépaisseur et de 50 mm pour une réparation visant à augmenter le recouvrement doit être obtenu.
4. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface doit toutefois être enlevée avant le bétonnage. Le fait d'humidifier les surfaces de béton jusqu'à saturation et de les laisser s'assécher favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.
5. Effectuer la projection du béton.
 - . La réparation peut être effectuée avec du béton projeté par procédé à sec (norme MTQ 3201) si les surfaces à réparer sont petites ou au plafond, ou bien avec du béton projeté par procédé humide (norme MTQ 3301) lorsque le volume de béton nécessaire à la réparation est important.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 10

- . La projection du béton doit être effectuée par un opérateur de lance dûment qualifié, à la suite d'épreuves de qualification. Le processus de qualification des opérateurs de lance de projection est décrit au CCDG.
 - . La projection s'effectue en commençant au bas de l'ouvrage et est effectuée normalement en une seule couche sur la pleine épaisseur voulue. L'opérateur de lance doit effectuer des mouvements circulaires, la lance devant demeurer perpendiculaire à l'ouvrage à une distance d'environ 1 m.
 - . Lorsque les armatures sont situées trop près de la surface, comme c'est souvent le cas pour les poutres, il est recommandé de bâtir une surépaisseur de manière à obtenir le plus grand recouvrement possible, 50 mm étant un recouvrement acceptable. L'augmentation de l'épaisseur doit se faire graduellement à partir des limites de la réparation pour minimiser les effets sur l'esthétique d'un élément apparent.
6. Procéder à l'arasement des surfaces lorsque le béton a suffisamment durci pour prévenir le déchirement ou la fissuration. L'excès de matériau doit être enlevé à l'aide d'un outil à bord tranchant et en se servant des surfaces environnantes ou de fils d'acier tendus comme référence.
 7. Effectuer le régilage des surfaces verticales avec une truelle mécanique rotative munie d'un disque en caoutchouc haute densité.
 8. Finir les surfaces à l'aide d'une truelle de bois.

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.
 - . Utiliser un matériau de cure formant membrane (norme MTQ 3501) pour des surfaces au plafond.
 - . Utiliser des toiles de fibres synthétiques blanches (norme MTQ 3501), saturées d'eau et recouvertes de polyéthylène pour les autres surfaces.
2. Vérifier l'adhérence du béton projeté au béton conservé en frappant la surface avec un marteau de maçon ou de géologue. Un son creux indique un manque d'adhérence et exige la reprise de la réparation.
3. Lorsque l'élément réparé est apparent, et que la totalité de sa surface n'a pas été réparée, la pose d'un enduit de surface peut être justifiée afin de minimiser l'apparence des réparations.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 10

Notes générales

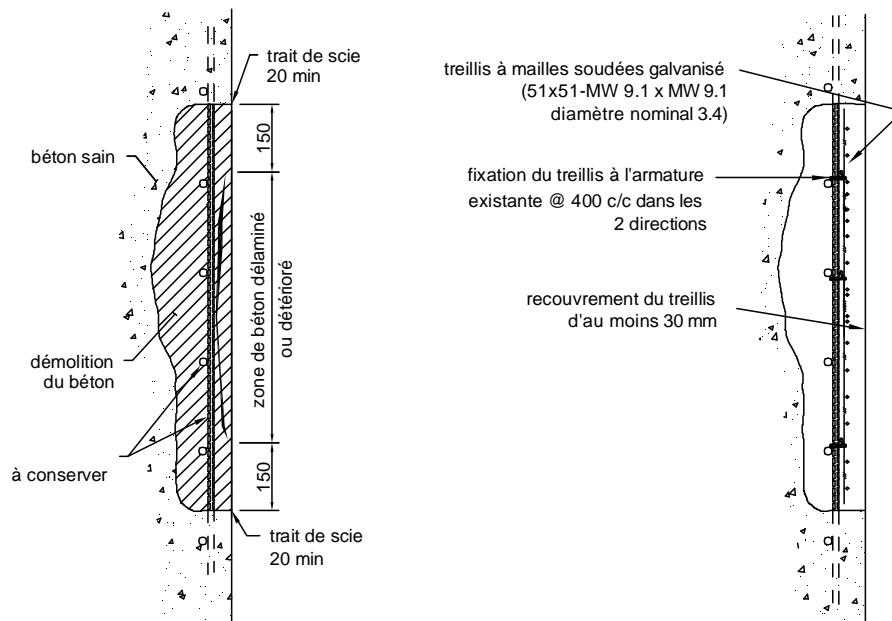
- . Toutes les surfaces des éléments réparés avec du béton projeté soumises à l'action de l'eau et des sels de déglçage, devraient être imperméabilisées à l'aide d'un polymère de silicone de type silane (norme MTQ 3601), pour diminuer les risques de propagation de la détérioration autour des surfaces réparées et prévenir la détérioration prématurée de la réparation. L'imperméabilisation doit être effectuée au plus tôt 28 jours après la réparation.
- . Les surfaces environnant les surfaces à réparer, qui peuvent être éclaboussées lors des travaux de projection du béton, doivent être protégées par des toiles pour éviter d'être salies.
- . La réparation avec béton projeté a principalement pour but de restaurer l'aspect de l'élément et de protéger les armatures contre la corrosion. Elle peut aussi permettre de rétablir l'intégrité structurale de l'élément si le lien est de bonne qualité, mais elle n'est généralement pas utilisée à cette fin.
- . De façon générale, on utilise un béton projeté par procédé humide pour des travaux d'une certaine envergure afin de réparer des éléments dont le béton est de bonne qualité : culée, pile, béquille, poutre, chevêtre. On emploie un béton projeté par procédé à sec pour des travaux de réparation au plafond ou pour des réparations de petites dimensions.
- . La réparation sans surépaisseur avec du béton projeté d'un élément exposé aux sels de déglçage ne permet pas de garantir l'efficacité de la réparation, car l'activité corrosive peut se poursuivre autour des surfaces réparées.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

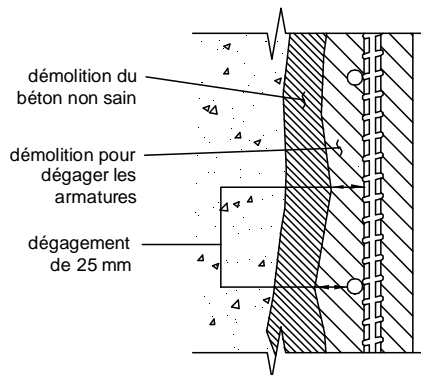
DATE
Janv 2013

PAGE
8 de 10

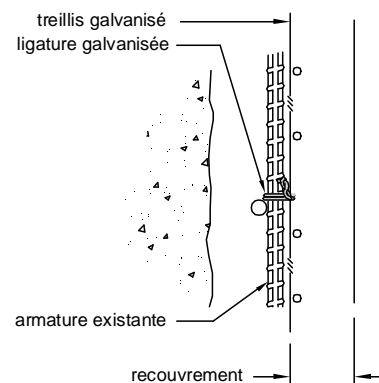


DÉMOLITION

RECONSTRUCTION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



FIXATION À L'ARMATURE EXISTANTE

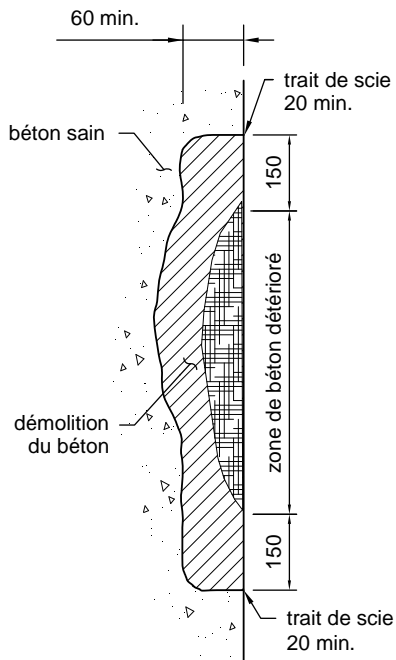
SANS SURÉPAISSEUR - AVEC ARMATURE EXISTANTE

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

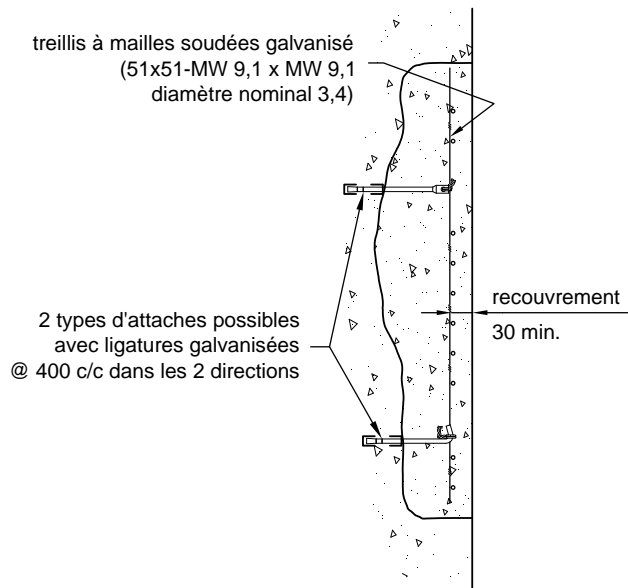
ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

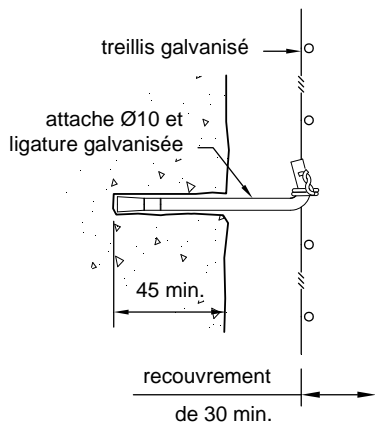
PAGE
9 de 10



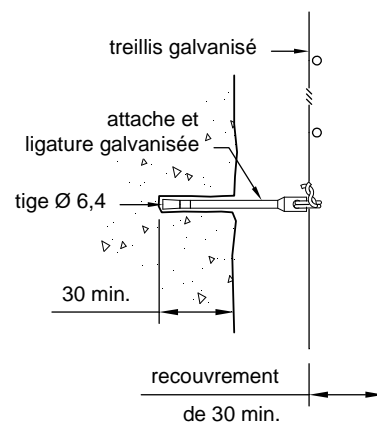
DÉMOLITION



RECONSTRUCTION



ATTACHE - BARRE EN L



ATTACHE - AVEC OEILLET

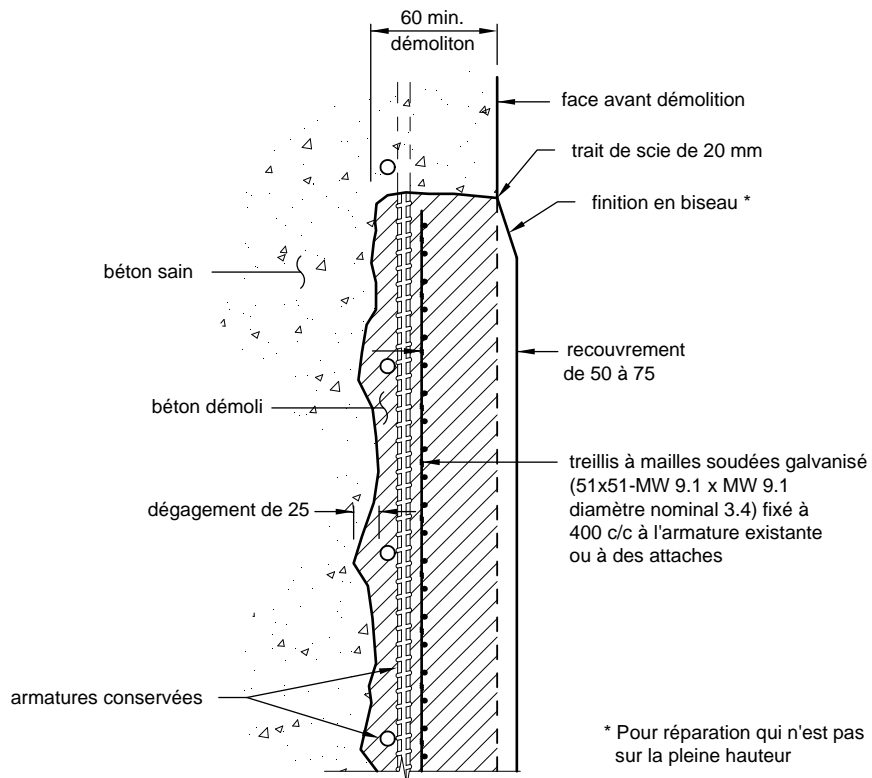
SANS SURÉPAISSEUR - SANS ARMATURE EXISTANTE

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
Janv 2013

PAGE
10 de 10



POUR AUGMENTER LE RECOUVREMENT DE BÉTON

PAR-DESSUS LES ARMATURES EXISTANTES

INTERVENTION DE SURFACE

ACTIVITÉ
3107

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Intervention qui vise à éliminer, sinon à diminuer de façon significative, l'activité de corrosion dans des éléments en béton, dans le but de prolonger leur durée de vie et de retarder une intervention d'importance.

L'activité, qui consiste à intervenir à la surface d'un élément en béton, vise principalement les dessous de dalle et les côtés extérieurs, mais elle peut également s'appliquer à d'autres parties de pont, telles que des poutres ainsi que des surfaces de culée ou de pile.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts de béton n'ayant pas d'incidence structurale immédiate sur des surfaces de différents éléments :
 - Recouvrement de béton faible ou inexistant par-dessus des armatures.
 - Armatures apparentes suite à un éclatement du béton ou à l'enlèvement de fragments de béton jugés non sécuritaires.
 - Béton ayant une activité de corrosion confirmée mais qui ne présente pas de signes de détérioration avancée.
 - Béton ayant une certaine porosité.

Le béton doit être relativement sain dans son ensemble. Est considéré comme sain un béton non délaminé dont le lien entre les constituants n'est pas détruit par l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Intervention à déterminer selon les différents paramètres caractérisant les éléments à traiter.

Notes

- . Le concepteur doit éviter l'application d'un revêtement opaque ou masquant sur des surfaces où un suivi de fissuration doit être effectué.

INTERVENTION DE SURFACE

ACTIVITÉ
3107

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Choix d'intervention

- Plusieurs interventions s'avèrent possibles pour influencer et contrer l'activité de corrosion dans le béton. Certaines sont peu dispendieuses et ont une influence limitée; d'autres sont plus coûteuses mais peuvent parvenir à arrêter le processus électrochimique de la corrosion.

Parmi les interventions possibles, signalons les suivantes.

- Enduit protecteur pour barres d'armature

Option simple et limitée visant à agir uniquement sur les armatures. En plus d'un apport esthétique, l'utilisation d'un enduit protecteur permet de stabiliser localement la corrosion en raison de la présence d'un inhibiteur intégré dans le produit.

- Revêtements de surface

L'application d'un imperméabilisant, d'un enduit de surface ou d'une combinaison des deux permettent d'empêcher l'intrusion d'eau et d'ions chlorure dans le béton, réduisant ainsi l'activité de corrosion (se référer aux activités 1061 et 1062). L'utilisation d'un imperméabilisant seul permet un certain niveau de protection sans cacher les fissures, apparentes ou potentielles; une réapplication est nécessaire selon les conditions ambiantes.

- Protection galvanique de type « zinc projeté »

Ce type d'intervention de type sacrificiel vise à modifier le processus de corrosion sur des barres d'armature en acier par le biais d'une couche de zinc appliquée sur la surface de béton à traiter. Les armatures apparentes peuvent être utilisées comme points de contact.

- D'autres interventions de type électrochimique sont également possibles mais nécessitent généralement une logistique plus complexe : mentionnons l'extraction des ions chlorure, la protection cathodique de type « anodes galvaniques » ou la protection cathodique de type hybride.
- Un autre revêtement de surface pouvant être utilisé sur une surface de béton est l'inhibiteur de corrosion de type migrateur. Le bénéfice escompté par l'application de ce produit réside dans le rehaussement du seuil d'initiation de corrosion; cependant, son efficacité est fortement dépendante de sa pénétration dans le béton, pénétration souvent incertaine jusqu'au niveau des barres d'armature.

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Réparation avec coffrages sans surépaisseur ou avec coffrages et surépaisseur du mur de front, du mur en retour, du mur en aile ou de l'assise d'une culée en béton.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés de manière restreinte à significative sur la surface d'un élément de la culée.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité de l'élément à supporter les charges.

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Défauts importants du béton sur une petite partie de la surface non submergée d'un mur de front ou de la surface de l'assise, d'un mur en retour ou d'un mur en aile. Le recouvrement des barres d'armature doit être supérieur à 30 mm et il ne doit y avoir aucun autre défaut sur le reste de la surface.

B) Réparation avec surépaisseur de béton

- . Défauts importants du béton sur une grande partie de la surface submergée ou non d'un mur de front, de la surface de l'assise, d'un mur en aile ou d'un mur en retour.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation sans surépaisseur

Voir activités
3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur
ou
3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 5

B) Réparation avec surépaisseur

Voir les activités :

3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur

ou

3105 – Réparation de béton sous l'eau

Notes concernant A) et B)

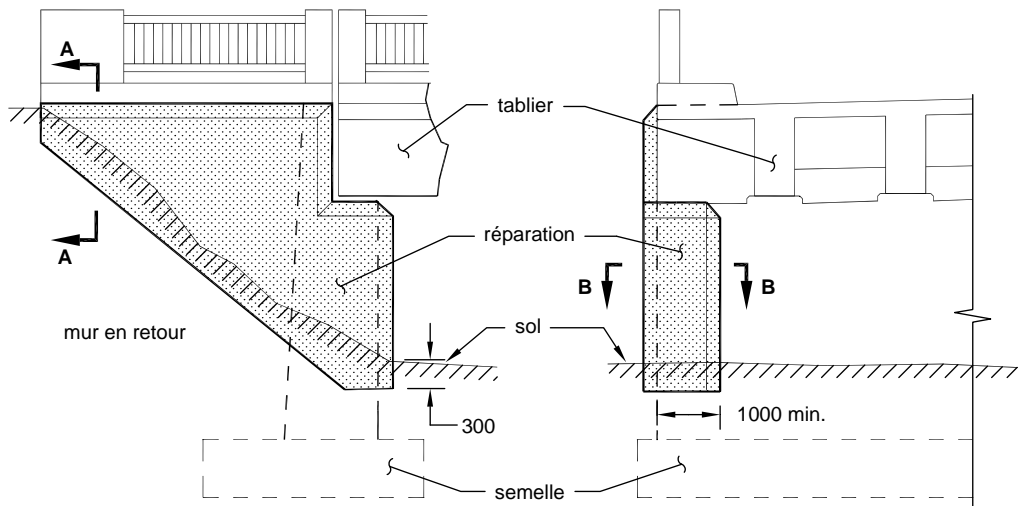
- . Le concepteur doit s'assurer de la stabilité de la structure si des travaux de démolition sont prévus au niveau ou à proximité de l'assise. Un support temporaire peut devoir être requis dans certains cas.
- . Si les critères d'une réparation sans surépaisseur (activités 3101 et 3103) sont dépassés, il est recommandé d'attendre que les défauts affectant le mur de front, le mur en retour ou le mur en aile répondent aux critères d'une réparation avec surépaisseur (activité 3102) ou d'une réfection d'éléments d'unité de fondation (activité 3114).
- . La réparation avec surépaisseur du mur de front peut être limitée en hauteur; cependant, elle doit être effectuée sur toute la longueur du mur pour minimiser les effets sur l'esthétique.
- . Lorsque la partie supérieure du mur de front doit être réparée par l'ajout d'une surépaisseur de béton, il est recommandé de réparer également la surface horizontale de l'assise pour en améliorer le drainage et empêcher l'eau de s'infiltrer entre le béton conservé et le béton de réparation des surfaces verticales.
- . Lorsque la réparation avec surépaisseur touche une arête verticale, il est recommandé de prolonger la réparation sur le côté ou le devant de la culée pour empêcher l'eau de s'infiltrer par le côté entre le béton de réparation et le béton conservé.
- . Lorsque les dommages sont causés par un problème d'étanchéité du joint, les travaux de réparation de la culée devraient être combinés à des travaux de remplacement du joint de tablier (activité 3051) ou de réalisation de joint dalle sur culée (activité 3052).
- . Il est toujours possible de réparer le mur en retour en conservant le trottoir ou le chasse-roue et la glissière. Des travaux de réparation ou de réfection sur ces éléments peuvent donc y être nécessaires en même temps que l'intervention sur le mur en retour.
- . Lorsque le béton du mur en retour est désagrégé, donc généralement de mauvaise qualité; il peut être préférable de le reconstruire (activité 3114) plutôt que de le réparer.
- . Pour la réparation ou la modification des blocs d'assise détériorés qui supportent un appareil d'appui, voir l'activité 3042.
- . Dans le cas d'une culée comportant des colonnes et un chevêtre, se référer à l'activité 3112 pour tenir compte des considérations structurales.

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

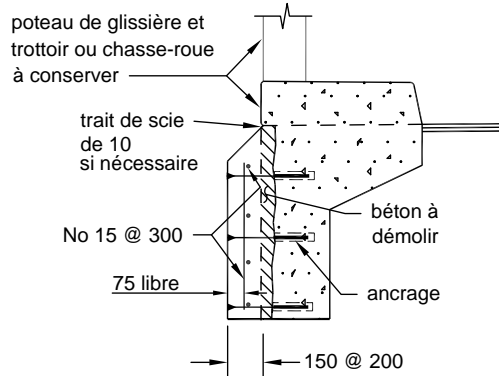
DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 5

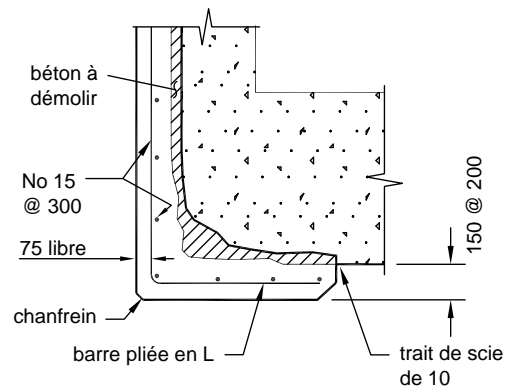


PROFIL

ÉLÉVATION



COUPE A-A



COUPE B-B

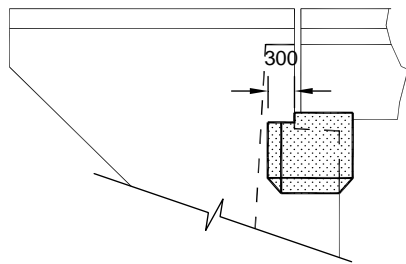
RÉPARATION DU MUR EN RETOUR

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

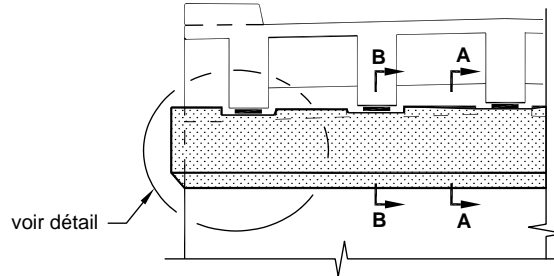
ACTIVITÉ
3111

DATE
Janv 2013

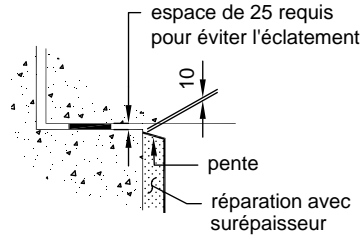
PAGE
5 de 5



PROFIL

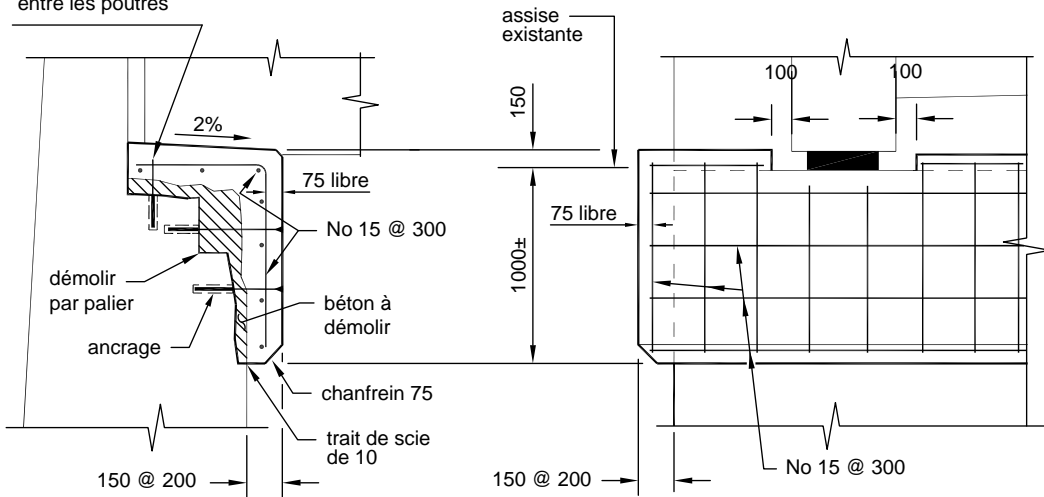


ÉLEVATION



COUPE B-B

minimum 2 ancrages
entre les poutres



COUPE A-A

DÉTAIL

RÉPARATION DE L'ASSISE

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 10

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Réparation avec ou sans surépaisseur de béton du fût, des colonnes ou du chevêtre d'une pile en béton.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés de manière restreinte à significative sur la surface d'un élément de la pile.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité de l'élément à supporter les charges.

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Défauts importants du béton sur une petite partie de la surface non submergée d'un fût ou des colonnes ou de la surface d'un chevêtre. Le recouvrement des barres d'armature doit être supérieur à 30 mm et il ne doit y avoir aucun autre défaut sur le reste de la surface.

B) Réparation avec surépaisseur de béton

- . Défauts importants du béton sur une grande partie de la surface submergée ou non d'un fût ou des colonnes, ou de la surface d'un chevêtre ou de l'assise.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation sans surépaisseur de béton

Voir les activités :

- 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- 3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 10

B) Réparation avec surépaisseur de béton

Voir les activités :

3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;

3105 – Réparation de béton sous l'eau.

Notes concernant A) et B)

- . Lorsque les travaux sont effectués en phases ou séquences, le béton de réparation doit avoir atteint une résistance à la compression de 25 MPa avant de procéder à la phase de démolition suivante.

Pile en rivière

- . La réparation d'une pile en rivière entraîne généralement des coûts très élevés à cause de l'organisation nécessaire à l'exécution des travaux. Les travaux doivent donc être justifiés par des dommages qui affectent une partie importante de l'élément ou qui mettent en cause sa capacité.
- . Le concepteur doit s'assurer de la stabilité de la structure si des travaux de démolition sont prévus au niveau ou à proximité de l'assise. Un support temporaire peut devoir être requis dans certains cas.
- . La réparation d'une pile peut être exécutée à sec ou dans l'eau. La réparation à sec suppose généralement la construction d'un batardeau tandis que la réparation dans l'eau nécessite des plongeurs. À moins que la force du courant ou qu'une hauteur d'eau supérieure à 2 m ne rend la construction du batardeau difficile ou trop coûteuse, les travaux seront de préférence réalisés à sec, car il est encore plus facile de contrôler la qualité des travaux et de faire une meilleure réparation.
- . Un relevé des niveaux d'eau à différentes périodes de l'année permet d'établir la façon la plus appropriée d'exécuter les travaux et de déterminer, s'il y a lieu, la période de l'année la plus propice à leur exécution.
- . Un certificat d'autorisation de construction délivré par le ministère responsable de l'environnement est nécessaire pour la construction d'un batardeau. Cette autorisation est accordée sous réserve que les travaux soient exécutés selon une méthode déterminée et à une période définie, généralement limitée à quelques semaines.
- . Si la réparation de la partie submergée d'une pile est exécutée dans l'eau, les travaux devront être réalisés en construisant une surépaisseur de béton de type XV (antilessivage) (voir activité 3105 – Réparation de béton sous l'eau). Si la réparation est exécutée à sec, un béton autoplaçant est recommandé parce qu'il est facile à mettre en place.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 10

Dégagement des armatures

- . Une analyse structurale doit être réalisée par un ingénieur en structure lorsqu'une démolition de béton est prévue à proximité ou vis-à-vis des zones d'ancrage ou de chevauchement des barres d'armature pour des éléments structurellement sensibles tels que colonnes, chevêtre sur colonnes. Il en est de même lorsqu'un enlèvement important de béton est prévu autour d'étriers ou d'armatures principales.
- . Le dégagement des armatures des colonnes entraîne une perte de capacité temporaire dont l'importance est fonction de l'ampleur des dommages. Toutes les colonnes ne doivent donc pas être réparées en même temps, car la diminution de capacité de l'élément peut compromettre la stabilité de la structure. Dans le cas d'une pile comportant 4 colonnes ou plus, la démolition partielle des colonnes ne doit pas être effectuée simultanément sur 2 colonnes adjacentes. Les colonnes doivent donc être réparées en alternance de façon à ce que les colonnes adjacentes puissent toujours assumer la diminution de capacité de la colonne en réparation.

Une réalisation par phases - avec une fermeture de voies de circulation - ou l'installation d'un soutènement temporaire (étaie) peut parfois être requise ou privilégiée dès le départ par le concepteur. Ces mesures sont particulièrement recommandées dans le cas où une pile est constituée de 3 colonnes ou moins.
- . Dans le cas d'une colonne extérieure, la perte de capacité ne peut pas être compensée par les colonnes adjacentes. La charge à supporter doit donc être diminuée en interdisant la circulation sur la voie située au-dessus de la colonne en réparation, à moins qu'un soutènement temporaire n'ait été prévu.
- . Par souci de sécurité et pour s'assurer de l'intégrité de la structure, l'impact du dégagement des armatures sur la capacité des colonnes d'une pile doit toujours être évalué par un ingénieur en structure.
- . Lorsque cela s'avère possible, il est suggéré de privilégier une réparation avec coffrages et surépaisseur pour limiter le dégagement complet des armatures.

Colonnes soumises aux éclaboussures de sels de déglçage

- . Pour s'assurer de l'efficacité des travaux, les colonnes soumises aux éclaboussures de sels de déglçage (celles adjacentes à une chaussée avec un débit de circulation important) doivent être réparées avec une surépaisseur de béton, surtout lorsque le recouvrement des armatures est faible. Il est recommandé de réaliser la surépaisseur avec du béton autoplaçant en raison de sa facilité de mise en place.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 10

- . La réparation doit recouvrir non seulement les surfaces endommagées, mais aussi les surfaces éclaboussées susceptibles d'être endommagées par une activité de corrosion autour des surfaces endommagées. Cette façon de faire permet de s'assurer que le développement d'autres défauts autour de la réparation n'exigera pas une autre intervention à court ou à moyen terme.
- . Dans le cas d'éléments de petites dimensions comme les colonnes, la réparation devrait viser à les confiner dans une gaine en béton; le gainage permet de rétablir l'intégrité structurale de l'élément, ce qui est généralement important dans le cas d'éléments de petites dimensions.
- . Pour les colonnes de grandes dimensions ou pour un fût, la réparation avec surépaisseur peut être effectuée avec du béton de masse volumique normale. Elle doit être effectuée sur toute la longueur de l'élément et se poursuivre sur les côtés qui sont aussi susceptibles d'être affectés par des défauts.
- . La limite inférieure de la réparation doit commencer à environ 300 mm sous le niveau du terrain naturel et la limite supérieure doit dépasser d'au moins 500 mm la hauteur éclaboussée de l'élément.
- . Lorsqu'une réparation faite avec du béton de masse volumique normale doit être effectuée sur toute la hauteur de l'élément, la partie supérieure de la surépaisseur qui ne peut être bétonnée à cause de la présence du chevêtre ou du tablier peut être faite avec du béton projeté si l'ampleur des travaux permet de justifier le déplacement de l'équipement; sinon elle est faite avec un mortier cimentaire en sacs (norme MTQ-3801).
- . Une option possible pour effectuer la réparation d'un chevêtre ou d'une assise peut être le forage d'une ouverture à travers l'élément ou la partie d'élément faisant obstacle de manière à pouvoir couler un béton autoplaçant dans la zone à réparer. L'emplacement du forage doit être analysé et déterminé par un ingénieur en structure.

Chevêtre et assise

- . Une réparation de chevêtre ou d'assise peut être effectuée avec ou sans surépaisseur, avec du béton autoplaçant.
- . Lorsque les côtés d'un chevêtre doivent être réparés, il est recommandé de réparer également la surface horizontale de l'assise pour en améliorer le drainage et empêcher l'eau de s'infiltrer entre le béton conservé et le béton de réparation des surfaces verticales. Pour assurer un bon drainage, une pente (généralement de 2 % ou plus) doit être donnée à la surface horizontale de l'assise; en raison de cette pente, la partie supérieure de la réparation devrait être réalisée avec un béton de type V plutôt qu'un béton autoplaçant.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 10

- . Le dessous d'un chevêtre peut être réparé avec du béton autoplaçant si les côtés sont réparés selon la même méthode.
- . Lorsque les dommages sont causés par un problème d'étanchéité du joint, les travaux de réparation du chevêtre devraient être combinés à des travaux d'étanchement, de remplacement ou d'élimination du joint de tablier (activités 1031, 3051 et 3053).
- . Avant de préparer un projet de réparation, la capacité d'un chevêtre affecté par des fissures de flexion ou de cisaillement doit être évaluée par un ingénieur en structure.
- . Pour la réparation ou la modification des blocs d'assise détériorés qui supportent un appareil d'appui, voir l'activité 3042 – Réparation / modification du bloc d'assise.

Chevêtre et assise à simple T inversé

- . Avant de préparer un projet de réparation, la capacité de ce type de chevêtre doit toujours être évaluée par un ingénieur en structure. L'étude doit porter sur la capacité de l'âme du chevêtre ainsi que des corbeaux, en raison de concentrations importantes de contraintes à la jonction de ces parties du chevêtre et de faiblesses théoriques potentielles des corbeaux.
- . Lorsqu'un projet de réparation est prévu et qu'un dégagement des étriers et des armatures longitudinales est requis, la capacité résiduelle du chevêtre doit être vérifiée afin d'établir une méthode d'intervention adéquate, et si nécessaire, des séquences de démolition et de fermeture de voies de circulation. Il est possible qu'un soutènement temporaire soit requis dans certains cas (voir croquis).

Esthétique

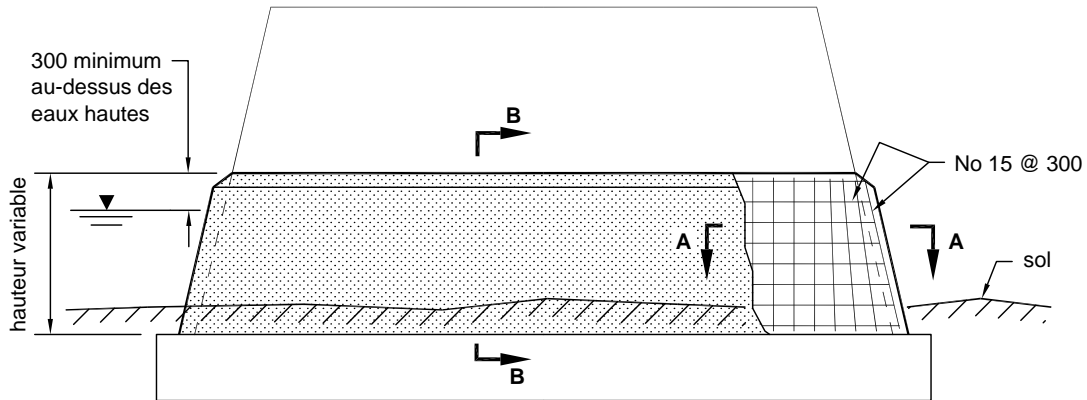
- . Pour les structures situées en milieu urbain ou le long des autoroutes, l'aspect esthétique d'une réparation doit toujours être pris en compte. L'utilisation d'un enduit de surface pour recouvrir et masquer des réparations sans surépaisseur peut alors être considérée (activité 1062).
- . La hauteur de la réparation doit être constante. La réparation peut devoir être exécutée sur toute la hauteur de l'élément, particulièrement pour les colonnes, au lieu de se terminer à mi-hauteur.
- . Il faut éviter de faire des réparations avec surépaisseur dont le pourtour épouse celui des dommages. Cette façon de faire entraîne généralement des difficultés d'exécution, n'assure aucune protection pour les surfaces adjacentes qui sont susceptibles de s'endommager à court terme et dépare considérablement la structure.
- . Le chevêtre doit être réparé sur toute sa longueur et des deux côtés même s'il n'est que partiellement endommagé. Une réparation identique des deux extrémités peut être tolérée.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

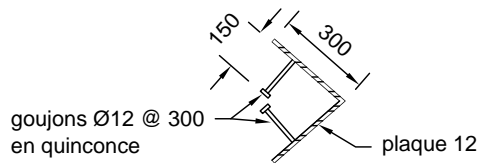
ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 10

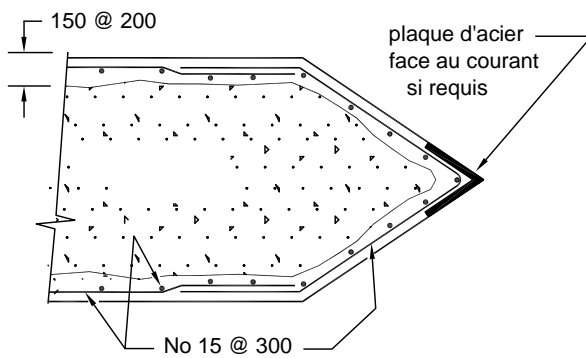


ÉLÉVATION

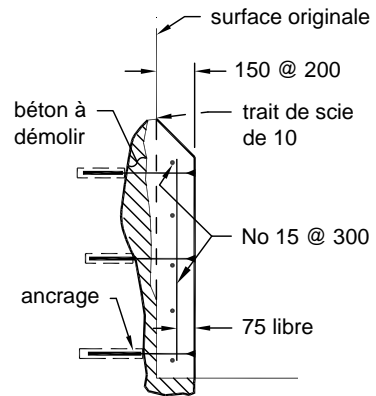


PLAQUE D'ACIER

note:
lorsque le béton du fût est très détérioré, les barres No 15 doivent être remplacées par des barres No 20.



COUPE A-A



COUPE B-B

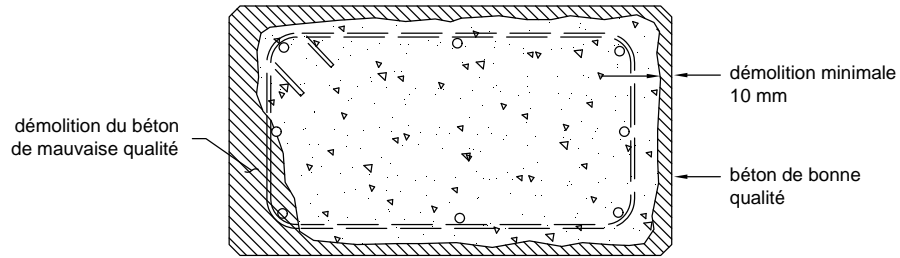
RÉPARATION DU FÛT D'UNE PILE

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

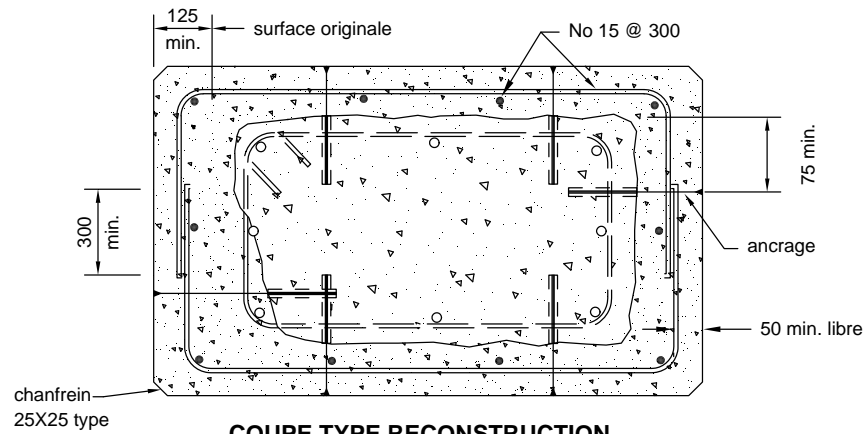
ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

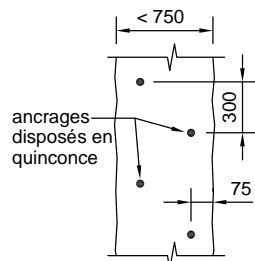
PAGE
7 de 10



COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE RECONSTRUCTION



**POSITION DES ANCRAGES
LORSQUE LARGEUR < 750 mm**

Note: Les ancres peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

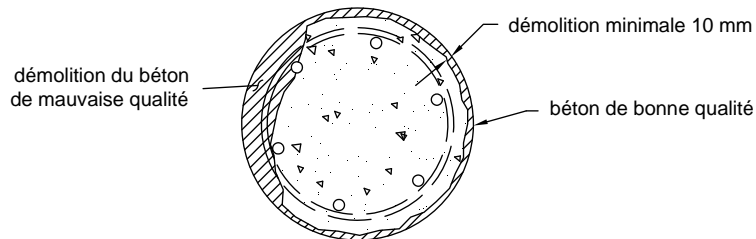
RÉPARATION D'UNE COLONNE RECTANGULAIRE AVEC SURÉPAISSEUR DE BÉTON AUTOPLAÇANT

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

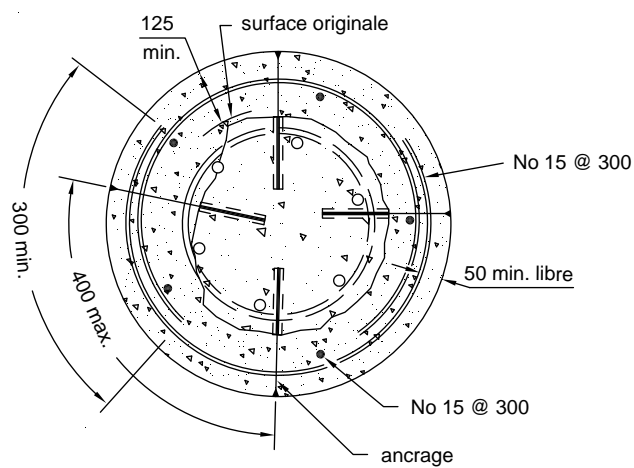
ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

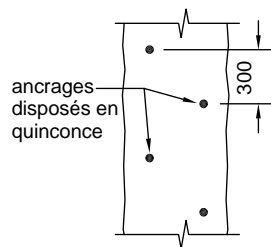
PAGE
8 de 10



COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE RECONSTRUCTION



POSITION DES ANCRAGES

Note: Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

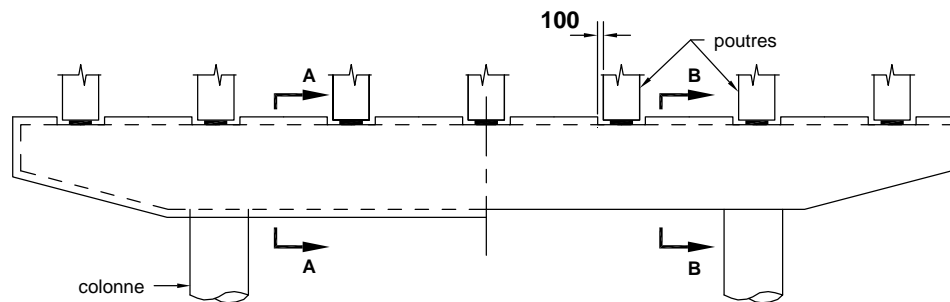
RÉPARATION D'UNE COLONNE RONDE AVEC SURÉPAISSEUR DE BÉTON AUTOPLAÇANT

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

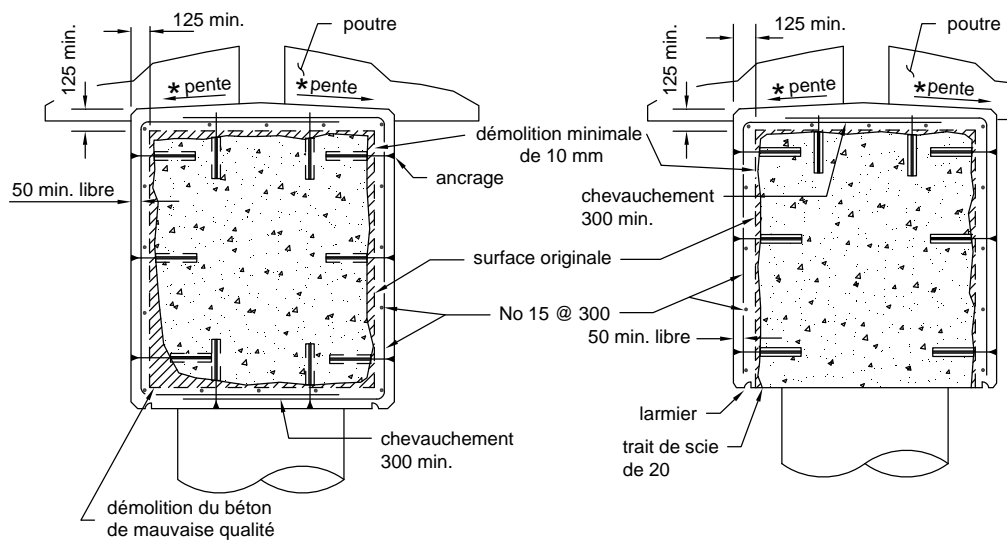
ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
9 de 10



ÉLÉVATION



COUPE A-A - RÉPARATION SUR 4 CÔTÉS

COUPE B-B - RÉPARATION SUR 3 CÔTÉS

Note: Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

* La partie supérieure de la réparation doit être réalisée avec un béton de type V de façon à pouvoir obtenir une pente.

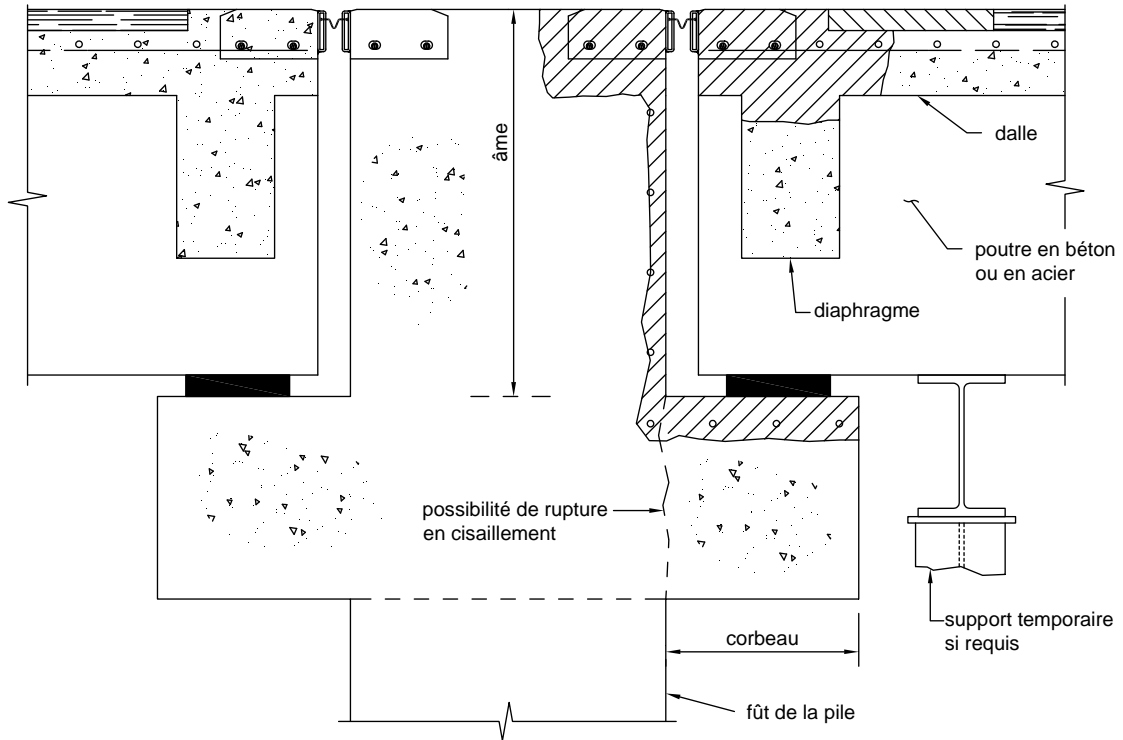
RÉPARATION DE CHEVÊTRE AVEC SURÉPAISSEUR DE BÉTON AUTOPLAÇANT

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
Janv 2013

PAGE
10 de 10



CHEVÊTRE À SIMPLE T INVERSÉ

RÉFECTION / RÉHABILITATION D'ÉLÉMENTS D'UNITÉ DE FONDATION EN BÉTON

ACTIVITÉ
3114

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Reconstruction du garde-grève, d'un mur en aile ou d'un mur en retour d'une culée, ou bien d'un chevêtre d'une pile.

Cette activité peut également être utilisée pour ajouter ou pour intervenir sur un autre élément de l'unité de fondation, tel que les butoirs.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Lorsque les défauts de béton peuvent réduire de façon très importante l'aptitude de l'élément à jouer son rôle, ou bien la capacité de l'élément à supporter les charges.
- . Élément inexistant ou ne jouant pas le rôle qui lui est dévolu.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer par un ingénieur en structure.

Notes

- . Le choix de la méthode de réfection d'un mur en aile ou d'un mur en retour dépend du type de culée, de l'armature existante et des caractéristiques géométriques du nouvel élément et doit être fait par un ingénieur en structure.
- . La réfection du garde-grève d'une culée nécessite l'enlèvement du joint de tablier. La réfection du garde-grève doit donc être associée aux travaux de remplacement d'un joint de tablier (activité 3051) ou de réalisation d'un joint dalle sur culée (activité 3052).
- . La reconstruction d'un chevêtre de pile exige habituellement la mise en place d'étaisements pour supporter les extrémités de tablier pendant les travaux.
- . Dans le cas d'un pont acier-bois avec une culée en béton, il est recommandé de privilégier l'option de prolonger le dessus du garde-grève jusqu'à la surface de roulement pour des raisons de durabilité.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Réparation sans surépaisseur de béton d'une poutre en béton précontraint.

Cette activité peut également consister en une réparation par chemisage au moyen de matériaux composites collés à la surface du béton.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés de manière restreinte à significative sur la surface d'une poutre en béton précontraint.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité d'une poutre en béton précontraint à supporter les charges.

La réparation d'une poutre en béton précontraint peut être appropriée dans certains cas même si les défauts observés représentent une petite partie de la surface totale de la poutre.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir les activités :

3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;

3103 – Réparation avec béton projeté.

- . La méthode à utiliser pour réparer les poutres en béton précontraint doit être déterminée par un ingénieur en structure lorsqu'il est possible d'observer l'une des déficiences suivantes :
 - Toron d'une poutre sectionné;
 - Ancrage d'un câble de précontrainte dégagé;
 - Fissuration structurale de la poutre.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 5

Notes

- . Une analyse structurale doit être réalisée par un ingénieur en structure lorsqu'un enlèvement significatif de béton est prévu à proximité ou vis-à-vis des zones d'ancrage ainsi qu'autour des torons. L'ingénieur peut devoir évaluer la capacité résiduelle de la poutre afin d'identifier des restrictions lors de la démolition, telles que séquences et limites de démolition, fermetures de voies de circulation ou mise en place de support temporaire.
- . La profondeur de démolition du béton doit être limitée à l'épaisseur de béton recouvrant les éléments de précontrainte. Les torons des poutres préfabriquées et les câbles des poutres précontraintes par post-tension, apparents ou rendus apparents par les travaux de démolition, ne doivent être dégagés que si le béton d'enrobage est de mauvaise qualité.

Un dégagement trop important du béton à proximité des éléments de précontrainte peut entraîner une diminution permanente de la capacité de ces éléments. La supervision de la démolition du béton par un ingénieur en structure est recommandée. Un support temporaire peut parfois être requis.

- . Les torons ou les câbles, ces derniers étant généralement dans une gaine en acier et enrobés d'un coulis de ciment, ne doivent pas être endommagés par les travaux de démolition. La scie utilisée pour délimiter les travaux et la pointe du marteau pneumatique utilisé pour la démolition ne doivent pas venir en contact avec ces éléments. Un dommage même léger peut entraîner le sectionnement des torons ou des câbles et diminuer ainsi de façon permanente la capacité de l'élément.
- . Dans certains cas de réparation de poutres en béton précontraint par post-tension, les barres d'armature (étriers) apparentes ou rendues apparentes par la démolition peuvent être dégagées de 25 mm, si elles ne sont pas situées dans des zones structurellement critiques. Consulter un ingénieur en structure.
- . Le béton doit être démoli de préférence par hydrodémolition; sinon un marteau pneumatique d'un poids maximum de 7 kg peut être utilisé.
- . La partie apparente des torons, des câbles et des armatures doit être nettoyée à l'aide d'une brosse d'acier pour enlever toute la rouille.
- . Pour la réparation avec coffrages sans surépaisseur comme pour la réparation avec béton projeté, un treillis métallique fixé aux poutres avec des attaches galvanisées doit être intégré à la réparation.

Les attaches doivent être disposées à 300 mm dans les deux directions.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 5

- . Dans le cas de la réparation d'une poutre de rive qui n'est pas suffisamment protégée par le tablier, les surfaces exposées à l'eau et aux sels de déglçage doivent être imperméabilisées (activité 1061) afin de prévenir la détérioration de la réparation et l'apparition d'autres défauts.
- . Dans certains cas, une intervention sur les surfaces du talon des poutres est pertinente dans le but de protéger les étriers et d'améliorer l'esthétique du pont. Il peut donc être approprié dans ces cas d'appliquer un imperméabilisant et un enduit de surface (act. 1062) ou bien de prévoir une intervention de surface (act. 3107) lorsque la profondeur des défauts est petite et que les armatures apparentes ne sont pas trop dégagées. Cependant, ces interventions ne sont pas recommandées sur la face intérieure des poutres de rive ainsi que sur les côtés des poutres intérieures pour éviter de masquer des zones où des fissures structurales peuvent potentiellement apparaître et surtout où un suivi de fissures existantes doit être effectué.

Réparation par chemisage

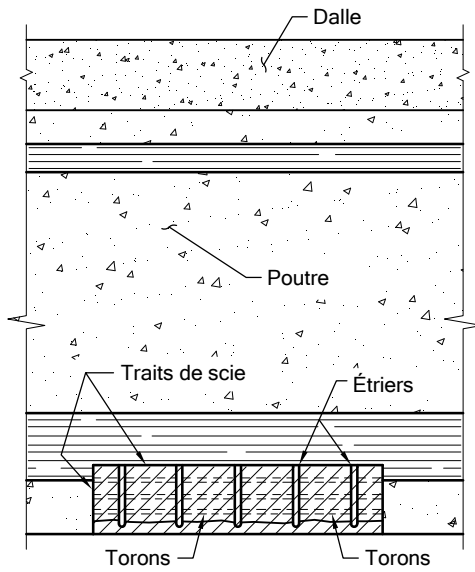
- . La réparation par chemisage est applicable lorsque des défauts se retrouvent sur plus de 40 % de la longueur totale de la poutre, et ce dans la zone de la semelle inférieure. Les défauts visant à être corrigés par cette intervention sont :
 - une fissuration longitudinale, non-structurale, due à un manque d'armature de confinement de la semelle inférieure;
 - un délaminage ou un éclatement localisé au périmètre des étriers ou des armatures de confinement, dû généralement à un recouvrement de béton faible ou inexistant.
- . L'intervention consiste à coller sur les surfaces de la poutre des feuilles de polymère renforcé de fibre de verre (PRFV).
- . Des réparations ponctuelles peuvent devoir être réalisées au préalable afin d'avoir une surface relativement unie.
- . Cette intervention n'est pas recommandée pour corriger des défauts ayant une incidence structurale (par ex. bris de torons, étriers sectionnés) ou lorsque les surfaces des poutres ont une activité corrosive très importante avec des potentiels moyens plus négatifs que - 350 mV.
- . Il est recommandé d'avoir un avis de la Direction des structures pour valider la pertinence de l'intervention.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

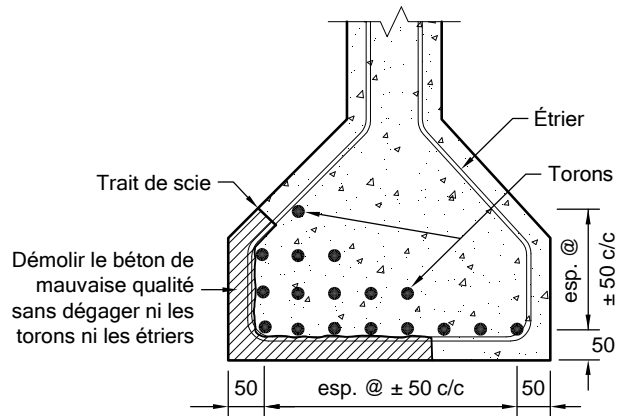
ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2013

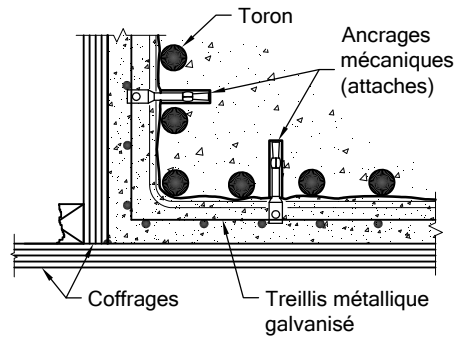
PAGE
4 de 5



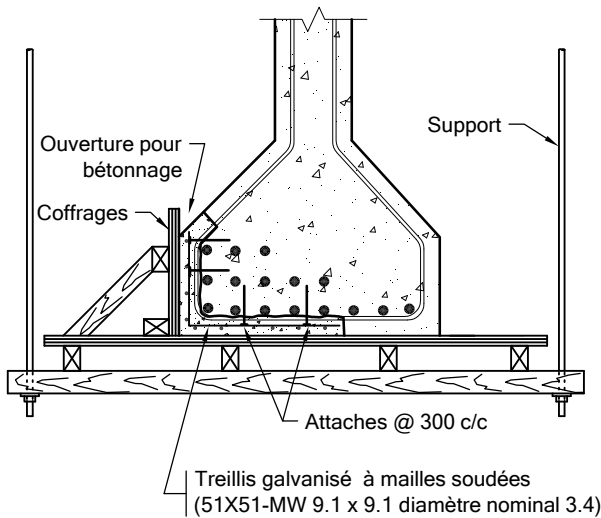
ÉLEVATION



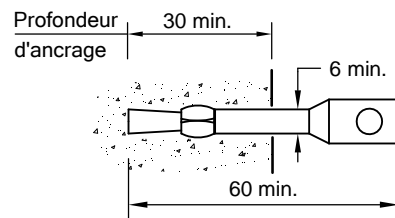
COUPE TYPE DÉMOLITION



DÉTAIL TYPE



COUPE TYPE DE LA RÉPARATION



ATTACHE

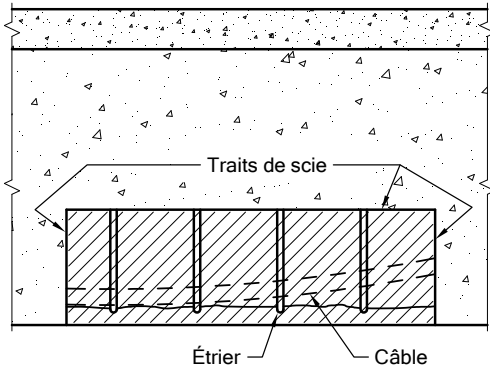
POUTRES DE TYPE AASHTO

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

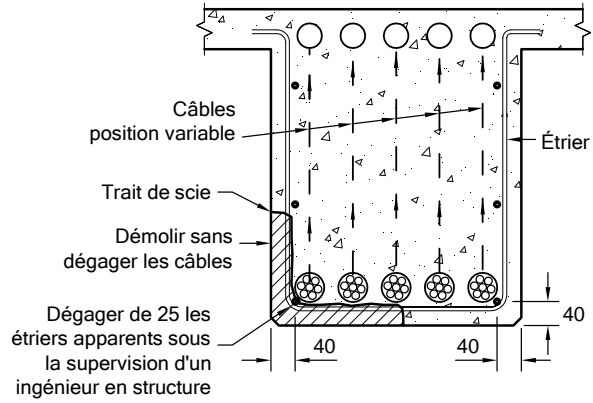
ACTIVITÉ
3124

DATE
Janv 2013

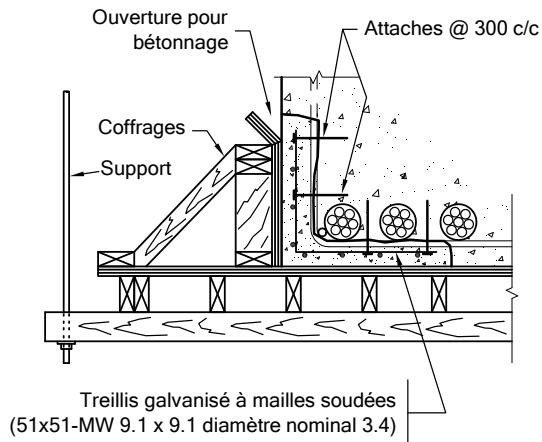
PAGE
5 de 5



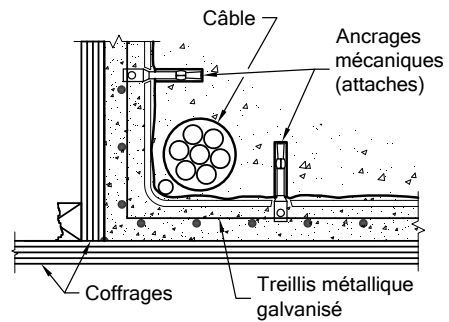
ÉLÉVATION



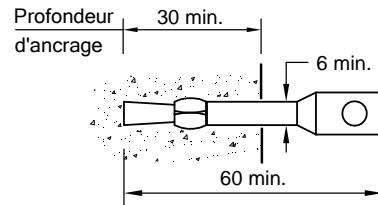
COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE DE LA RÉPARATION



DÉTAIL TYPE



ATTACHE

POUTRES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

RÉPARATION DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3125

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation, avec ou sans surépaisseur de béton, des âmes et du hourdis inférieur d'une poutre-caisson en béton armé ou en béton précontraint.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés de manière restreinte à significative sur la surface d'une poutre-caisson.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité d'une poutre-caisson à supporter les charges.

Lorsqu'il y a présence de précontrainte, la réparation d'une poutre-caisson peut être envisagée dans certains cas même si l'étendue des défauts représente une petite partie de la surface totale de la poutre.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Face extérieure et face intérieure des âmes

Voir les activités :

3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;

3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;

3103 – Réparation avec béton projeté.

B) Hourdis inférieur

Voir les activités :

3131 – Réparation de dalle : pour une intervention réalisée à partir de l'intérieur (dessus du hourdis inférieur).

3107 – Intervention de surface : pour une intervention visant le dessous du hourdis inférieur (réalisation par l'extérieur).

RÉPARATION DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3125

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . La méthode utilisée pour réparer les âmes et le hourdis inférieur d'un pont à poutre-caisson, ainsi que les précautions à prendre lors de l'exécution des travaux doivent toujours être déterminées par un ingénieur en structure. L'âme et le hourdis inférieur font partie du système structural de ce type d'ouvrage. La méthode de réparation et surtout la façon d'exécuter les travaux peuvent donc avoir une influence très importante sur la stabilité de l'ouvrage.
- . Une analyse structurale doit être réalisée par un ingénieur en structure lorsqu'un enlèvement important de béton est prévu à proximité ou vis-à-vis des zones d'ancrage ou de chevauchement des barres d'armature, ou autour d'étriers ou d'armatures principales. L'ingénieur doit évaluer la capacité résiduelle des éléments où une réparation est prévue afin d'identifier des restrictions lors de la démolition, telles que séquences et limites de démolition, fermetures de voies de circulation ou mise en place de support temporaire.
- . Dans le cas de poutres-caissons en béton précontraint, se référer à l'article 3124 pour les méthodes de travail.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 14

RÉFÉRENCES

Manuel d'entretien des structures

- . Relevés de dommages, chapitre 4.
- . Études d'opportunité, chapitre 5.

DESCRIPTION

Réparation en surface ou en profondeur d'une dalle sur poutres ou d'une dalle épaisse.
L'intervention est réalisée à partir du dessus de la dalle.

SEUIL D'INTERVENTION

Bien que, lors de l'inspection générale, les défauts observés et compilés pour le dessous de la dalle sont susceptibles de fournir des indices quant à l'état du béton, les seuils d'intervention qui suivent s'appliquent au dessus de la dalle – ce qui correspond plus à l'état général de cette dalle.

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

Dalle sur poutres

- . Défaut associé au dessus de la dalle de l'ensemble des travées (corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton) :
 - sur 20 % ou moins de la surface du tablier pour un pont à fort débit de circulation;
 - sur 30 % ou moins de la surface du tablier pour un pont à faible débit de circulation.
- . Lorsque les défauts observés lors de l'inspection générale sont supérieurs aux critères mentionnés ci-dessus, des informations supplémentaires (expertise de la dalle) et des analyses détaillées (étude d'opportunité) sont requises pour déterminer l'intervention la plus appropriée à réaliser pour remettre en état la dalle. Voir Notes – Choix d'intervention sur la dalle.

Dalle épaisse

- . Défaut du dessus de la dalle sur plus de 5 % de la surface d'une travée.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 14

MÉTHODE DE TRAVAIL

La réparation de la dalle sur poutres et de la dalle épaisse comprend quatre étapes :

- . La démolition du béton (en surface ou en profondeur);
- . La préparation des surfaces;
- . La reconstruction de la surface de béton;
- . La cure du béton et la correction des surfaces.

A) Démolition du béton

1. Enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité sur toute la surface de la dalle, ainsi que sur les approches s'il est nécessaire de corriger le profil de la route.

En surface

2. Délimiter la surface à réparer par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . Les surfaces de béton délaminé à réparer peuvent d'abord être détectées en traînant une chaîne ou un assemblage de chaînes à la surface de la dalle. Le contour des surfaces détectées grossièrement doit ensuite être précisé en utilisant un marteau de géologue ou de maçon ou une tige d'acier.
 - . Les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et dépasser d'au moins 150 mm le pourtour de la surface endommagée. Celles qui se trouvent à moins de 600 mm l'une de l'autre doivent être intégrées en une seule surface.
 - . Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux angles des surfaces à réparer; la démolition du béton près du point de rencontre des traits de scie est finalisée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel 7 kg.
 - . Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les barres d'armature.
3. Démolir le béton jusqu'à une profondeur minimale de 60 mm et jusqu'au béton sain.
 - . Est considéré comme sain un béton non délaminé dont le lien entre les constituants n'est pas détruit par l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.
4. Dégager d'au moins 25 mm les armatures rendues apparentes par la démolition.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 14

En profondeur

5. Pour une dalle sur poutres, lorsque la démolition nécessaire pour atteindre le béton sain ou pour dégager les armatures fait en sorte que l'épaisseur de dalle restante est inférieure à 80 mm, démolir le béton sur la pleine épaisseur de la dalle.
6. Prendre des dispositions pour empêcher la chute de débris provenant de la démolition sur la route ou dans le cours d'eau.
7. Délimiter par un trait de scie de 20 mm de profondeur la surface du dessous de la dalle à réparer.
8. Démolir le béton de la partie inférieure de la dalle en évitant que les marteaux de démolition ne fassent éclater le béton adjacent à la surface à réparer.
9. Installer les coffrages pour obtenir une surface dans le même plan que les surfaces environnantes et de façon à éviter les fuites de béton sur le pourtour de la réparation.
 - . Lorsque la surface de béton à réparer est petite, les coffrages peuvent être fixés sous la dalle avec des ancrages, sinon ils doivent être fixés aux poutres.
 - . Les coffrages ne doivent pas être fixés à des supports appuyés sur le dessus de la dalle, car l'eau peut, avec le temps, s'infiltrer autour des tiges utilisées pour relier les coffrages aux supports et ainsi entraîner la détérioration du béton.

Notes relatives à la démolition

- . Pour une dalle sur poutres, la profondeur de démolition pour la réparation en surface est limitée, parce qu'une épaisseur minimale de béton doit être conservée comme partie inférieure de la dalle réparée et comme support (coffrage) du béton de réparation.
- . Le fait de s'en tenir généralement à une certaine profondeur de démolition permet de s'assurer de conserver le maximum d'épaisseur de béton. Il est cependant possible d'augmenter la profondeur de démolition pourvu que l'épaisseur de béton conservé soit d'au moins 80 mm.
- . Les travaux de réparation de la dalle épaisse doivent être effectués comme pour la dalle sur poutres sauf pour les travaux de démolition, qui ne doivent pas nécessairement être effectués sur la pleine épaisseur de la dalle même si la démolition nécessaire pour atteindre le béton sain ou pour dégager les armatures dépasse 100 mm de profondeur. La dalle devrait être démolie sur sa pleine épaisseur si l'épaisseur du béton conservé était inférieure à 100 mm.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 14

- . Les équipements de démolition à utiliser sont les suivants :
 - pour le béton situé au-dessus de la première nappe d'armature, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 30 kg; un marteau hydraulique ayant une énergie de choc inférieure à 60 J peut être utilisé comme équivalent; dans le cas d'une dalle épaisse évidée, un marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg est requis; dans le cas d'une dalle épaisse pleine ayant une épaisseur de 450 mm et plus, un marteau hydraulique ayant une énergie de choc inférieure à 200 J peut être utilisé;
 - pour le béton situé vis-à-vis et sous la première nappe d'armature, le marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 15 kg; dans le cas d'une dalle épaisse évidée, un marteau pneumatique manuel d'un poids maximal de 7 kg est requis;
 - pour le béton qui se trouve à proximité ou au-dessus des poutres et des diaphragmes, un marteau pneumatique de 7 kg est exigé vis-à-vis et sous la deuxième nappe d'armature.
- . La démolition près des pourtours de la réparation doit être effectuée avec soin afin de ne pas frapper les barres d'armature dégagées. Les vibrations causées par l'impact des marteaux ont tendance à faire délaminer le béton adjacent à la réparation où la barre se prolonge. Spécifier au besoin un marteau pneumatique de 7 kg ou un équipement d'hydrodémolition.
- . La démolition du béton de la dalle à l'aide de marteaux pneumatiques à moins de 30 m d'une surface fraîchement bétonnée est interdite tant que le nouveau béton n'a pas atteint une résistance à la compression de 25 MPa; les vibrations transmises aux armatures par les marteaux peuvent affecter l'enrobage des armatures. Cette contrainte n'est pas valide quand les armatures entre ces surfaces et celles à démolir sont discontinues.
- . Les équipements de démolition doivent être manipulés de façon à respecter l'intégrité de l'élément et du béton à conserver.
- . L'hydrodémolition peut être utilisée partout où cette technique est applicable.
- . Pour s'assurer que la durabilité de la réparation d'une dalle sur poutres ne soit pas compromise par une activité de corrosion, du moins à l'intérieur des limites de l'intervention, les armatures, plus spécialement celles qui sont corrodées, doivent être dégagées de 25 mm de façon à nettoyer le dessous comme le dessus, permettant ainsi de réduire de manière importante la probabilité d'une reprise de l'activité de corrosion.
- . En plus d'enlever du béton contaminé au pourtour des barres, le dégagement des armatures permet en outre d'intégrer les armatures existantes au nouveau béton et assure ainsi un meilleur ancrage avec le béton conservé.
- . Lors des travaux de réparation de la dalle, il peut être approprié d'enlever les plaques en acier qui sont endommagées à la base jonction d'un chasse-roue, trottoir ou glissière, car elles peuvent être la source d'infiltration d'eau à l'arrière et provoquer une détérioration prématurée du béton.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 14

B) Préparation des surfaces

1. Nettoyer les armatures et la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide pour enlever toute rouille ainsi que les particules et granulats du béton qui sont détachables. Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans certaines zones cachées ou d'accès difficile, comme le dessous des barres d'armature.
2. Nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20 L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm).

C) Reconstruction de la surface de béton

1. Si nécessaire, supporter ou fixer les armatures existantes.
 - . Lorsque les surfaces à réparer sont importantes, les barres d'armature doivent être supportées par des cales d'espacement en plastique disposées de façon à ne pas être déplacées par la mise en place du béton.
2. Au besoin, ajouter des armatures de même diamètre que celles existantes pour compenser la perte d'acier des barres dont la section est diminuée de plus de 30 %, soit par la corrosion, soit par les travaux de démolition.
 - . En général, la perte de section sur des barres d'armature peut être compensée globalement. Ainsi, dans le cas où plusieurs barres auraient une perte de section de l'ordre de 30 %, il serait possible de n'ajouter qu'une barre supplémentaire pour trois barres détériorées.
 - . Pour établir la continuité, la longueur de chevauchement nécessaire de part et d'autre de la section endommagée doit être d'au moins 600 mm, sauf dans le cas de l'armature structurale qui doit être calculée par un ingénieur.
3. Nettoyer les coffrages de tout débris à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression ou d'un aspirateur.
4. Humidifier les surfaces de contact avant la mise en place du nouveau béton.
 - . L'eau libre en surface et au fond des coffrages doit toutefois être enlevée avant le bétonnage.
 - . Un béton saturé d'eau, mais dont la surface est asséchée favorise la liaison entre le béton conservé et le nouveau béton.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 14

5. Faire la mise en place du béton.

- . Dans des conditions normales d'exécution, le béton recommandé est le béton de type V-S conforme à la norme MTQ 3101 (35 MPa avec fumée de silice et superplastifiant). Les caractéristiques de ce béton, plus particulièrement sa résistance en compression, le rendent compatible avec le béton généralement utilisé auparavant pour la construction de dalles sur poutres.
- . On exige généralement que la résistance du béton ait atteint 25 MPa avant de permettre la circulation sur les surfaces réparées.
- . Dans des conditions de remise en service rapide sur une zone réparée d'une route à fort débit de circulation, un béton à prise rapide de type XVI-15 doit être utilisé pour obtenir une résistance initiale plus élevée (résistance à la compression minimale de 20 MPa à 4 heures). Cependant, lorsque les circonstances l'exigent, des mesures appropriées de bétonnage par temps froid doivent être prévues pour assurer une cure adéquate, et par conséquent un produit durable.
- . L'utilisation d'un béton à prise rapide peut également être envisagée dans certains cas où il n'y a que de petites surfaces à réparer et que l'on voudrait réduire le délai d'attente jusqu'à la pose de la membrane.
- . La surface du dessus de la réparation doit être dans le même plan que les surfaces environnantes.

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Faire la cure du béton.

Le béton à prise rapide nécessite une cure minimale de 4 heures, et doit être maintenu à au moins 10°C pendant une période minimale de 7 jours.

2. Vérifier l'adhérence du béton de réparation au béton conservé en frappant la surface avec un marteau de maçon ou de géologue, ou bien une tige en acier. Un son creux indique un manque d'adhérence et exige la reprise de la réparation.

3. Enlever les coffrages sous la dalle s'il y a lieu.

- . Au besoin, des cylindres supplémentaires peuvent être échantillonnés lors du contrôle de réception du béton pour vérifier son gain de résistance.

4. Enlever les bavures de béton sous la dalle, sur le pourtour de la surface réparée, s'il y a lieu.

5. Poser une membrane d'étanchéité et de l'enrobé à chaud (activité 3067).

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 14

Notes

Choix d'intervention sur la dalle

- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention sont, dans la mesure du possible, les dommages réels du béton associés principalement au dessus de la dalle lors d'une inspection générale, ou bien les dommages réels et potentiels associés au dessus du tablier lors d'une expertise de dalle.
- . Les défauts du béton observés pour le dessous de la dalle sont compilés lors de l'inspection générale. Cependant, ces défauts ne doivent pas être directement pris en compte pour décider si l'on répare la dalle bien qu'ils peuvent fournir une certaine indication sur l'état du béton. Il faut prendre soin de ne pas cumuler le même dommage, identifié sur le dessus et sur le dessous de la dalle.
- . Pour certains défauts observés uniquement en surface pour le dessous de la dalle (entre autres, béton éclaté, armatures apparentes suite à l'enlèvement de fragments de béton), et que le béton est sain dans son ensemble, se référer à l'activité 3107.
- . Lorsque l'étendue des dommages pour un dessus de dalle sur poutres représente une proportion entre 20 et 30 % pour un pont à fort débit de circulation, ou entre 30 et 40 % pour un pont à faible débit de circulation, une réparation de dalle peut encore être un scénario à considérer à la suite d'une analyse détaillée de l'état des matériaux et de la structure dans son ensemble.
- . La décision de procéder à une réparation plutôt qu'à un remplacement, ou bien à une autre intervention (ex. : chape) doit être basée sur une expertise de la dalle (voir chapitre 4, section 4.2.3) et une étude d'opportunité (voir chapitre 5).

L'expertise de la dalle permet de mieux définir le type et l'ampleur des dommages et de déterminer si les caractéristiques du béton permettent d'effectuer une réparation efficace.

- . Pour l'expertise d'une dalle de pont d'une certaine envergure, il peut être approprié de procéder à une évaluation des dommages en faisant des fenêtres d'observation. Ces fenêtres permettent de voir l'état du dessus de la dalle à certains endroits stratégiques en procédant à un enlèvement localisé de l'enrobé.
- . Le béton de la dalle doit être de bonne qualité (résistance en compression > 25 MPa, taux d'absorption < 6,5 %, réseau d'air adéquat) et l'épaisseur de la dalle supérieure à 165 mm.

L'étude d'opportunité a pour but notamment d'analyser toutes les solutions possibles (réparation, réfection, etc.) et de déterminer la plus avantageuse tant du point de vue technique que financier.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
8 de 14

- . Les défauts du béton identifiés sur le dessus du tablier lors d'une expertise de dalle par une méthode plus sophistiquée comme le relevé de potentiels de corrosion ou le géoradar, doivent être considérés comme des dommages potentiels et non des dommages réels observés visuellement.
- . L'état de la dalle et la manière d'y intervenir peuvent être analysés travée par travée pour un pont à plusieurs travées, entre autres dans certains cas particuliers où la détérioration du béton s'est développée d'une façon très différente d'une travée à l'autre.

Chape de béton

- . Une dalle sur poutres ayant une détérioration généralisée sur le dessus tout en présentant une portion inférieure en bonne condition peut être remise en état à l'aide d'une chape de béton. Cette option doit être justifiée par une expertise de dalle et une analyse financière à long terme, et ne devrait être effectuée qu'après consultation auprès de la Direction des structures.
- . L'option d'une chape de béton est envisagée le plus souvent dans un contexte d'intervention à moyen terme où les quantités de réparation de dalle prévues sont très importantes, la durée de vie anticipée d'une chape de béton étant plus longue qu'un grand nombre de réparations réparties sur toute la surface de la dalle.
- . La méthode de travail suggérée pour cette intervention consiste à réaliser une hydrodémolition (ou une scarification si le recouvrement de béton par-dessus l'armature le permet) suivie de la mise en place d'une chape au béton latex.
- . Il est généralement recommandé de concevoir la chape en vue de l'utiliser directement comme surface de roulement, sans membrane ni enrobé. (Se référer à l'article RE-11-R du devis type *Construction et réparation des structures*).
- . Dans le cas où il n'y a pas de contraintes structurales relativement à la capacité portante, la réalisation d'une chape de béton peut être complétée par la pose d'une membrane d'étanchéité et d'un enrobé.

Impact dû au passage des véhicules

- . Il est souvent nécessaire de conserver une partie de la chaussée ouverte à la circulation pendant les travaux de réparation. Or, l'impact produit par le passage des camions, spécialement sur une surface de roulement cahoteuse, peut affecter la qualité de la réparation, surtout lors de la prise initiale du béton. Des dispositions doivent donc être prises pour réduire au minimum l'impact produit par le passage des véhicules.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
9 de 14

- Les trous et les bosses, principalement aux extrémités du pont, doivent si possible être corrigés avec de l'enrobé afin d'uniformiser la surface de roulement.
- Si c'est possible, le passage des véhicules lourds doit être interdit pendant le bétonnage et la période immédiate suivant le bétonnage.
- Sur les routes à faible débit de circulation, la vitesse des véhicules doit être réduite à 20 km/h sur les ponts à poutres en acier et à 50 km/h sur ceux à poutres en béton.

Membrane d'étanchéité et enrobé

- . Il est recommandé de recouvrir d'une membrane d'étanchéité toute la surface de la dalle ayant fait l'objet d'une réparation pour ralentir l'activité de corrosion, diminuant ainsi les risques de propagation de la détérioration autour des surfaces réparées et empêchant la détérioration prématurée de la réparation.
- . Pour les travaux relatifs à la pose de la membrane d'étanchéité ainsi qu'à l'enlèvement et la pose de l'enrobé, voir l'activité 3067 – Réfection de l'enrobé.

Dalles exigeant une attention particulière

- . La reconstruction des dalles suivantes peut être complexe et coûteuse :
 - dalles épaisses;
 - dalles sur poutres des ponts dont le tablier est précontraint par post-tension;
 - dalles sur poutres des ponts à poutres en béton armé coulées en place.

Ces dalles doivent donc être maintenues en bon état par des travaux de réparation et de pose de membrane d'étanchéité dès que des dommages se manifestent. Il ne faut pas s'exposer à devoir remplacer ces dalles. Un suivi particulier à l'aide d'une auscultation (relevé de potentiel, géoradar) est recommandé (se référer à la section 4.7 du présent manuel).

Ponts à travées continues, ponts à béquilles et portiques

- . Les ponts à travées continues, les ponts à béquilles et les portiques ont souvent, en plus de l'armature normale de dalle, des armatures principales incorporées à la dalle, généralement au-dessus des piles et des béquilles. Le fait de dégager ces barres, qui font partie du système structural, peut entraîner une diminution de capacité permanente de la structure. Les travaux de démolition et de réparation doivent donc être effectués par séquences et sous la gouverne d'un ingénieur en structure.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
10 de 14

Ponts en béton précontraint par post-tension

- . Lorsqu'ils sont précontraints par post-tension, les ponts à travées continues, les ponts à béquilles et les portiques ont généralement des câbles ou des ancrages de câbles qui peuvent se trouver à moins de 75 mm de la surface de la dalle. Avant de procéder à la réparation de la dalle, il faut consulter les plans de la structure pour localiser les éléments de précontrainte qui peuvent nuire aux travaux de réparation. Des précautions doivent être prises pendant les travaux, pour ne pas dégager ces ancrages ou endommager les câbles eux-mêmes. La réparation de la dalle des ponts en béton précontraint doit être effectuée sous la gouverne d'un ingénieur en structure pour s'assurer que les travaux ne risquent pas de compromettre l'intégrité de la structure.

Dalle précontrainte transversalement

- . Certains ponts ont une dalle précontrainte transversalement par des torons espacés à environ 1200 mm et enfouis dans la dalle sous le premier rang d'armatures, à une profondeur d'environ 75 mm. Il faut donc consulter les plans avant de procéder à la réparation d'une telle dalle et prendre les précautions nécessaires pour ne pas endommager les câbles.

Dalle épaisse évidée

- . Cette activité s'applique aussi aux dalles épaisses évidées en béton armé ou en béton précontraint (types 33 et 34).
- . Il est suggéré de profiter de la réparation, lorsque cela est possible, pour nettoyer l'intérieur des évidements lorsque ces derniers sont conservés.
- . Il est important de mentionner qu'il est possible de remplir les évidements en injectant de la mousse isolante rigide afin d'éviter d'avoir à coffrer la partie supérieure des cellules évidées ayant été endommagée avant les travaux ou lors de la démolition du béton. Si les évidements doivent être coffrés, il est recommandé d'utiliser un coffrage métallique de type tôle plutôt que des coffrages en bois.

Dalle d'un pont à poutre-caisson

- . La réparation de la dalle d'un pont à poutre-caisson en béton armé ou en béton précontraint fait l'objet de l'activité 3135 – Réparation du hourdis supérieur de poutre-caisson en béton.

Drains et joints de tablier

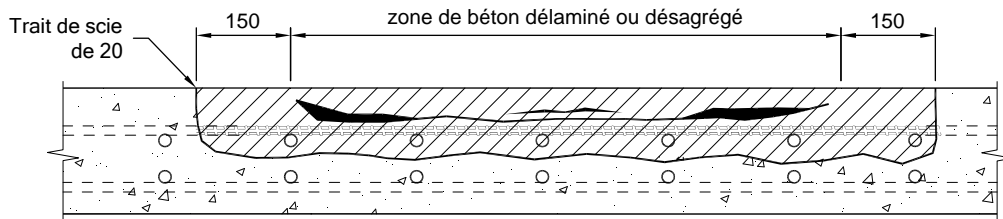
- . La réparation de la dalle fournit l'occasion d'améliorer le drainage du pont (voir l'activité 3062 – Modification de drains) et de remettre en cause la présence de certains joints de tablier (voir les activités 3051, 3052 et 3053 – Remplacement, Modification (Joint dalle sur culée) et Élimination d'un joint de tablier).

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

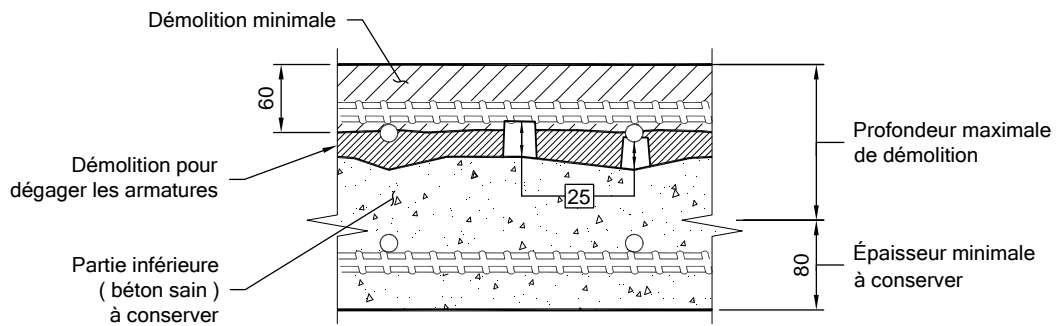
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

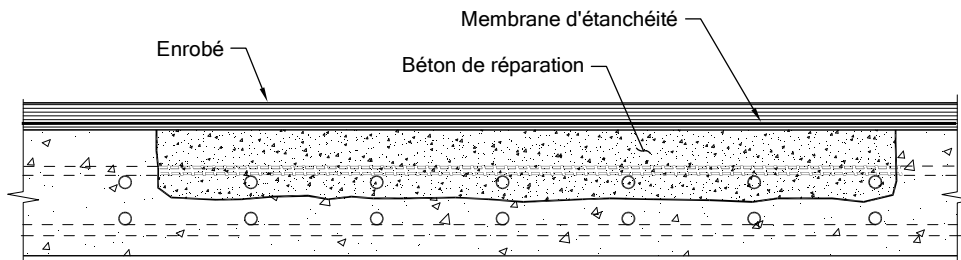
PAGE
11 de 14



DÉMOLITION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



RECONSTRUCTION

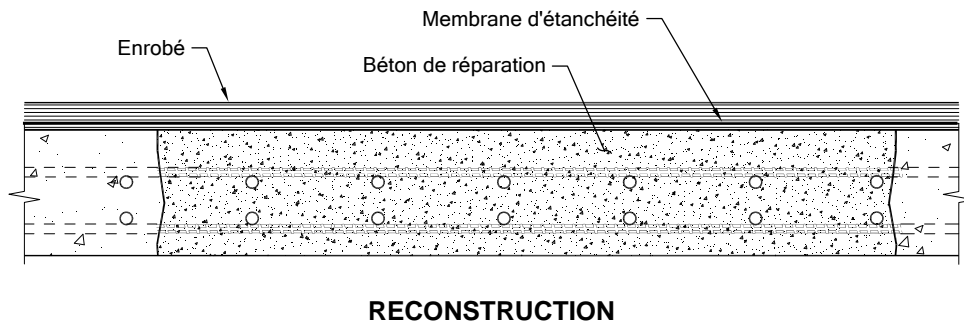
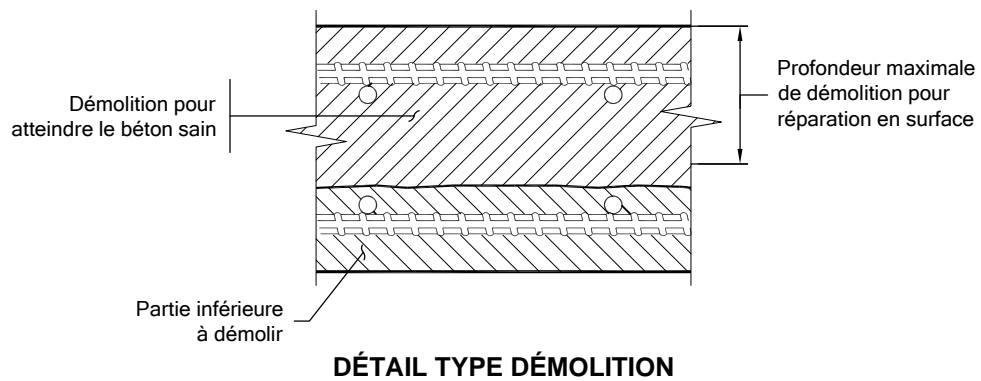
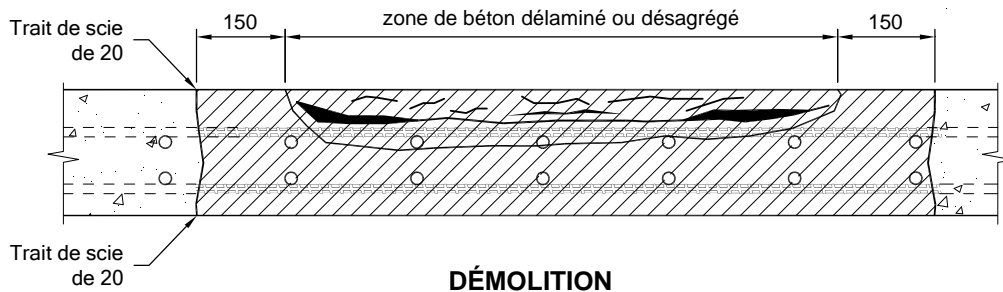
RÉPARATION EN SURFACE DE DALLE SUR POUTRES

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
12 de 14



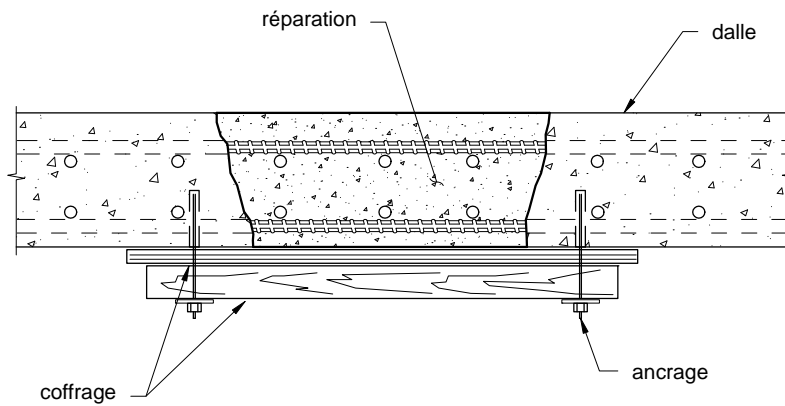
RÉPARATION EN PROFONDEUR DE DALLE SUR POUTRES

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

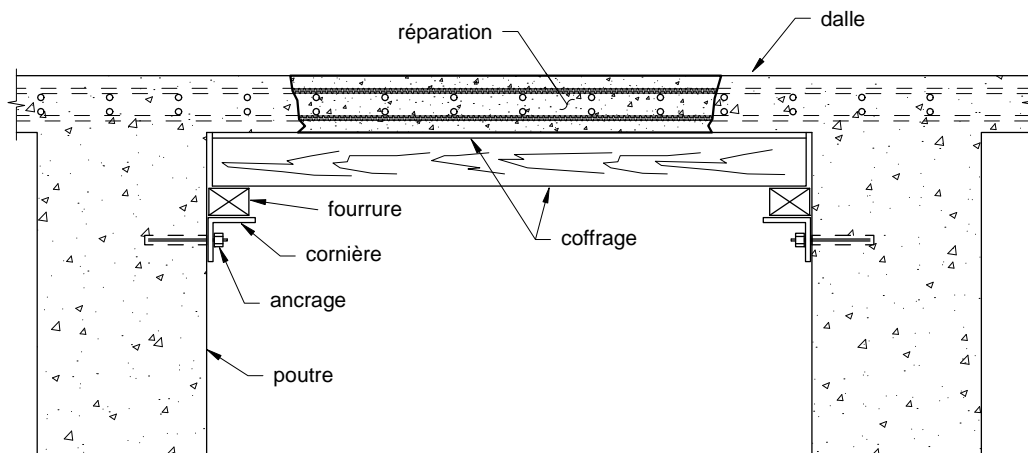
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

PAGE
13 de 14



LARGEUR INFÉRIEURE À 450 mm



LARGEUR SUPÉRIEURE À 450 mm

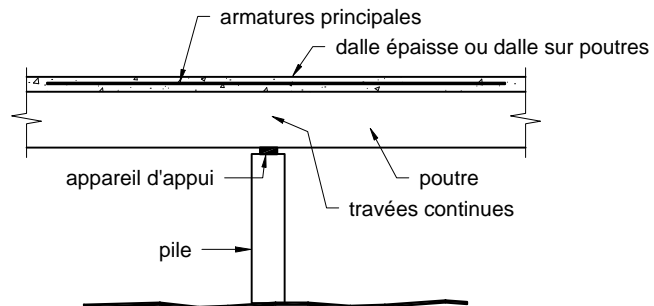
COFFRAGE POUR RÉPARATION EN PROFONDEUR

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

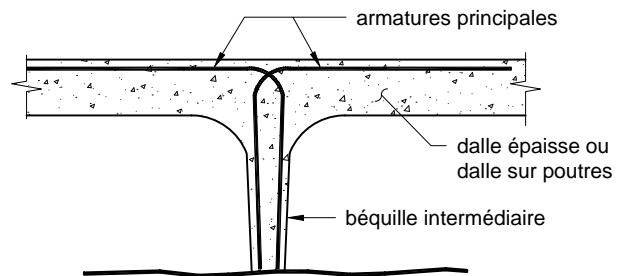
ACTIVITÉ
3131

DATE
Janv 2013

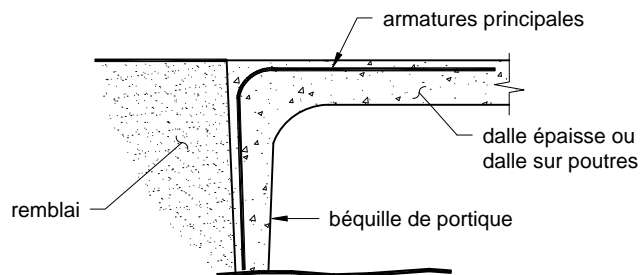
PAGE
14 de 14



TRAVÉES CONTINUES



PONT À BÉQUILLES



PORTIQUE

PONT AVEC ARMATURES PRINCIPALES DANS LA DALLE

RÉPARATION DE DESSOUS DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3132

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec béton projeté du dessous d'une dalle épaisse en béton armé ou en béton précontraint.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du béton observés de manière restreinte à significative sur le dessous d'une dalle épaisse.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité de la dalle épaisse à supporter les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir l'activité :
3103 – Réparation avec béton projeté.

Notes

- . Pour certains défauts observés uniquement en surface, comme entre autres du béton éclaté ou des armatures apparentes suite à un enlèvement de fragments de béton, et que le béton est sain dans son ensemble, se référer à l'activité 3107.
- . Le béton délaminé pouvant constituer un danger pour les usagers sous la dalle doit être enlevé (voir activité 1081 – Enlèvement de fragments de béton).
- . La démolition près des pourtours de la réparation doit être effectuée avec soin afin de ne pas frapper les barres d'armature dégagées. Les vibrations causées par l'impact des marteaux ont tendance à faire délaminer le béton adjacent à la réparation où la barre se prolonge. Spécifier au besoin un marteau pneumatique de 7 kg ou un équipement d'hydrodémolition.

RÉPARATION DE DESSOUS DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3132

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

- . La méthode de réparation doit être déterminée par un ingénieur lorsque :
 - le défaut peut affecter de façon importante la capacité de la dalle;
 - le défaut ou la méthode de réparation peuvent entraîner le dégagement de l'extrémité des armatures longitudinales principales; dans ce cas, des mesures doivent être prises pour fixer les barres d'armature lâches ou considérées comme à risques.
 - la structure endommagée est en béton précontraint par post-tension (type 34, 37 et 39) et la réparation risque d'affecter les câbles de précontrainte.
- . Les défauts du béton qui affectent le dessous de la dalle sont généralement occasionnés par des drains trop courts. La réparation du dessous de la dalle doit donc être associée à des travaux de modification de drains (voir activité 3062).
- . Lorsque le défaut qui affecte le dessous de la dalle est la désagrégation, la méthode de réparation doit être déterminée par un ingénieur, car ce défaut est généralement associé à un béton de mauvaise qualité qui peut être parfois difficile à réparer à l'aide de béton projeté.
- . Dans le cas d'une dalle évidée (types 33 et 34), les défauts du dessous de la dalle sont souvent causés par la présence d'eau dans les évidements. Les petits tuyaux qui drainent ces espaces doivent donc être nettoyés de façon à s'assurer qu'ils évacuent l'eau, sinon d'autres drains doivent être forés.
- . Lorsque le dessous de la dalle épaisse présente une courbure verticale, le dégagement des armatures fait que ces dernières ont tendance à se déplacer sous l'effet de la tension et ainsi se décoller de la surface du béton. Afin d'éviter ce phénomène, des ancrages mécaniques de même type que ceux utilisés pour le béton projeté peuvent être employés pour fixer temporairement les barres dans leur position d'origine.

Autres types de dalle

- . Il n'est pas recommandé de réparer le dessous d'une dalle sur poutres selon la méthode décrite dans cette activité. Les défauts qui affectent le dessous d'une dalle sur poutres ne font l'objet d'une intervention corrective que s'ils sont d'une ampleur telle que la dalle n'est pas en mesure de jouer son rôle adéquatement (réparation temporaire de dalle (act. 2131) ou réparation de dalle en profondeur (act. 3131)).
- . La réparation du dessous du hourdis inférieur d'un pont à poutre-caisson fait l'objet de l'activité 3125 – Réparation de poutre-caisson en béton.

RÉPARATION DU HOURDIS SUPÉRIEUR DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3135

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation en surface ou en profondeur du hourdis supérieur d'une poutre-caisson en béton armé ou en béton précontraint; l'intervention est réalisée à partir du dessus du hourdis supérieur.

SEUIL D'INTERVENTION

Bien que, lors de l'inspection générale, les défauts observés et compilés pour le dessous du hourdis supérieur sont susceptibles de fournir des indices quant à l'état du béton, les seuils d'intervention qui suivent s'appliquent au dessus du hourdis – ce qui correspond à l'état général de l'élément.

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défaut associé au dessus du hourdis supérieur sur plus de 5 % de la surface totale de l'élément d'une travée : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton ou dépôts.
- . Défauts du béton pouvant réduire de façon importante la capacité du hourdis à supporter les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir l'activité :
3131 – Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

Notes

- . Les défauts à considérer pour le choix d'une intervention sont, dans la mesure du possible, les dommages réels du béton associés principalement au dessus du hourdis lors d'une inspection générale, ou bien les dommages réels et potentiels associés au dessus du tablier lors d'une «expertise de dalle».
- . La décision de procéder à une réparation plutôt qu'à une réfection doit être basée sur une expertise de dalle (chapitre 4) et une étude d'opportunité (chapitre 5).

L'expertise de dalle permet de mieux définir le type et l'ampleur des dommages et de déterminer si les caractéristiques du béton permettent d'effectuer une réparation efficace.

L'étude d'opportunité a pour but notamment d'analyser toutes les solutions possibles (réparation, réfection, etc.) et de déterminer la plus avantageuse du point de vue tant technique que financier.

RÉPARATION DU HOURDIS SUPÉRIEUR DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3135

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

- . Pour les ponts à poutre-caisson en béton, le hourdis supérieur fait partie du système structural de l'ouvrage. Les travaux de réparation peuvent donc avoir une influence très importante sur la stabilité de l'ouvrage; la méthode de réparation et surtout la façon d'exécuter les travaux (séquences d'exécution) doivent donc être déterminées par un ingénieur en structure.
- . Une analyse structurale doit être réalisée par un ingénieur en structure lorsqu'un enlèvement important de béton est prévu à proximité ou vis-à-vis de zones d'ancrage, de chevauchement de barres d'armature, ou autour d'étriers ou d'armatures principales. L'ingénieur peut devoir évaluer la capacité résiduelle de certains éléments afin d'identifier des restrictions lors de la démolition, telles que séquences et limites de démolition, fermetures de voies de circulation.
- . La réfection du hourdis supérieur des ponts à poutre-caisson ne peut généralement se faire qu'en soutenant la partie inférieure du caisson par des étalements. La réfection devenant complexe et coûteuse, le hourdis supérieur doit, dans la mesure du possible, être maintenu en bon état par des travaux de réparation et d'imperméabilisation dès que des dommages se manifestent. Il ne faut pas s'exposer à devoir remplacer le hourdis.
- . La réfection est envisagée quand il est pratiquement impossible d'effectuer une réparation efficace (par exemple, à cause d'un béton de mauvaise qualité) ou lorsqu'on ne peut assurer l'efficacité de la réparation par la mise en place d'une membrane d'étanchéité ou d'un système de protection cathodique.
- . Lorsque le défaut affectant le hourdis supérieur est le délaminage produit par la corrosion et que le recouvrement des armatures est inférieur à 50 mm, la faisabilité d'installer un système de protection cathodique peut être envisagée. La protection cathodique est cependant une solution onéreuse qui exige une expertise pointue et un suivi tout au long de sa vie utile. Cette solution, pouvant être combinée à une chape de béton, est donc réservée aux structures de grande envergure où la circulation est importante et pour lesquelles la réfection d'un élément est une solution très difficilement réalisable, ce qui est le cas pour le hourdis supérieur d'une poutre-caisson. Une analyse financière à long terme doit évidemment être effectuée pour s'assurer de la pertinence de cette option.
- . Si la détérioration du hourdis est généralisée, mais limitée en profondeur, la réalisation d'une chape peut s'avérer une bonne option à envisager. La chape peut être recouverte d'une membrane et d'un enrobé si la capacité structurale de la poutre-caisson le permet; sinon, la chape peut être utilisée comme surface de roulement. La réalisation de la chape peut être précédée de réparations en profondeur à condition que ces dernières soient limitées.
- . Pour certains défauts de surface observés uniquement sur le dessous du hourdis (entre autres, béton éclaté, armatures apparentes suite à l'enlèvement de fragments de béton), et que le béton est sain dans son ensemble, se référer à l'activité 3107.

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSEMBLAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3201

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Activité 2201 - Remplacement de boulons/rivets

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement d'un assemblage corrodé, relâché ou fissuré.

L'activité est utilisée dans le cadre d'une intervention sur un système structural, une structure de tablier ou une unité de fondation.

L'intervention peut également servir à traiter des anomalies particulières telle que le voilement ou autre déformation permanente sur une plaque-gousset d'un assemblage de poutre triangulée ou d'arc.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

Réparation

- . Boulons desserrés ou manquants sur un joint de poutre principale ou sur un autre type d'assemblage.

Le relâchement ou le manque de boulons ne doit pas affecter de façon importante la capacité de l'assemblage à transférer les charges.

Remplacement

- . Corrosion, relâchement ou fissuration d'un assemblage réduisant de façon très importante sa capacité à transmettre et à supporter les charges aux éléments adjacents.

Le remplacement d'un assemblage en acier est généralement considéré lors de la réparation ou du remplacement d'éléments en acier d'un système structural ou d'une structure de tablier (activité 3221), ou bien d'une unité de fondation (activités 3211 ou 3212).

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSEMBLAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3201

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 3

MÉTHODE DE TRAVAIL

Réparation

- . Il peut être approprié, dans certains cas, de remplacer uniquement des rivets ou des boulons défectueux par de nouveaux boulons. Voir activité 2201.
- . Il est recommandé de consulter un ingénieur en structure afin d'établir la séquence de remplacement et les mesures nécessaires à prendre pour effectuer les travaux, tels fermeture de voies de circulation, support temporaire, etc.

Remplacement

Voir activités :

- . 3211 ou 3212 – Réparation de banc ou de béquille en acier
 - . 3221 – Réparation/remplacement d'élément en acier
1. Déterminer un procédé pour changer les plaques d'assemblage de façon sécuritaire, généralement en remplaçant les plaques une à la fois en commençant par les plus détériorées et en interdisant la circulation sur le pont. Au besoin, consulter un ingénieur en structure afin de déterminer les séquences de remplacement.
 2. Enlever la plaque d'assemblage corrodée ou fissurée.
 3. Nettoyer les parties des pièces existantes qui seront en contact avec la nouvelle plaque.
 4. Percer la nouvelle plaque d'assemblage en utilisant la plaque enlevée comme gabarit. Aléser les trous au besoin.
 5. Installer la nouvelle plaque en serrant les boulons à bloc, puis procéder au serrage final par la méthode de rotation de l'écrou.

Notes

- . Lorsqu'un voilement ou autre déformation permanente est observée sur une plaque-gousset d'un pont à poutres triangulées, la nature et les conséquences de ces anomalies doivent être analysées par un ingénieur en structure afin d'élaborer une intervention appropriée.

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSEMBLAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3201

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 3

- . Avant d'envisager le remplacement de plusieurs plaques d'assemblage, il faut procéder à une expertise de l'ensemble du pont. Si les autres pièces du pont ne sont pas en bon état, dans certains cas, il peut être plus rentable de remplacer l'élément ou le système structural ou le pont au complet que de procéder au remplacement de pièces d'un pont dont l'espérance de vie est limitée.
- . Le procédé choisi pour remplacer les plaques d'assemblages défectueuses ne doit affecter ni les éléments de la structure à conserver ni la stabilité de la structure.
- . Dans certains cas, il peut être nécessaire d'installer un banc temporaire pour supporter le tablier durant les travaux (activité 3002) ou d'utiliser un système de tirants d'appoint pour retenir ou rapprocher les membrures à assembler.
- . Lors du remplacement d'une pièce d'assemblage fissurée, il faut évaluer si le détail d'assemblage existant n'est pas propice à la rupture par fatigue avant de décider de remplacer complètement les pièces défectueuses.

Lorsque les travaux rendent accessibles des éléments à conserver qui auraient avantage à être protégés, il est recommandé de les peindre.

- . Lors d'une intervention sur un pont à valeur patrimoniale, des boulons à tête ronde de type A449 ou des boulons à tension contrôlée de type F1852 doivent normalement être utilisés dans le but d'imiter la forme arrondie des têtes de rivets. Ces boulons ont les mêmes propriétés mécaniques que les boulons de type A325.
- . Les options d'intervention sur un assemblage (réparation vs remplacement) doivent être analysées par un ingénieur en structure en considérant les impacts structuraux, la faisabilité d'exécution, ainsi que l'aspect de conservation du matériau d'origine dans le cas d'un pont hautement patrimonial.

REPLACEMENT DE MEMBRURE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3222

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Activité 3201 – Réparation / remplacement d'assemblage en acier

Activité 3221 – Réparation / remplacement d'élément en acier

DESCRIPTION

Remplacement d'une membrure principale d'un pont à poutres triangulées en acier (corde supérieure, corde inférieure, montant ou diagonale) ou d'un pont en arc (membrure supérieure, tirant, suspente, montant ou diagonale).

Pour le remplacement ou une intervention sur un assemblage de poutre triangulée, se référer à l'activité 3201.

Pour le remplacement de portiques d'extrémité ou de contreventements d'un pont à poutres triangulées, se référer à l'activité 3221.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Corrosion importante ou fissuration d'une membrure pouvant réduire de façon très importante la capacité d'un élément à supporter les charges.
- . Déformation permanente d'une membrure en compression.

Une déformation permanente de plus de 50 mm d'une membrure en tension est considérée comme suffisamment importante pour en faire une analyse et pour planifier au besoin une intervention.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer un procédé pour changer les membrures de façon sécuritaire, généralement en remplaçant les éléments de membrure un à la fois, en commençant par les plus détériorés et en interdisant la circulation sur le pont.
2. Enlever les pièces corrodées ou fissurées.
3. Nettoyer les parties des pièces existantes qui seront en contact avec la nouvelle membrure.
4. Percer la nouvelle membrure en utilisant la membrure enlevée comme gabarit.
5. Installer la nouvelle membrure en serrant les boulons à bloc, puis en procédant au serrage final par la méthode de rotation de l'écrou.

REPLACEMENT DE MEMBRURE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3222

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . Le procédé de remplacement doit être déterminé par un ingénieur en structure.
- . La nouvelle section requise est déterminée à partir d'une évaluation de la capacité structurale du pont.
- . Avant d'envisager le remplacement de plusieurs membrures d'un pont à poutres triangulées, il faut procéder à une expertise du système structural et des unités de fondation ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles. Il peut s'avérer plus rentable à moyen ou à long terme de remplacer tout le tablier, et même le pont au complet, plutôt que plusieurs membrures d'un pont dont l'espérance de vie est limitée.
- . Dans certains cas, il peut être nécessaire d'installer un banc temporaire pour supporter le tablier durant les travaux (activité 3002) ou d'utiliser un système de tirants d'appoint pour retenir ou rapprocher les membrures à assembler.
- . Les surfaces des nouvelles pièces doivent être recouvertes de peinture à l'usine, avec retouches au chantier, à l'exception des surfaces venant en contact entre elles.
- . Lorsque les travaux rendent accessibles des éléments à conserver qui auraient avantage à être protégés, il est recommandé d'appliquer de la peinture.
- . Lors d'une intervention sur un pont à valeur patrimoniale, des boulons à tête ronde de type A449 ou des boulons à tension contrôlée de type F1852 doivent normalement être utilisés dans le but d'imiter la forme arrondie des têtes de rivets. Ces boulons ont les mêmes propriétés mécaniques que les boulons de type A325.
- . Les options d'intervention lors du remplacement d'une membrure de poutre triangulée doivent être analysées par un ingénieur en structure en considérant les impacts structuraux, la faisabilité d'exécution, ainsi que l'aspect de conservation du matériau d'origine dans le cas d'un pont hautement patrimonial.

REHAUSSEMENT DE PORTIQUE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3223

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Rehaussement de la partie inférieure des portiques d'un pont à poutres triangulées, et au besoin, de ses contreventements transversaux. Cette intervention est recommandée lorsque le dégagement au-dessus des voies de circulation est insuffisant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Déformation permanente ou fissuration de pièces d'un portique d'extrémité ou d'un contreventement transversal dont le dégagement est inférieur à 4,42 m.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les membrures trop basses ou déformées.
2. Couper les membrures diagonales trop longues de façon à obtenir le dégagement requis.
3. Nettoyer les surfaces des éléments conservés qui seront en contact avec les nouvelles membrures.
4. Mettre en place de nouvelles membrures horizontales à la hauteur requise et les fixer avec des boulons.

Notes

- . Lorsque cela est possible, on se servira, pour boulonner les membrures d'une poutre triangulée, des trous dégagés par l'enlèvement de rivets.
- . Avant d'envisager le rehaussement de tous les portiques et contreventements transversaux d'un pont à poutres triangulées, il faut procéder à une expertise du système structural ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.

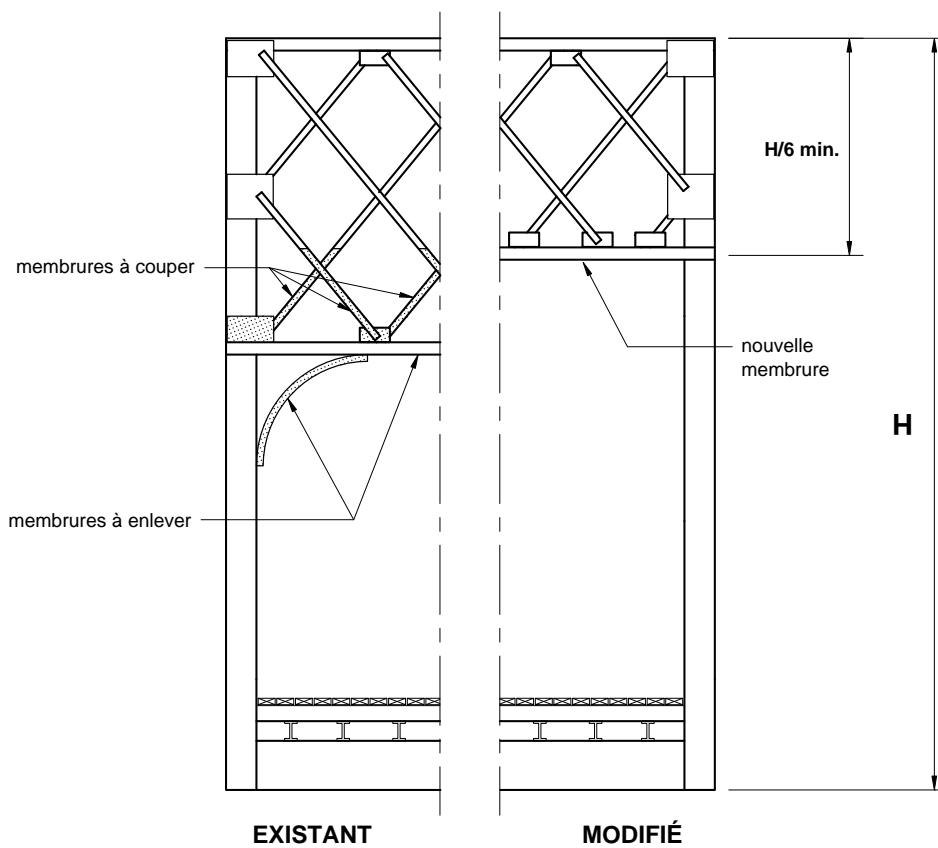
REHAUSSEMENT DE PORTIQUE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3223

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

- Dans la mesure du possible, le dégagement devrait être supérieur à 4,42 m, mais la hauteur du portique modifié doit cependant être supérieure au sixième de la hauteur de la poutre triangulée.
- Si l'on rehausse les portiques et les contreventements transversaux un à la fois, il n'est pas essentiel de fermer le pont à la circulation.
- Lors d'une intervention sur un pont à valeur patrimoniale, des boulons à tête ronde de type A449 ou des boulons à tension contrôlée de type F1852 doivent normalement être utilisés dans le but d'imiter la forme arrondie des têtes de rivets. Ces boulons ont les mêmes propriétés mécaniques que les boulons de type A325.



ÉLÉVATION DU PORTIQUE

AJOUT DE DIAPHRAGME / CONTREVENTEMENT DE PONT ACIER-BOIS

ACTIVITÉ
3224

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures, chapitre 9

DESCRIPTION

Ajout de diaphragme ou de contreventement entre les poutres d'un pont acier-bois.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Capacité structurale du tablier plus faible que requis.
- . Absence de diaphragme ou de contreventement aux extrémités des poutres.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer l'espacement nécessaire entre les diaphragmes ou les contreventements à l'aide d'un logiciel d'évaluation de capacité des ponts acier-bois.
2. Déterminer, selon la profondeur des poutres du pont, le type de diaphragme ou de contreventement requis.
3. Assembler les nouvelles pièces aux poutres existantes par boulonnage. Les diaphragmes ou les contreventements sont fixés aux cornières d'attache par soudage ou boulonnage.
 - . Les nouvelles pièces doivent être galvanisées ou recouvertes de peinture à l'usine avec retouches au chantier. Dans le cas des pièces peinturées, les surfaces venant en contact entre elles n'ont pas à être laissées au métal nu considérant que la connexion n'est pas un assemblage structural antiglisement.
 - . Nettoyer les parties des poutres existantes qui seront en contact avec les nouvelles pièces dans le but d'enlever la saleté et toutes les particules détachables.
 - . Lorsque les travaux sont terminés, modifier l'affichage du pont en fonction de sa nouvelle capacité.
 - . Lorsque des diaphragmes ou des contreventements sont ajoutés pour augmenter la capacité structurale du tablier, on devrait toujours chercher à développer la capacité maximale des poutres, même si la capacité structurale obtenue dépasse les besoins.

REPLACEMENT DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3311

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures, chapitre 9.

DESCRIPTION

Construction d'un nouveau caisson pour remplacer un caisson existant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Pourriture du bois, altération physique / bris de pièces ou bombement réduisant de façon très importante la capacité du caisson à supporter les charges.
- . Mouvement du caisson affectant de façon très importante sa stabilité.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Fermer le pont à toute circulation.
2. Enlever les boulons ou tire-fond reliant les poutres et les plaques d'appui aux pièces de bois de l'assise.
3. Enlever le tablier au complet ou installer un banc temporaire pour soulever et supporter le tablier (activité 3002).
4. Si un banc temporaire est installé pour supporter le tablier, soulever le tablier d'un maximum de 25 mm plus haut que l'élévation finale de l'assise.
5. Démolir le caisson.
6. Procéder aux excavations.
7. Reconstruire le caisson.
8. Reconstruire le tablier ou le remettre en place et enlever le banc temporaire.
9. Fixer les plaques d'appui des poutres à l'assise du caisson avec des tire-fond.

REPLACEMENT DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3311

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

10. Remblayer autour du caisson et mettre en place une protection de talus.

11. Corriger le profil de la route.

Notes

- . La reconstruction du caisson n'est envisagée qu'après le rejet des autres solutions : rechargement de caisson en bois (activité 2311), consolidation de caisson en bois (activité 2312) ou réparation / remplacement d'assise de caisson en bois (3314).
- . La construction d'un batardeau peut être nécessaire dans le cas d'une pile en rivière ou d'une culée exposée à un fort courant.
- . Un coussin de support en matériau granulaire – MG 56 –, d'une épaisseur minimale de 300 mm, est généralement mis en place comme fondation, particulièrement lorsque le sol sous le caisson n'a pas une très bonne capacité portante.
- . Un avis technique relatif à la nature du sol est généralement recommandé avant de procéder au remplacement d'un caisson en bois par un ouvrage de même type, à moins qu'il n'y ait aucun signe de mouvement ou d'instabilité sur un caisson existant de faible hauteur.
- . Une étude géotechnique plus poussée peut être nécessaire avant la construction du nouveau caisson si on croit qu'il peut y avoir des problèmes de fondation.

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSISE DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3314

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Interventions visant à remettre en état l'assise d'un caisson en bois

A) Nivellement de l'assise

Remise au niveau de l'assise d'un caisson afin de répartir uniformément les charges du tablier.

B) Remplacement de l'assise

Remplacement de pièces de l'assise d'un caisson qui sont pourries ou altérées physiquement.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Nivellement de l'assise

- . Dénivellation de l'assise pouvant réduire de façon importante la stabilité de l'ouvrage.

Une dénivellation de l'assise est considérée comme importante lorsqu'elle est de l'ordre de 25 à 75 mm selon l'axe de la route ou de 75 à 250 mm perpendiculairement à l'axe de la route.

B) Remplacement de l'assise

- . Pourriture ou altération physique de pièces de l'assise réduisant de façon très importante la capacité de l'assise à supporter les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Installer un banc temporaire pour soulever et supporter le tablier (activité 3002).
2. Enlever les boulons ou les tire-fond reliant les poutres et les plaques d'appui aux pièces de bois de l'assise.

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSISE DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3314

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 5

3. Au besoin, enlever les glissières au droit du caisson.
4. Soulever le tablier d'un maximum de 25 mm plus haut que l'élévation finale de l'assise.
5. Pour le nivellement de l'assise, mettre des fourrures de bois sous les poutres ou à la largeur de l'assise de façon à obtenir une surface horizontale et les fixer aux pièces de l'assise. Au besoin, rehausser les côtés du caisson ainsi que les chasse-roues.
6. Pour le remplacement de l'assise, enlever toutes les pièces de bois de l'assise. Mettre en place de nouvelles pièces de bois et les fixer solidement aux autres pièces du caisson avec des tire-fond ou des fiches.
7. Enlever le banc temporaire et fixer les plaques d'appui des poutres à l'assise du caisson avec des tire-fond.
8. Remettre en place les glissières.
9. Au besoin, corriger le profil de la route.

Notes

- . Avant de procéder au levage du tablier, s'assurer que son extrémité peut se soulever librement, sinon attendre un éventuel remplacement du caisson.

Si la dénivellation au niveau de l'assise est vraiment très importante et si le mouvement du caisson semble se poursuivre, il faut procéder à une étude de sol et considérer, le cas échéant, le remplacement du caisson.

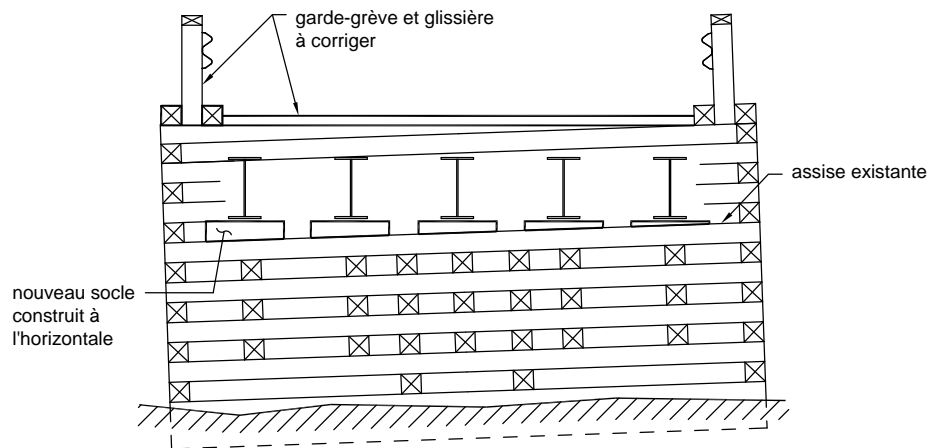
- . Le nivellement ou le remplacement de l'assise peut être réalisé sans interrompre la circulation sur le pont.
- . Il est suggéré de profiter d'une intervention au niveau de l'assise pour remplacer des plaques d'appui déficientes sous les poutres, ou pour installer de nouvelles plaques si elles étaient inexistantes jusque-là.

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSISE DE CAISSON EN BOIS

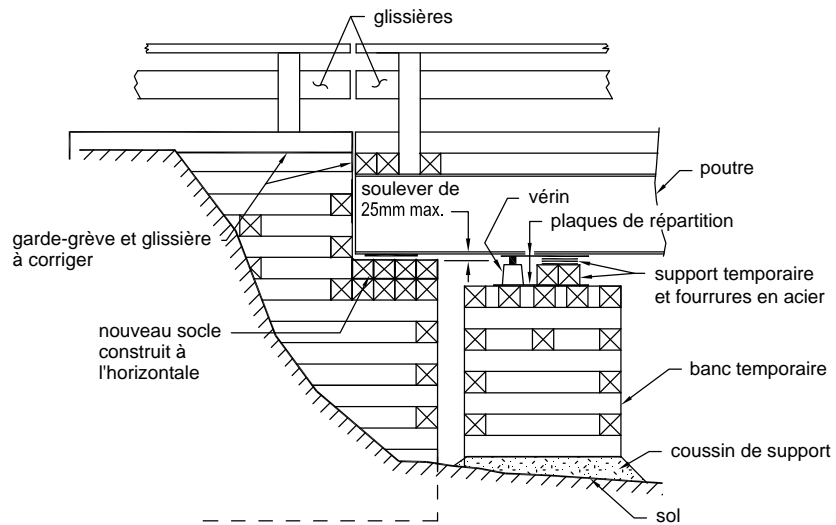
ACTIVITÉ
3314

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 5



ÉLEVATION



PROFIL

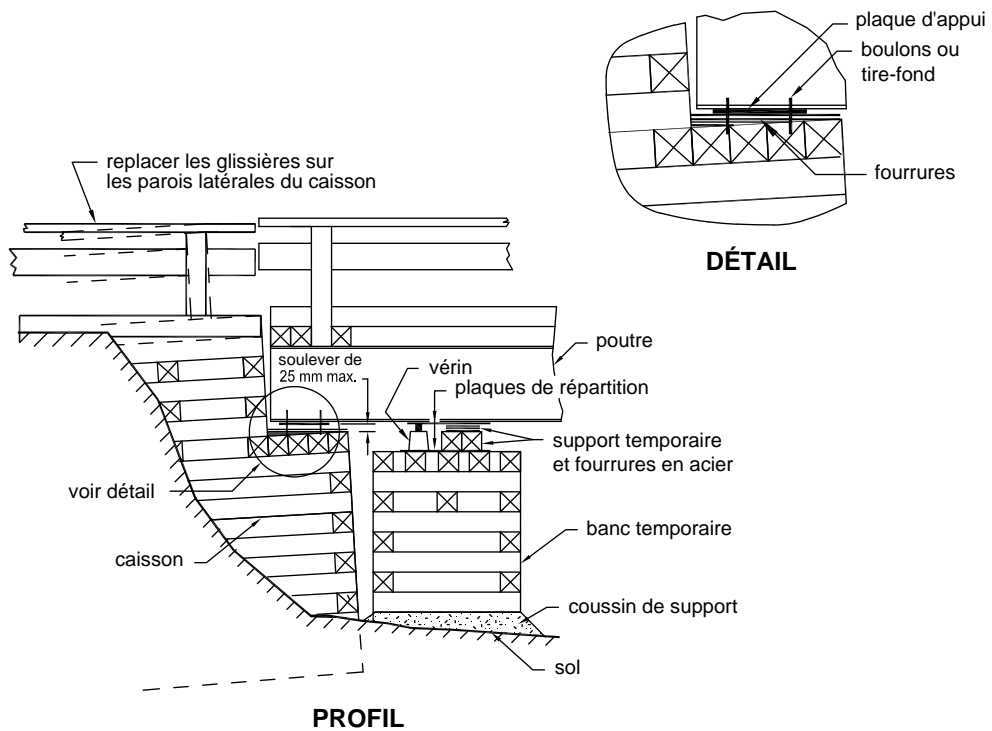
DÉNIVELLATION DE L'ASSISE PERPENDICULAIRE À L'AXE DE LA ROUTE

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSISE DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3314

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 5



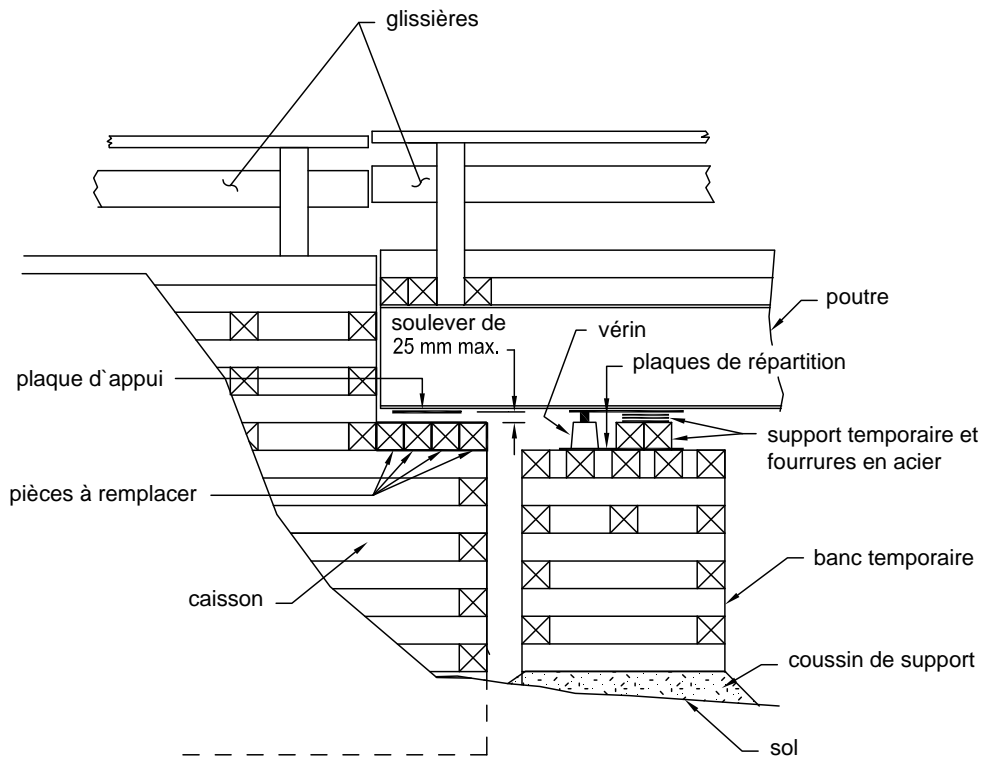
NIVELLEMENT DE L'ASSISE SELON L'AXE DE LA ROUTE

RÉPARATION / REMPLACEMENT D'ASSISE DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3314

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 5



PROFIL

REPLACEMENT DE L'ASSISE

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE POUTRE OU DIAPHRAGME EN BOIS

ACTIVITÉ
3322

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement d'une poutre ou d'un diaphragme en bois lamellé dont les lamelles sont décollées ou pourries.

Cette activité peut également être utilisée pour réparer ou remplacer des éléments principaux en bois d'œuvre (bois scié), tel que des poutres de pont sur des emprises ferroviaires abandonnées (EFA).

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Pourriture du bois ou bris du lien entre les lamelles pouvant réduire de façon importante la capacité de l'élément à supporter les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer par un ingénieur en structure.

Notes

- . L'option de réparer l'élément déficient devrait être privilégiée dans un premier temps.
- . Avant d'envisager le remplacement d'un ou plusieurs éléments, il faut procéder à une expertise du système structural et des unités de fondation ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.
- . Dans certains cas, il peut être nécessaire d'installer un banc temporaire pour supporter le tablier durant les travaux (activité 3002).

RÉPARATION DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
3334

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Intervention sur un plancher dont les madriers sont pourris, altérés physiquement, usés, mal assujettis ou manquants, ou dont les clous sont saillants.

Cette intervention peut également être utilisée pour corriger des espacements trop larges entre des madriers de plancher afin de rendre la surface de roulement sécuritaire pour les cyclistes.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défauts importants du bois observés sur une étendue restreinte mais significative d'un plancher de pont.
- . Défauts du bois – clous saillants, madriers mal assujettis ou manquants, pourriture, usure par abrasion ou altération physique – présentant un danger pour les usagers, ou affectant de façon importante le contrôle d'un véhicule ou la capacité du plancher à supporter et à distribuer les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enfoncer, s'il y a lieu, les clous saillants des madriers du plancher, des chasse-roues ou des glissières.
2. Assujettir avec des tire-fond les madriers se soulevant lors du passage des véhicules.
3. Enlever les madriers de plancher pourris ou altérés physiquement.
4. Enlever les clous ainsi que les tire-fond, nettoyer le dessus des traverses et traiter les trous laissés par l'enlèvement des clous ou des tire-fond.
5. Fixer de nouveaux madriers avec des tire-fond.

RÉPARATION DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
3334

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Notes

- . Dans le cas d'une surface de roulement considérée dangereuse pour les cyclistes, et que la source de danger est localisée, il peut être suffisant d'insérer une planche ou une fourrure de manière à combler l'espacement anormal entre des madriers de plancher. Appuyer si possible la planche sur les traverses sous-jacentes pour un meilleur support.
- . Si les madriers de plancher présentent des défauts très importants, et affectent de façon très importante la capacité à distribuer les charges, il faut envisager le remplacement complet du plancher (voir activité 3331).
- . La réparation du plancher peut généralement être réalisée sans interrompre complètement la circulation sur le pont.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR / CHASSE-ROUE EN BOIS

ACTIVITÉ
3335

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation, réhabilitation ou remplacement d'un chasse-roue en bois, habituellement rencontré sur les ponts acier-bois ou sur les ponts couverts. La réparation consiste essentiellement en un remplacement partiel.

L'activité peut également servir à modifier la configuration d'une largeur carrossable de pont acier-bois.

Cette activité peut également être utilisée pour intervenir sur un trottoir en bois, ou lorsqu'un élément est inexistant.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Pourriture ou trou d'insecte importants observés sur une partie significative d'un chasse-roue en bois.
- . Dénivellation, déplacement latéral, pourriture ou altération physique du bois, présentant un danger important pour les usagers.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Dévisser les tire-fond retenant les chasse-roues aux blocs de support.
2. Enlever les chasse-roues devant être remplacés.
3. Remplacer au besoin les blocs de support qui sont pourris ou endommagés.
4. Fixer les nouvelles pièces de chasse-roue avec des tire-fond.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE TROTTOIR / CHASSE-ROUE EN BOIS

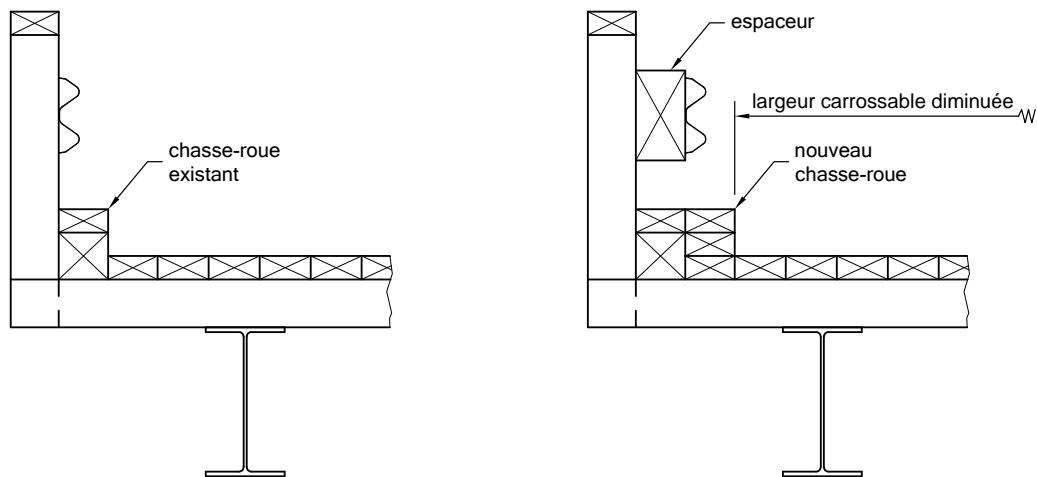
ACTIVITÉ
3335

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

Note

- La reconfiguration d'un (des) chasse-roue (s) sur un pont acier-bois vise à diminuer la largeur carrossable sur le tablier dans le but de remédier à des contraintes structurales identifiées suite à une évaluation de capacité portante. Il est à noter que la reconfiguration d'un chasse-roue doit également inclure une modification de la glissière aux fins de sécurité des usagers et pour ne pas créer d'obstacle lors de l'entretien hivernal.



EXISTANT

RECONFIGURÉ

DESSUS DE TABLIER - PONT ACIER-BOIS

RÉPARATION / REMPLACEMENT DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3347

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement du lambris d'un pont couvert.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

A) Réparation

- . Pourriture ou altération physique du bois sur une petite partie de la surface du lambris ou affectant de façon localisée le lambris à jouer son rôle de protection.

B) Remplacement

- . Pourriture ou altération physique du bois observée de façon généralisée ou affectant de façon très importante le lambris à jouer son rôle de protection.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation

- . Enlever les planches pourries ou altérées physiquement.
- . Remplacer les colombages ou toute autre fourrure de fixation qui sont endommagés.
- . Mettre en place les nouvelles planches en conservant les mêmes dimensions et le même modèle que les planches existantes. Les fixer à l'aide de clous galvanisés ou recouverts d'une résine protectrice.
- . Appliquer un système de peinture-émulsion ou teinture-émulsion sur les nouvelles planches.
- . Remplacer toutes les moulures de coin, de contour des portiques et des ouvertures qui sont endommagées par des moulures de mêmes dimensions. Leur appliquer un revêtement de protection.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3347

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 2

B) Remplacement

- . Enlever complètement le lambris existant.
- . Remplacer tous les colombages ou formes de fixation qui sont endommagés.
- . Un système de protection, généralement une teinture-émulsion, est appliqué en usine sur les planches du nouveau lambris.
- . Fixer les nouvelles planches du lambris aux colombages à l'aide de clous galvanisés ou recouverts d'une résine protectrice.
- . Remplacer les moulures de coin, de contour des portiques et des ouvertures par de nouvelles moulures ayant les mêmes dimensions que les existantes. Leur appliquer un revêtement de protection.

Notes

- . Avant d'envisager la réparation localisée du lambris, il faut procéder à une expertise de l'ensemble des planches constituant le lambris. Il peut s'avérer plus rentable à long terme de remplacer le lambris au complet plutôt que de le réparer.
- . Si on envisage le remplacement complet du lambris d'un pont présentant une déflexion importante, il est recommandé d'envisager un rehaussement du pont de manière à réduire le plus possible la déformation verticale.
- . Lors d'une réparation du lambris, choisir la couleur du revêtement en fonction du lambris existant.
- . Lors du remplacement complet du lambris, il est recommandé de spécifier le système peinture-émulsion comme revêtement de protection en raison d'une meilleure rétention de couleur à long terme.
- . La couleur du nouveau lambris peut être la même que celle du lambris existant, ou bien elle peut correspondre à la couleur originale du pont couvert. La couleur la plus couramment utilisée sur les ponts couverts est le rouge (n^{os} 21136 ou 21105 selon la norme US Fed Std 595B); le gris est parfois employé (n^{os} 26250 ou 26329 selon la norme US Fed Std 595B). Toutes les moulures devraient être de couleur blanche.
- . Lors d'une intervention sur le lambris, il peut être judicieux de modifier les larmiers des ouvertures latérales, afin de diminuer l'intrusion d'eau sur les cordes supérieures et inférieures à l'intérieur du pont.

REVÊTEMENT PROTECTEUR DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune

DESCRIPTION

Application d'un revêtement protecteur sur toutes les surfaces du lambris d'un pont couvert. Généralement, cette intervention inclut le traitement des moulures, et s'il y a lieu, des contours des ouvertures latérales.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Bois nu, cloquages ou farinage du revêtement affectant de façon importante son rôle de protection.

Cette intervention ne doit être réalisée que si le lambris (le bois) est généralement en bon état.

MÉTHODE DE TRAVAIL

L'application d'un revêtement protecteur (teinture ou peinture) sur les surfaces de bois est réalisée en considérant trois étapes :

- . La préparation des surfaces;
- . Le peinturage;
- . La protection environnementale.

A) Préparation des surfaces de bois

1. Surfaces non peinturées

- . La saleté, la poussière, l'huile, la graisse et tout autre contaminant doivent être enlevés par brossage, grattage ou essuyage. Les perles ou les plaques de résine exsudée à la surface du bois doivent être enlevées par grattage et ponçage.
- . Toutes les fissures et tous les trous de nœuds et de clous doivent être garnis avec un bouche-pores approprié.

2. Surfaces déjà peinturées

REVÊTEMENT PROTECTEUR DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 3

- . La préparation des surfaces doit être effectuée en tenant compte de l'état de la peinture existante.
- . Les surfaces dont la peinture est en bon état doivent être préparées de façon à enlever la saleté et le farinage qui les recouvrent sans endommager le revêtement et le subjectile en bois.
- . Les surfaces dont la peinture est en mauvais état et qui présentent des signes de détérioration comme du cloquage, du craquelage, de l'érosion, de l'écaillage et du pelage doivent être nettoyées par grattage, brossage ou ponçage ou bien à l'aide d'un jet d'eau sous pression ou par projection d'un abrasif sec (sans silice cristalline) selon un degré léger, puis débarrassées de toute poussière. La méthode employée doit pouvoir enlever complètement la peinture existante sans endommager le subjectile en bois.

B) Application d'un revêtement protecteur

L'application du revêtement doit être effectuée conformément aux exigences des fiches techniques du fabricant.

1. Conditions d'application

Le revêtement doit être appliqué sur une surface sèche et débarrassée de toute poussière. La teneur en humidité du bois ne doit pas dépasser 15 %.

L'entrepreneur doit appliquer le revêtement protecteur :

- . Lorsque la température de l'air, de la surface en bois à traiter et du revêtement est supérieure à 10 °C;
- . Lorsque l'humidité relative est inférieure à 85 %;
- . Lorsque la couche de revêtement déjà appliquée est suffisamment durcie;
- . Lorsqu'il est prévu que la température ambiante ne descendra pas au-dessous de 10 °C avant le séchage du revêtement.

Les travaux doivent être suspendus lorsqu'il pleut, indépendamment si les surfaces à traiter sont exposées ou non à la pluie.

2. Application

Afin de conserver son homogénéité, le revêtement protecteur doit être agité fréquemment pendant l'application.

REVÊTEMENT PROTECTEUR DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 3

Le revêtement doit être appliqué uniformément au pinceau et au rouleau, ou au pistolet lorsqu'il est dilué conformément au mode d'emploi décrit dans les fiches techniques du fabricant.

C) Mesures de protection environnementale

1. Installer sous la structure un système de récupération ou de filtration permettant la récupération de tous les résidus tels les abrasifs, la vieille peinture et les surplus de revêtement frais provenant des opérations de préparation des surfaces et d'application du produit.
2. Installer des toiles de protection, des écrans ou tout autre matériel protecteur de façon à réduire au minimum l'émission de poussières dans l'atmosphère et à empêcher la perte de produit provenant des opérations d'application du revêtement.
3. Mettre au rebut les résidus générés par la préparation des surfaces selon les exigences des lois et règlements en vigueur.

Notes

- . Les systèmes de revêtement de protection doivent répondre aux exigences suivantes :

a) Système peinture-émulsion

Le système peinture-émulsion est constitué d'une couche de peinture d'impression (couche d'apprêt) conforme à la norme CAN/CGSB-1.203 « Peinture-émulsion (latex) d'impression extérieure » et de deux couches de peinture-émulsion conforme à la norme CAN/CGSB-1.138 « Peinture-émulsion (latex) mate, pour extérieur ».

La peinture d'impression aux résines alkydes n'est plus spécifiée en raison des contraintes environnementales (Règlement sur les COV).

b) Système teinture-émulsion

Le système teinture-émulsion est constitué de deux couches de teinture-émulsion conforme à la norme CAN/CGSB-1.204 « Teinture-émulsion pigmentée pour extérieur ».

- . La couleur du nouveau revêtement peut être la même que l'existant, ou bien elle peut correspondre à la couleur originale du pont couvert. La couleur la plus couramment utilisée sur les ponts couverts est le rouge (n^{os} 21136 ou 21105 selon la norme US Fed Std 595B); le gris est parfois employé (n^{os} 26250 ou 26329 selon la norme US Fed Std 595B). Toutes les moulures devraient être de couleur blanche.

REPLACEMENT DE CORBEAU EN BOIS

ACTIVITÉ
3349

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement d'un corbeau de pont couvert en bois.

SEUIL D'INTERVENTION

Le seuil d'intervention est basé sur le critère suivant :

- . Pourriture, écrasement ou rupture du bois diminuant de façon importante la capacité du corbeau à transférer et à supporter les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Installer un banc temporaire pour soulever et supporter le tablier (activité 3002).
2. Enlever, si nécessaire, la quincaillerie reliant le corbeau à la corde inférieure de la poutre triangulée ou aux pièces de l'assise de l'unité de fondation.
3. Soulever le tablier d'un maximum de 25 mm plus haut que l'élévation finale de l'assise.
4. Enlever toutes les pièces de bois constituant le corbeau.
5. Mettre en place de nouvelles pièces de bois et les fixer solidement à l'assise de l'unité de fondation.
6. Enlever le banc temporaire et corriger le profil de la route au besoin.

Note

- . Avant de procéder au levage du tablier, s'assurer que son extrémité peut se soulever librement.
- . Une analyse doit être effectuée pour s'assurer que la longueur du corbeau et sa zone d'application sous la corde inférieure soient de façon telle à ne pas engendrer le poinçonnement et de réactions non souhaitables au niveau de la poutre triangulée.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 2.

Manuel d'entretien des structures

- . Relevés de dommages, chapitre 4.
- . Études d'opportunité, chapitre 5.

Manuel de conception des structures

- . Ouvrages en béton, chapitre 8.

DESCRIPTION

Reconstruction de la dalle sur poutres d'un pont, y compris les chasse-roues et les trottoirs. Ces travaux supposent généralement la modification de la partie supérieure des murs en retour et du garde-grève des culées.

SEUIL D'INTERVENTION

Bien que, lors de l'inspection générale, les défauts observés et compilés pour le dessous de la dalle sont susceptibles de fournir des indices quant à l'état du béton, les seuils d'intervention qui suivent s'appliquent au dessus de la dalle – ce qui correspond à l'état général de cette dalle.

Le seuil d'intervention est basé sur les critères suivants :

- . Défaut associé au dessus de la dalle de l'ensemble des travées (corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton) :
 - sur plus de 30 % de la surface du tablier pour un pont à fort débit de circulation;
 - sur plus de 40 % de la surface du tablier pour un pont à faible débit de circulation.
- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention sont, dans la mesure du possible, les dommages réels du béton associés principalement au-dessus de la dalle lors d'une inspection générale, ou bien les dommages réels et potentiels associés au-dessus du tablier lors d'une expertise de dalle. Il faut prendre soin de ne pas cumuler le même dommage, identifié sur le dessus et sur le dessous de la dalle.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
2 de 7

- Lorsque les défauts associés au dessus de la dalle sont de 20 à 30 % pour un pont à fort débit de circulation et de 30 à 40 % pour un pont à faible débit de circulation, un remplacement de la dalle peut parfois être considéré à la suite d'une collecte d'informations supplémentaires et à des analyses détaillées. Voir Notes – Choix d'intervention sur la dalle

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever l'enrobé sur toute la surface de la dalle (activité 3067) et sur les approches s'il est nécessaire de corriger le profil de la route.
2. Prendre des dispositions pour empêcher la chute de débris de démolition sur la route ou dans le cours d'eau.
3. Enlever les glissières sur le pont et sur les murs en retour des culées s'il y a lieu et mettre en place les dispositions nécessaires prévues dans les Normes du MTQ – *Tome V – Signalisation routière* pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers durant la période des travaux.
 - Sauf si elles sont conformes aux exigences du *Tome III – Ouvrages d'art*, chapitre 2, article 2.12.1 « Dispositifs de retenue sur les ponts », les glissières existantes ne doivent pas être réutilisées lors de la reconstruction d'une dalle.
4. Exécuter un trait de scie de 20 mm de profondeur sur les côtés des poutres en béton armé, le plus près possible du dessous de la dalle.
 - Le trait de scie a pour but de prévenir l'éclatement du béton des surfaces verticales des poutres lors de la démolition du béton situé au-dessus des poutres.
 - Il ne doit être exécuté que lorsque les poutres sont en béton armé; ne pas faire de trait de scie pour les poutres préfabriquées en béton précontraint.
 - Diminuer au besoin la profondeur du trait de scie pour éviter d'endommager les étriers (armatures verticales) qui font partie des armatures principales des poutres.
5. Démolir la dalle, les chasse-roues et les trottoirs.
 - La partie des armatures verticales des poutres (étriers) qui est intégrée à la dalle ne doit pas être endommagée par les travaux.
 - Les armatures longitudinales situées au-dessus des poutres, entre les étriers, peuvent être coupées et enlevées pour faciliter les travaux de démolition du béton au-dessus des poutres. Elles doivent alors être remplacées par des barres de même diamètre.

REPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
3 de 7

- . La démolition complète de la dalle sur poutres est généralement effectuée avec une scie à béton jusqu'à 100 mm des poutres et diaphragmes. Pour une dalle sur poutres en béton, des marteaux hydrauliques dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J peuvent être utilisés jusqu'à 300 mm des poutres et diaphragmes. Pour une dalle sur poutres en acier, des marteaux hydrauliques dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J peuvent être utilisés, jusqu'à 100 mm des poutres et diaphragmes.
 - . L'utilisation d'un brise-béton de type cisaille « multiprocasseur » (2 mâchoires mobiles) peut être un équipement de démolition acceptable dans certains cas.
 - . La démolition de la dalle au-dessus des poutres et des diaphragmes doit être effectuée à l'aide de marteaux pneumatiques manuels de 30 et 7 kg, le marteau 30 kg (ou un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 60 J, considéré comme un équivalent acceptable) au-dessus de la nappe inférieure d'armature, et le marteau 7 kg vis-à-vis et sous cette armature inférieure.
6. Au besoin, procéder aux excavations à l'arrière des murs en retour et du garde-grève des culées.
 7. Enlever les joints de tablier et démolir le garde-grève pour pouvoir exécuter les travaux de réfection du garde-grève, de remplacement des joints de tablier ou de réalisation d'un joint dalle sur culée et s'il y a lieu, de réfection des diaphragmes en béton. Les armatures verticales du garde-grève doivent être conservées.
 8. Démolir les chasse-roues ou les trottoirs des culées et les parties des murs en retour sous-jacents.
 - . Les travaux de démolition de la partie supérieure des murs en retour doivent être délimités sur les faces intérieure et extérieure par un trait de scie de 20 mm de profondeur.
 - . La démolition de la partie supérieure des murs sur une hauteur de 600 mm est généralement suffisante.
 - . Les barres d'armature verticales des murs doivent être conservées.
 9. Exécuter les travaux suivants, s'il y a lieu :
 - . La réfection du garde-grève ainsi que le remplacement d'un joint de tablier à une culée (activité 3051) ou la réalisation d'un joint dalle sur culée (activité 3052).
 - . Le remplacement ou l'élimination des joints de tablier aux piles (activités 3051 et 3053).
 - . La réfection des diaphragmes en béton (activité 3126).

REPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
4 de 7

10. Installer les coffrages et les armatures, puis mettre en place le béton de la dalle, des murs en retour et des garde-grèves.

- . L'équipement de finition pour la mise en place du béton de la dalle est spécifié aux plans et devis. Un finisseur automoteur (de type Gomaco modèle C-450 ou équivalent) doit être utilisé pour toute dalle dont la superficie est supérieure à 200 m² (une largeur minimale hors tout de 4 m est requise [5,2 m pour un pont à poutres triangulées]). Lorsque les critères minimaux ne peuvent pas être respectés, une règle vibrante est alors exigée.

Le finisseur automoteur est préférable à la règle vibrante en raison d'une plus grande densité de la surface finie.

11. Installer les coffrages, les armatures et les ancrages des glissières, puis mettre en place le béton des chasse-roues ou des trottoirs sur le pont et sur les murs en retour des culées.

12. Remplir les zones excavées à l'arrière des murs en retour et du garde-grève des culées.

13. Poser les glissières récupérées ou en installer de nouvelles s'il y a lieu.

14. Au besoin, faire la correction du profil des approches (activité 3066).

15. Poser la membrane d'étanchéité sur la nouvelle dalle.

16. Poser l'enrobé à chaud sur la dalle et sur les approches (activité 3067).

Notes

Choix d'intervention sur la dalle

- . Cette activité concerne le remplacement d'une dalle sur poutres facilement remplaçable, ce qui est le cas pour les ponts à poutres préfabriquées en béton ou à poutres en acier.
- . Les défauts du béton observés pour le dessous de la dalle sont compilés lors de l'inspection générale. Cependant, ces défauts ne doivent pas être directement pris en compte pour le choix d'une intervention bien qu'ils peuvent fournir une certaine indication sur l'état du béton de la dalle.
- . La décision de procéder à un remplacement plutôt qu'à une réparation ou à une autre intervention (ex. : chape) doit être basée sur une expertise de dalle (section 4.2.3) et une étude d'opportunité (chapitre 5).

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
5 de 7

- . Lorsqu'un remplacement de dalle sur poutres est planifié, une expertise de tablier doit être effectuée dans certains cas afin d'éviter de mettre en place une nouvelle dalle sur un système structural potentiellement déficient (voir section 4.2.3). L'expertise de tablier consiste principalement en une évaluation de capacité portante.
- . L'expertise de dalle permet de mieux définir l'ampleur des dommages et de déterminer si les caractéristiques du béton permettent d'effectuer une réparation efficace.
- . L'étude d'opportunité a pour but notamment d'analyser toutes les solutions possibles (réparation, réfection, etc.) et de déterminer la plus avantageuse tant technique que financière.
- . Les défauts potentiels du béton identifiés sur le dessus du tablier lors d'une expertise de dalle par une méthode plus sophistiquée comme le relevé de potentiels de corrosion doivent être considérés selon une autre grille d'analyse.

Études complémentaires

- . Le remplacement de la dalle fournit l'occasion d'étudier la possibilité de modifier le profil de la route et du pont et de modifier ou d'éliminer des joints de tablier.

Chape de béton

- . Une dalle sur poutres ayant une détérioration généralisée sur le dessus tout en présentant une portion inférieure en bonne condition peut être remise en état à l'aide d'une chape de béton. Cette option doit être justifiée par une analyse financière à long terme. (Pour plus de détails, voir activité 3131).

Conception de la dalle

- . La nouvelle dalle et la partie supérieure modifiée des murs en retour des culées doivent être dimensionnées selon les exigences du chapitre 2 du *Tome III – Ouvrages d'art* et du chapitre 8 du *Manuel de conception des structures*.

Services publics

- . Le remplacement de la dalle peut nécessiter le déplacement de services publics. Si des services publics sont prévus dans le projet, il est recommandé d'installer des conduits extérieurs avec un système de supports fixé généralement aux poutres; l'emplacement et le concept d'attaches ne doivent pas nuire à l'entretien ultérieur de la structure.
- . Dans le cas de services publics très coûteux à déplacer, il peut être avantageux de les maintenir en place lors des travaux; des précautions doivent alors être prises pour assurer qu'ils demeurent opérationnels.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
6 de 7

Impact dû au passage des véhicules

- . Il est souvent nécessaire de laisser une partie de la chaussée ouverte à la circulation pendant les travaux de reconstruction de la dalle. Or, l'impact produit par le passage des camions, spécialement sur une surface de roulement cahoteuse, peut affecter l'enrobage des armatures, surtout lors de la prise initiale du béton. Des dispositions doivent donc être prises pour réduire au minimum l'impact produit par le passage des véhicules.
 - Les trous et les bosses, principalement aux extrémités du pont, doivent si possible être corrigés à l'aide d'enrobé à chaud pour uniformiser la surface de roulement.
 - Lorsque la dalle est reconstruite en deux phases, le passage des véhicules lourds doit, si possible, être interdit pendant le bétonnage et la période immédiate suivant le bétonnage de la deuxième phase, de façon à ne pas affecter l'enrobage des armatures reliant les deux sections.
 - Sur les routes à faible débit de circulation, il est recommandé de réduire la vitesse des véhicules circulant sur la partie de pont ouverte à la circulation.

Pont à poutres en béton armé

- . Le remplacement de la dalle sur poutres d'un pont à poutres en béton armé coulées en place est possible, mais peut être complexe. En effet, la dalle ayant été construite avec un étalement des poutres, la stabilité de ces dernières doit être vérifiée et doit être maintenue durant les travaux de reconstruction de la dalle. Sans étalement des poutres, la dalle n'agira pas de façon composite avec les poutres sous les charges permanentes, diminuant ainsi la capacité structurale du tablier.
- . De plus, la dalle sur poutres des ponts à travées continues, des ponts à béquilles et des portiques fait partie du système structural; des armatures principales sont intégrées aux armatures de la dalle au-dessus des piles ou des béquilles et le fait de dégager ces barres entraîne un affaiblissement important de la structure.

La dalle sur poutres de ces ponts doit donc être maintenue en bon état par des travaux préventifs exécutés à intervalles réguliers ainsi que par des travaux de réparation et d'imperméabilisation, de façon à reporter son remplacement le plus loin possible dans le temps.

Lorsque vient le temps de remplacer la dalle sur poutres pour ce type de pont, le projet de remplacement doit être préparé par un ingénieur en structure.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
Janv 2013

PAGE
7 de 7

Pont en béton précontraint par post-tension

- . La dalle sur poutres des ponts dont le tablier est précontraint par post-tension (types 43 et 57) ne peut pratiquement pas être remplacée. Elle doit donc être maintenue en bon état par des travaux préventifs exécutés à intervalles réguliers ainsi que par des travaux de réparation et de pose de membrane d'étanchéité, de façon à ce qu'elle n'ait jamais à être remplacée.

CHAPITRE 4

RELEVÉ DE DOMMAGES

TABLE DES MATIÈRES

4.1	GÉNÉRALITÉS	4-1
4.2	ORGANISATION DU RELEVÉ DE DOMMAGES	4-4
4.2.1	Ordonnancement du relevé de dommages	4-4
4.2.2	Travail de recherche	4-6
4.2.3	Détermination des besoins en expertises	4-9
4.3	INVESTIGATION DE BASE	4-11
4.3.1	Collecte des informations	4-11
4.3.2	Méthodes d'investigation	4-13
4.3.3	Rapport	4-22
4.4	EXPERTISES	4-31
4.4.1	Béton	4-33
4.4.2	Acier	4-38
4.4.3	Laboratoire mobile	4-39
4.5	EFFICACITÉ DES MÉTHODES D'INVESTIGATION	4-40
4.6	AUTRES MÉTHODES D'INVESTIGATION DU BÉTON	4-42
4.7	AUSCULTATION DES DALLES DE BÉTON	4-46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1-1	Caractéristiques de l'inspection générale et du relevé de dommages	4-4
Tableau 4.3-2	Travaux pouvant être déterminés directement sur le site lors du relevé de dommages	4-12
Tableau 4.3-3	Relevé photographique minimal recommandé	4-14
Tableau 4.4-1	Méthodes d'investigation utilisées pour les expertises	4-32
Tableau 4.5-1	Efficacité des méthodes d'investigation pour déceler les détériorations du béton ou en déterminer les caractéristiques	4-41
Tableau 4.5-2	Efficacité des méthodes d'investigation pour déceler les détériorations de l'acier ou en déterminer les caractéristiques	4-42
Tableau 4.5-3	Efficacité des méthodes d'investigation pour déceler les détériorations du bois	4-42

LISTE DES FIGURES

Figure 4.1-1	Cheminement d'un projet de réparation de structure	4-2
Figure 4.2-1	Échéancier des principales phases d'un projet de réparation	4-5
Figure 4.3-1	Emplacement recommandé pour les repères à installer	4-20
Figure 4.3-2	Températures recommandées pour les relevés des ouvertures d'un joint de tablier	4-21
Figure 4.3-3	Différents fonctionnements d'un joint de tablier	4-21
Figure 4.3-4	Calcul du mouvement réel d'un joint de tablier	4-22
Figure 4.3-5 a)	Informations générales (page 1)	4-23
Figure 4.3-5 b)	Informations générales (page 2)	4-24
Figure 4.3-6	Éléments d'unité de fondation	4-25
Figure 4.3-7	Système structural	4-26
Figure 4.3-8	Éléments de tablier	4-27
Figure 4.3-9	Remarques/croquis	4-28
Figure 4.3-10	Photographies	4-29
Figure 4.3-11	Mesure des mouvements d'un joint de tablier	4-30

4.4 EXPERTISES

Les expertises viennent compléter l'investigation de base. Elles constituent la partie du relevé de dommages généralement effectuée par des ressources spécialisées.

Pour ce faire, il existe une multitude de méthodes d'investigation plus ou moins complexes; certaines de ces méthodes étant encore en développement ou utilisées qu'à titre expérimental.

Un relevé effectué auprès d'organismes responsables de l'entretien des structures démontre de grandes variations dans le choix des méthodes d'investigation utilisées. Il est intéressant de noter que malgré le nombre élevé de méthodes disponibles, la plupart des organismes n'en utilisent généralement que quelques-unes, soit :

- l'examen visuel;
- l'examen par percussion;
- la teneur en chlorures;
- la résistance à la compression;
- le réseau d'air;
- le potentiel de corrosion.

Les résultats obtenus par une méthode d'investigation doivent généralement être confirmés par une autre approche d'investigation afin de qualifier de façon plus certaine l'état d'une structure ou d'un de ses éléments.

Le tableau 4.4-1 dresse la liste des méthodes d'investigation qui peuvent être utilisées pour les expertises. Les méthodes les plus utilisées jusqu'à maintenant par le Ministère pour réaliser une expertise de dalle sont le relevé de potentiel, le radar ainsi que le carottage.

Certaines de ces méthodes sont couramment utilisées alors que d'autres sont choisies en fonction de l'état des matériaux prévalant sur le site et de certains facteurs tels le débit de circulation, le type de pont ou son importance.

Bien que ces méthodes d'investigation doivent être maîtrisées par l'équipe technique responsable des expertises, le fait que le chargé de projet les connaissent permettra de :

- Comprendre les contraintes que ces méthodes imposent (nettoyage préalable du tablier, nécessité de réaliser l'investigation par temps ensoleillé, etc.);
- Connaître les dommages que certaines d'entre elles produisent sur les éléments de la structure (trous dans la dalle dus au carottage, bris de la membrane d'étanchéité après un relevé de potentiel de corrosion, etc.);

- Connaître les impacts sur la circulation des véhicules lorsqu'on réalise des expertises;
- Saisir la portée des résultats des expertises.

Pour bien utiliser une méthode d'investigation, il faut donc en connaître ses limites, savoir ce qui peut être mesuré et avoir une connaissance suffisante de l'interprétation des résultats, surtout pour les méthodes récemment mises au point.

Tableau 4.4-1 Méthodes d'investigation utilisées pour les expertises

BÉTON	
Sur le site	En laboratoire
<p><u>Usage courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Carottage - Teneur en ions chlorure - Pachomètre - Potentiel de corrosion - Radar <p><u>Usage non courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Thermographie infrarouge - Détermination de la RAG 	<p><u>Usage courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Résistance à la compression - Réseau d'air - Teneur en ions chlorure - Absorption <p><u>Usage non courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pétrographie - Caractérisation – Revêt. de surface (fibres d'amiante, etc.)
ACIER	
Sur le site	En laboratoire
<p><u>Usage courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Magnétoscopie - Ultrasons <p><u>Usage non courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ressuage - Radiographie 	<p><u>Usage courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractérisation de peinture existante <p><u>Usage non courant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Résistance en tension
DIVERS	
Laboratoire mobile	

4.4.1 Béton

La collecte in situ d'informations concernant le béton peut être obtenue par l'examen de carottes prélevées sur la structure (ainsi que par l'observation des trous de carottage), et par des méthodes comme le pachomètre, la mesure de la teneur en ions chlorure, le potentiel de corrosion, le radar et la thermographie infrarouge.

En laboratoire, des essais et des analyses sur les carottes de béton permettent de connaître la résistance en compression, le taux d'absorption, le réseau d'air, la teneur en ions chlorure du béton ainsi que la pétrographie.

4.4.1.1 Carottage

Bien que le carottage soit un essai destructif, les avantages retirés sont supérieurs aux inconvénients puisque les trous laissés par le prélèvement des carottes peuvent être généralement facilement réparés. Le carottage doit être cependant limité aux cas où il peut fournir des renseignements utiles pour l'évaluation globale de la structure.

C'est une méthode facile d'application, relativement rapide et économique, et qui permet d'évaluer l'état d'une dalle par exemple. Cependant, pour les dalles recouvertes d'enrobé, il peut être difficile avec cette méthode d'évaluer avec précision l'importance des réparations de dalle à inscrire au bordereau.

Un plan de carottage objectif est nécessaire pour que les résultats soient représentatifs du béton en place, qu'il soit sain ou non. À cette fin, les échantillons sont prélevés conformément aux exigences de la norme ASTM C 823 « *Standard Recommended Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Constructions* ». Le prélèvement est effectué au hasard sur l'ensemble de l'élément si la qualité du béton semble relativement uniforme ou chaque zone est carottée et analysée séparément si le béton présente des zones de qualité différente.

Bien que le but premier du carottage soit de fournir des échantillons à analyser en laboratoire, l'examen visuel de la carotte et du trou de carottage permet d'obtenir des informations importantes sur l'élément et sur le béton, dont les suivantes :

- l'épaisseur de l'enrobé;
- la qualité de l'adhérence entre l'enrobé et le béton de la dalle;
- la présence d'une membrane d'étanchéité;
- l'épaisseur du recouvrement de béton au-dessus des aciers d'armature;
- la présence éventuelle de béton désagrégé ou délaminé;
- la corrosion des aciers d'armature et son degré de sévérité;
- la présence éventuelle de réparations antérieures et leur état;

- la présence et l'ampleur de fissures;
- l'épaisseur de la dalle.

Essais en laboratoire

Les essais suivants sont réalisés en laboratoire à partir d'échantillons de béton prélevés sur les éléments de la structure.

A) Résistance à la compression

Cet essai, connu depuis très longtemps et largement utilisé, est la seule méthode directe qui permet de déterminer la résistance à la compression, qui est un des indicateurs fondamentaux de la qualité du béton. Un béton dont la résistance à la compression est supérieure à 25 MPa est considéré comme étant de qualité acceptable.

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme CAN/CSA-A23.2-14C « Prélèvement et détermination de la résistance à la compression de carottes de béton ».

B) Réseau d'air

La mesure du réseau d'air permet de déterminer la durabilité du béton aux cycles de gel et dégel. Le réseau d'air peut être considéré acceptable lorsque :

- la teneur en air est supérieure à 3 %;
- le facteur d'espacement () est inférieur à 300 μm ;
- la surface volumique des vides dépasse 25 mm^2/mm^3 .

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 457 « *Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete* ».

C) Teneur en ions chlorure

La corrosion des armatures est susceptible de s'amorcer lorsque la teneur en ions chlorures est supérieure à 0,03 % de la masse volumique du béton aux environs immédiats des armatures (0,012 % dans le cas du béton précontraint).

L'essai est réalisé sur de la poussière de béton provenant d'un forage de faible diamètre effectué directement sur l'élément ou sur une carotte déjà prélevée. Il est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 1152 « *Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete* ».

Tableau 4.5-1 Efficacité des méthodes d'investigation pour déceler les détériorations du béton ou en déterminer les caractéristiques

	DÉTÉRIORATION / CARACTÉRISTIQUE DU BÉTON				
	Désagrégation	Corrosion des armatures	Délaminage	<ul style="list-style-type: none"> • Fissures • Érosion par abrasion • Éclatement 	Résistance à la compression
Méthode d'investigation					
Examen visuel	B	F	F	B	
Examen par percussion	B		B		F
Carottage	M	F	M		B
Réseau d'air	B P				
Teneur en chlorures		M P	F P		
Absorption	B P	F P	F P		F
Pétrographie	M P			M (Fissuration interne)	F
Potentiel de corrosion		B P	B P		
Radar	M	B P	B P		
Thermographie	F		M		
Pachomètre		M P	F P	F	

Dommmages existants

B : bon M : moyen F : faible

Dommmages potentiels

B P : bon
M P : moyen
F P : faible

Tableau 4.5-2 Efficacité des méthodes d'investigation pour déceler les détériorations de l'acier ou en déterminer les caractéristiques

<u>Méthode d'investigation</u>	DÉTÉRIORATION / CARACTÉRISTIQUE DE L'ACIER			
	- Fissures fines de surface	- Fissures de surface - Fissures de fatigue	- Fissures internes - Vides internes - Épaisseur	Porosité et inclusions des soudures
Examen visuel		M	M (pour épaisseur)	
Magnétoscopie	B	B		
Ultrasons	F	B	B	M
Ressuage	M	B		

B : bon M : moyen F : faible

Tableau 4.5-3 Efficacité des méthodes d'investigation pour déceler les détériorations du bois

<u>Méthode d'investigation</u>	DÉTÉRIORATION DU BOIS			
	Pourriture de surface	Pourriture en profondeur	Usure par abrasion	Altération physique
Examen visuel	M		B	B
Examen par percussion		F		
Poinçonnement	B	B		
Arrachement des fibres	F			

B = bon M = moyen F = faible

4.6 AUTRES MÉTHODES D'INVESTIGATION DU BÉTON

Plusieurs autres méthodes d'investigation du béton existent, mais ne sont pas utilisées au Ministère, compte tenu de certaines restrictions d'utilisation. Les plus connues sont :

- l'essai au scléromètre;
- l'essai de pénétration;
- le Delamtect;
- l'émission acoustique;

L'utilisation de la méthode nucléaire est très restreinte, car d'autres méthodes d'investigation beaucoup plus simples, tel le potentiel de corrosion, permettent d'évaluer l'état de corrosion des armatures. La méthode nucléaire présente les mêmes problèmes importants d'utilisation que les rayons gamma.

H) Résistivité électrique

La résistivité électrique permet de vérifier si le béton se comporte comme un électrolyte efficace dans le processus électrochimique qu'est la corrosion. En effet, la capacité du béton à véhiculer le courant induit par le processus électrochimique est un des facteurs fondamentaux qui déterminent le taux de corrosion des armatures. Cependant, la méthode du potentiel de corrosion lui est souvent préférée à cause de son lien beaucoup plus direct avec l'activité de corrosion. De plus, il n'est pas possible de mesurer la résistivité électrique sans enlever complètement l'enrobé qui recouvre la dalle.

I) Microsésisme

Le microsésisme est souvent décrit comme une méthode d'investigation capable de détecter, à l'aide d'instruments d'enregistrement sensibles, les défauts usuels du béton d'une dalle, en la frappant avec un marteau par exemple. Cependant, la méthode ne s'est jamais vraiment imposée à cause du temps considérable exigé pour sa réalisation et du peu de précision obtenue.

J) Ultrasons

Il existe trois méthodes d'investigation qui font intervenir la transmission des ultrasons pour détecter certains défauts du béton. Ce sont :

- l'impulsion d'ultrasons (*Pulse velocity*);
- l'écho d'impulsion d'ultrasons (*Pulse echo*);
- l'impact-écho.

La méthode « impulsion d'ultrasons » consiste à mesurer la vitesse d'une impulsion dans le béton, généralement pour des poutres, et à la relier par corrélation à la qualité du béton ou à son uniformité. Les défauts du béton comme le délaminage, les fissures, les vides et ceux causés par le feu peuvent aussi être détectés, mais sans qu'il soit réellement possible de savoir de quel défaut exact il s'agit. L'essai est réalisé sur le site d'inspection conformément aux exigences de la norme ASTM C 597 « *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete* ».

La méthode « écho d'impulsion d'ultrasons » est identique à la première, sauf que l'accès à une seule des faces de l'élément en béton est suffisant pour réaliser l'essai. C'est une méthode très difficile d'interprétation et qui est encore en développement.

La méthode « impact-écho » ressemble beaucoup à la méthode « écho d'impulsion d'ultrasons », sauf qu'ici c'est un impact mécanique unique qui crée la perturbation plutôt qu'un faisceau continu d'ultrasons.

4.7 AUSCULTATION DES DALLES DE BÉTON

Pour certains ponts, les coûts et les inconvénients découlant de travaux de réparation ou de remplacement de la dalle sont, en proportion, si importants qu'il devient pertinent de procéder à une auscultation approfondie et régulière de la dalle, comme avec la mesure du potentiel de corrosion ou par un relevé radar.

Les structures visées par l'auscultation sont celles répondant aux critères suivants :

- Ponts sans membrane d'étanchéité efficace (généralement les ponts construits avant 1986 qui n'ont pas fait l'objet d'intervention à la dalle depuis);
- Ponts situés sur une route dont le DJMA > 500;
- Ponts dont le type figure parmi les suivants, c'est-à-dire ne possédant pas de dalle facilement remplaçable et dont la construction nécessite des étaielements :
 - 31 : dalle pleine en béton armé;
 - 32 : dalle pleine en béton précontraint;
 - 33 : dalle évidée en béton armé;
 - 34 : dalle évidée en béton précontraint;
 - 35 : portique en béton armé;
 - 37 : portique en béton précontraint;
 - 38 : pont à béquille en béton armé;
 - 39 : pont à béquille en béton précontraint;
 - 41 : poutres en béton armé;
 - 43 : poutres en béton précontraint coulées en place;
 - 47 : portique en béton armé;
 - 50 : pont à béquille en béton armé;
 - 56 : poutres-caissons en béton armé;
 - 57 : poutres-caissons en béton précontraint.

Une auscultation devrait être réalisée sur ces dalles de pont afin de recueillir des informations sur l'état de dégradation des matériaux, en particulier le niveau d'activité de corrosion. Après une certaine période de temps, dépendamment des résultats de la première auscultation, une deuxième auscultation devrait être réalisée afin d'évaluer l'évolution des détériorations. L'auscultation des ponts de type poutres-caissons et de ceux en béton précontraint coulé en place devrait être priorisée.

devoir être remplacée à court ou à moyen terme. Dans de tels cas, une stratégie rentable permettant de maintenir la structure en service de façon sécuritaire jusqu'à son remplacement devrait être privilégiée.

5.3 INTERVENTIONS SUR UNE DALLE

Il existe une large variété de méthodes pouvant être envisagées pour corriger une dalle déficiente. Les interventions actuellement préconisées par le Ministère pour corriger une dalle sont les suivantes :

- remise en état de la dalle;
 - réparation de la dalle
 - mise en place d'une chape de béton
 - mise en place d'un système de protection cathodique
- remplacement de la dalle.

5.3.1 Remise en état de la dalle

Bien que la remise en état d'une dalle se limite généralement à une réparation, il existe d'autres méthodes d'intervention comme la mise en place d'une chape ou d'un système de protection cathodique qui peuvent se révéler plus économique à long terme qu'une simple réparation.

5.3.1.1 Réparation de la dalle

La réparation consiste à enlever du béton non sain et à le remplacer par un nouveau béton. Elle peut être limitée en surface ou s'effectuer en profondeur, selon l'état du matériau et l'épaisseur de la démolition. La mise en place d'une membrane d'étanchéité et la pose d'un enrobé viennent généralement compléter la réparation.

Dans bien des cas, lorsque l'étendue des dommages est limitée, la réparation peut s'avérer, l'intervention la plus économique.

5.3.1.2 Mise en place d'une chape de béton

Cette méthode consiste à enlever une petite épaisseur de béton dans la partie supérieure de la dalle existante et à mettre en place une couche de nouveau béton, généralement au latex. Une chape est particulièrement appropriée lorsque le recouvrement de béton au-dessus des armatures est insuffisant. Une réparation de dalle peut être combinée à la mise en place d'une chape. Cette combinaison permet entre autres d'ancrer par endroits la chape à l'armature supérieure de la dalle, augmentant ainsi le lien d'interface. La pose d'une membrane d'étanchéité et d'un enrobé peuvent être réalisées pour compléter l'intervention, mais dans la plupart des cas la chape est utilisée directement comme surface de roulement.

La chape augmente habituellement la charge morte. Il est donc essentiel de s'assurer que le système structural du tablier est capable de supporter cette charge supplémentaire.

5.3.1.3 Mise en place d'un système de protection cathodique

Il est reconnu que la protection cathodique est une des méthodes les plus efficaces pour contrôler la corrosion des armatures car elle agit à la source même du processus de dégradation. La protection cathodique s'avère une intervention judicieuse entre autres pour une dalle présentant de grandes zones avec une activité corrosive des barres d'armature tout en ayant une ampleur de dommages limitée.

L'installation d'un système de protection cathodique permet d'arrêter l'activité corrosive. Un des avantages de la protection cathodique est que le béton sain contaminé par les chlorures n'a pas à être enlevé.

L'inconvénient majeur d'un tel système dans le passé était qu'on devait faire un suivi périodique sur le site même afin de s'assurer que le courant soit à l'intérieur d'un intervalle spécifié. Un service de maintien et de monitoring à distance est maintenant facilement disponible, facilitant ainsi grandement l'exploitation du système.

5.3.2 Remplacement d'une dalle sur poutres

Lorsque l'étendue des dommages excède un certain seuil, il peut s'avérer plus économique de remplacer une dalle plutôt que de la réparer. Le remplacement d'une dalle peut permettre un renforcement du système structural par l'ajout des goujons aux poutres d'acier, ce qui permet d'obtenir une action mixte.

5.4 CHOIX D'INTERVENTION POUR UNE DALLE FACILEMENT REMPLAÇABLE

5.4.1 Analyse des coûts

Comme il existe divers types d'interventions sur les dalles de pont, il est conseillé de procéder à une analyse de coûts pour déterminer le choix le plus économique à long terme.

Il existe des logiciels conçus pour calculer les coûts actualisés des différents scénarios d'intervention pour une dalle. Ces logiciels calculent les coûts actualisés des interventions sur une période suffisamment longue pour inclure, en plus des coûts de construction, tous les coûts de travaux d'entretien qui devront être réalisés au cours de la vie utile de la dalle. La période d'analyse peut varier selon les hypothèses quant à la durée de vie des interventions. Une période d'analyse de 50 ans avec un taux d'actualisation représentatif du marché sont des paramètres couramment utilisés, et c'est ce qui a été retenu pour l'analyse de la dalle.

Les scénarios d'intervention varient en fonction des caractéristiques fonctionnelles et du type d'ouvrage mais, généralement les scénarios les plus courants sont les suivants :

- pour un pont à fort débit de circulation :
 - la réparation de la dalle à court terme et son remplacement à moyen terme
 - la mise en place d'une chape à court terme et le remplacement de la dalle à long terme
 - la mise en place d'un système de protection cathodique à court terme et le remplacement de la dalle à long terme
 - le remplacement de la dalle à court terme
- pour un pont à faible débit de circulation :
 - la réparation de la dalle à court terme et son remplacement à moyen terme
 - la mise en place d'une chape à court terme et le remplacement de la dalle à long terme
 - le resurfaçage de l'enrobé à court terme et le remplacement éventuel de la dalle

Pour choisir le scénario optimal, les points suivants devraient être pris en considération :

- l'étendue des dommages;
- la durabilité de la dalle remise en état;
- la durée de vie de la dalle reconstruite;
- les coûts relatifs au maintien de la circulation;
- les coûts liés aux inconvénients causés aux usagers.

5.4.2 Interventions recommandées

Le traitement des scénarios d'intervention les plus pertinents à l'aide d'un logiciel d'analyse de coûts a permis de déterminer quelle est l'intervention la plus appropriée en fonction du débit de circulation et de l'étendue des dommages.

À moins que les dommages soient tels qu'il apparaît évident que la dalle doit être remplacée, il est recommandé de procéder à une expertise de la dalle pour bien évaluer son état avant de décider s'il faut la réparer ou la remplacer.

Le tableau 5.4-1 présente un résumé des possibilités d'intervention pour une dalle. Le tableau doit être considéré comme un guide et être utilisé avec discernement.

Tableau 5.4-1 Interventions recommandées pour une dalle sur poutres facilement remplaçable

DÉBIT DE CIRCULATION	ÉTENDUE DES DOMMAGES (D)* (% superficie de la dalle)	SCÉNARIOS D'INTERVENTION
Fort	$D \leq 20 \%$	Remise en état
	$20 \% < D \leq 30 \%$	Analyse détaillée pouvant conduire à une remise en état ou à un remplacement
	$D > 30 \%$	Remplacement
Faible	$D \leq 30 \%$	Remise en état **
	$30 \% < D \leq 40 \%$	Analyse détaillée pouvant conduire à une remise en état ou à un remplacement
	$D > 40 \%$	Remplacement

* Les dommages de la dalle de béton sont des défauts de matériaux associés au dessus de la dalle et ayant été identifiés lors de l'inspection générale, d'un relevé de dommages et/ou une expertise de dalle.

** La réparation devrait être privilégiée. La protection cathodique ne devrait pas être envisagée.

Bien que les coûts pour les usagers (pertes de temps pour les usagers, dépenses additionnelles en essence, etc.) ne soient pris en compte dans l'analyse des coûts, les interventions recommandées au tableau 5.4-1 en tiennent compte d'une certaine façon. En effet, le remplacement de la dalle d'un pont qui est situé sur une route à fort débit de circulation, à partir d'un seuil de détérioration plus faible que pour un pont situé sur une route à faible débit, permet de réduire de beaucoup le nombre d'interventions durant les 20 années qui suivent, ce qui réduit considérablement les inconvénients aux usagers.

Si l'on décide de remplacer la dalle, celle-ci ne doit faire l'objet d'aucun projet important de réparation à court terme; seuls des travaux mineurs de correction de la dalle ou de resurfaçage de l'enrobé doivent être envisagés pour maintenir une surface de roulement sécuritaire jusqu'à la reconstruction de la dalle ou pour allonger sa durée de vie.

Si l'on décide de remettre en état la dalle, seuls des travaux temporaires de correction ou de resurfaçage de l'enrobé doivent être envisagés pour maintenir une surface de roulement sécuritaire jusqu'à la réalisation des travaux de remise en état.

CHAPITRE 6

DOCUMENTS

TABLE DES MATIÈRES

6.1	DOCUMENTS	6-1
6.1.1	Avant-projet définitif	6-1
6.1.2	Plans et devis définitifs	6-3
6.2	PROCÉDURES ADMINISTRATIVES	6-5
6.2.1	Acceptation de concept	6-5
6.2.2	Note de calculs	6-6
6.2.3	Vérification des plans et devis	6-6
6.2.4	Signature des documents	6-6
6.2.5	Document à l'intention du surveillant	6-6
6.2.6	Appel d'offres	6-7
6.2.7	Rôle du concepteur lors de la réalisation des travaux	6-7
6.3	DESSINS TYPES ET PLANS TYPES	6-8
6.3.1	Généralités	6-8
6.3.2	Principes de base	6-8
6.3.3	Procédures d'utilisation des dessins types et des plans types	6-10

6.1 DOCUMENTS

Pour un projet de réparation ou de remise en état d'un pont, les documents relatifs à l'avant-projet définitif ainsi qu'aux plans et devis définitifs doivent être préparés selon les exigences du chapitre 18 du *Manuel de conception des structures*. De plus, ces documents doivent tenir compte des particularités applicables présentées dans la présente section.

6.1.1 Avant-projet définitif

Dans le cadre du processus de préparation d'un projet de réparation ou de remise en état d'un pont, l'avant-projet définitif est l'étape qui consiste à présenter les différentes options étudiées et à justifier celle recommandée par le concepteur. Au terme de cette étape, l'analyse des options et la validation des recommandations se font lors d'un point de contrôle (PC3).

6.1.1.1 Préparation des documents

Les documents de l'avant-projet définitif comprennent des plans et une estimation. L'approbation de l'unité administrative responsable des structures en DT est nécessaire avant d'entreprendre les calculs et l'élaboration des plans et devis définitifs relatifs au projet.

Toutes les exigences relatives à la préparation des documents de l'avant-projet définitif sont présentées dans le devis pour services professionnels, liant le prestataire de services et le Ministère.

Il est à mentionner que certains documents de base nécessaires à l'élaboration des plans et devis doivent être regroupés, tels que les plans d'origine du pont (et des modifications subséquentes), les rapports d'inspection, le relevé de dommages, l'expertise de dalle, etc. Le relevé de dommages est réalisé selon les modalités du chapitre 4 du présent manuel, et doit être signé par le concepteur.

PLANS

Les plans de l'avant-projet définitif comprennent une page frontispice portant la mention « préliminaire », sur laquelle apparaissent le plan de localisation, la liste des feuillets, la description générale et un plan d'ensemble.

Le plan d'ensemble est préparé suivant le format et avec le cartouche du modèle exigé par le Ministère.

Le plan d'ensemble d'un projet de réparation de pont doit contenir les détails suivants :

- Une vue en plan et une vue en élévation de la structure existante, une coupe du tablier (avant et après travaux); une vue de profil est requise pour le remplacement d'une dalle. Ces vues et coupes comprennent les dimensions des différents éléments.
- La position et la numérotation des axes doivent être celles qui sont indiquées sur les plans de l'ouvrage existant, lorsque ces derniers sont disponibles.
- Les types de béton utilisés.

Le plan d'ensemble doit contenir, lorsqu'applicables, les détails suivants :

- Les vues nécessaires montrant les travaux requis pour le maintien de la circulation.
- Les phases des travaux (coupes du tablier), ainsi que les scénarios de maintien de circulation.
- Les dimensions du passage libre pour la circulation ferroviaire doivent être indiquées sur la vue en élévation.
- La nature et l'emplacement des services publics pouvant nuire aux travaux.
- Les vues nécessaires montrant la localisation et le type de réparation utilisés des différentes unités de fondation, du système structural et des côtés extérieurs.
- Les vues nécessaires montrant les éléments de charpente métallique à remplacer et/ou à peindre.
- Le mode d'appui du tablier aux unités de fondation (avant et après travaux) et la localisation des appareils d'appui à remplacer.
- La localisation des joints de tablier existants et les travaux prévus à ceux-ci (remplacement, joint dalle sur culée ou élimination).
- Les dalles de transition lorsqu'il y a excavation des approches.
- Le modèle des dispositifs de retenue lorsqu'il y a remplacement de ces éléments.
- Les drains de tablier à éliminer et la localisation des nouveaux drains.
- Les zones d'enlèvement de l'enrobé sur la structure.
- La longueur d'intervention sur les approches (enlèvement de l'enrobé et correction de profil).
- Les zones et le type d'intervention sur les revêtements de protection des talus et autour des semelles des unités de fondation.
- Les zones et le type d'intervention sur les glissières aux approches.
- Toute autre vue nécessaire pour montrer adéquatement l'ensemble des travaux prévus.

ESTIMATION

L'estimation est la liste détaillée, mais avec des quantités approximatives, du coût des travaux.

6.1.1.2 Utilisation des documents

Une fois complétés, les documents de l'avant-projet définitif sont transmis aux unités administratives concernées pour commentaires et acceptation. Ces documents peuvent également être utilisés selon le cas à d'autres fins (commentaires, approbations d'autres organismes ou ministères).

6.1.2 Plans et devis définitifs

Les plans et devis définitifs sont émis pour soumission à la date d'échéance convenue avec le gérant de projet du Ministère en direction territoriale. Ces documents comprennent les plans, le devis spécial, ainsi que les bordereaux d'estimation et de soumission. Au terme de cette étape, l'approbation des documents se fait lors d'un point de contrôle (PC5).

6.1.2.1 Plans

Les exigences de base relatives aux plans – format, numéro de plan, modèle – sont indiquées à la section 18.2.1 du *Manuel de conception des structures*.

Les plans complètent le devis spécial; ils sont élaborés à partir de dessins types et de plans types pour des projets standard de réparation. Les dessins types et les plans types peuvent être obtenus en version électronique sur le site intranet du Ministère. Des plans spécifiques sont généralement ajoutés pour bien montrer l'ensemble des travaux à réaliser, et pour préciser des travaux particuliers non couverts par les documents types.

FORMAT

Pour tout projet d'entretien ou de remise en état de structure, le format de feuille ISO A1 (594 X 841 mm) doit être généralement utilisé. L'utilisation du format ISO A1 est donc recommandée autant pour une réparation qu'un remplacement d'éléments, ou bien pour une réfection majeure, interventions qui modifient presque toujours certaines caractéristiques structurales du pont. L'utilisation de ce format de feuille de plan permet de favoriser la conservation des documents et facilitera la traçabilité des interventions dans le futur.

PLANS TYPES

Voir section 6.3 du présent manuel.

6.1.2.2 Devis spécial

Toutes les modalités de base relatives au devis spécial sont précisées à la section 18.2.2 du *Manuel de conception des structures*.

Le devis spécial décrit et regroupe toutes les exigences pour réaliser un projet spécifique. Introduit par une page frontispice et une table des matières, le devis spécial est formé d'articles ainsi que de documents connexes les complétant (annexes, etc.). Le devis spécial (Document 130) a pour but de définir les travaux spécifiques qui ne sont pas mentionnés au CCDG. La plupart des articles à inclure au devis spécial proviennent du *Devis type - Construction et réparation des structures*. Cependant, le devis spécial peut être complété au besoin par des articles spécifiques, si ces derniers s'avèrent nécessaires à la réalisation d'un projet particulier.

DEVIS TYPE

Afin de faciliter la rédaction du devis spécial et d'assurer l'uniformité des textes, un devis type conforme aux pratiques du MTQ a été élaboré. Ce devis type regroupe tous les articles touchant la réparation et la remise en état de ponts.

Compte tenu de la mise à jour annuelle du CCDG, il en est de même pour le devis type. Il faut utiliser la version du devis type correspondant à celle du CCDG mentionné dans les documents contractuels. Mentionnons que les versions les plus récentes du CCDG et du devis type doivent être utilisées à partir du 1^{er} avril suivant.

Le *Devis type - Construction et réparation des structures* est disponible en version électronique sur le site intranet du Ministère. Il en est de même pour les annexes au devis spécial.

6.1.2.3 Bordereau d'estimation

Les informations relatives au bordereau d'estimation sont mentionnées à la section 18.2.3 du *Manuel de conception des structures*.

6.1.2.4 Bordereau de soumission

Les informations de base relatives au bordereau de soumission sont indiquées à la section 18.2.4 du *Manuel de conception des structures*.

6.1.2.5 Liste des prix

La liste des prix constitue une énumération de tous les ouvrages ou partie d'ouvrage inclus dans les articles du devis type. Le prix unitaire d'une partie d'ouvrage ou d'un matériau (ex. : béton) peut varier selon le type de travail à effectuer.

Toute partie d'ouvrage, désignée par un code d'ouvrage, une unité de mesure et une description de l'ouvrage, peut être utilisée pour élaborer le « Bordereau des quantités et des prix » (bordereau de soumission) qui accompagne le devis spécial dans les documents de soumission. Une version interne de ce bordereau est habituellement préparée par le concepteur sous forme de bordereau d'estimation.

La liste des prix est disponible en version électronique sur le site intranet du Ministère.

6.2 PROCÉDURES ADMINISTRATIVES

Pour les procédures administratives de base pouvant s'appliquer à un projet de réparation ou de remise en état d'un pont, il faut se référer au chapitre 19 du *Manuel de conception des structures*. De plus, il faut tenir compte des particularités applicables présentées dans la présente section.

Acceptation d'intervention

Pour tous les ponts à valeur patrimoniale (ponts ayant un IPS (indice patrimonial d'une structure) ≥ 60), une acceptation d'intervention doit être présentée à la Direction des structures dans le but d'analyser et d'approuver tout projet impliquant une modification du pont. En plus de l'intervention projetée, les documents fournis doivent inclure une évaluation de la valeur patrimoniale récente du pont (comprenant la grille d'évaluation de l'indice patrimonial (fichier Excel)), le rapport de l'évaluation et toute autre information pertinente, et ce pour fins de validation.

6.2.1 Acceptation de concept

Tout projet de réparation ou de remise en état d'une structure dans lequel la capacité ou la stabilité structurale est mise en cause (réparation majeure, reconstruction de dalle, renforcement du système structural, etc.) doit faire l'objet d'une acceptation de concept auprès de la Direction des structures.

Pour les ponts à poutres triangulées métalliques ainsi que pour les ponts à valeur patrimoniale (IPS ≥ 60), une acceptation de concept doit être demandée auprès de la Direction des structures pour toute intervention (réparation, remise en état ou autre) engendrant le remplacement ou la modification d'un de ses éléments.

Une demande d'acceptation de concept doit être accompagnée de suffisamment d'informations pour que la Direction des structures puisse évaluer les recommandations faites aux directions territoriales par le prestataire de services.

Une demande d'acceptation de concept doit comprendre les items suivants :

- Résumé de l'état de la structure, incluant les défauts et les dommages qui sont visés par le projet (croquis au besoin).

- Résumé des expertises réalisées (relevé des dommages, carottages, etc.).
- Résumé des résultats de l'évaluation de la capacité portante s'il y a lieu.
- Scénarios possibles, et la (les) recommandation (s) d'intervention proposée (s).

Si la direction territoriale choisit une intervention autre que celle privilégiée par la Direction des structures, cette dernière devra en être informée avec un justificatif expliquant les raisons de la dérogation.

Généralement, les plans et devis définitifs d'un projet de réparation ou de remise en état d'une structure réalisé par un prestataire de services n'ont pas à être transmis à la Direction des structures pour approbation.

6.2.2 Note de calculs

Les exigences de base relatives à la note de calculs sont spécifiées à la section 19.2 du *Manuel de conception des structures*.

Les calculs requis pour des travaux ayant une incidence structurale doivent être vérifiés.

L'ingénieur concepteur appose ses initiales sur chaque page de sa note de calculs. Le vérificateur appose ses initiales sur chaque page de sa propre note de calculs et sur chaque page de la note de calculs du concepteur qu'il a vérifiée.

6.2.3 Vérification des plans et devis

Le vérificateur doit s'assurer que les données du projet sont pertinentes et complètes.

L'ingénieur qui a vérifié la note de calculs pour s'assurer que les dessins concordent avec les calculs, les normes, les règles et les directives ou autres documents du Ministère doit vérifier chaque feuillet des plans.

Le vérificateur doit aussi s'assurer que les exigences de construction pour toutes les parties de l'ouvrage sont couvertes par le devis spécial ou par le CCDG.

6.2.4 Signature des documents

Les exigences relatives à la signature des documents sont spécifiées à la section 19.4 du *Manuel de conception des structures*.

6.2.5 Document à l'intention du surveillant

En phase finale de préparation des plans et devis, et surtout lorsqu'un projet présente des difficultés particulières de réalisation, le concepteur est invité à rédiger un document à l'intention du surveillant dans lequel il lui fait part des paramètres directeurs qui l'ont

orienté lors de la préparation des plans et devis, des particularités et des difficultés prévisibles au chantier. Ce document contient aussi les informations permettant de reconstituer les quantités indiquées au bordereau d'estimation.

Les informations de base relatives au document destiné au surveillant sont mentionnées à la section 19.5 du *Manuel de conception des structures*.

6.2.6 Appel d'offres

Pour ne pas fausser le jeu des soumissions durant la période d'appel d'offres, on doit s'abstenir de fournir une information demandée par un soumissionnaire. Il faut plutôt prendre note de l'information demandée ou de la remarque formulée et aviser le soumissionnaire qu'il sera informé par addenda, s'il y a lieu.

6.2.7 Rôle du concepteur lors de la réalisation des travaux

Le concepteur doit collaborer avec le surveillant lors de la réalisation des travaux de réparation ou de remise en état d'une structure.

Selon la nature des travaux, le concepteur doit s'entendre avec le surveillant sur la fréquence des visites à effectuer au chantier et lui donner son avis lors de l'acceptation de certaines parties des travaux.

Le surveillant est l'interlocuteur du Ministère auprès de l'entrepreneur. Toute communication entre le concepteur et l'entrepreneur et ses sous-traitants doit se faire par l'intermédiaire du surveillant ou en sa présence.

Le cas échéant, le concepteur transmet par écrit ses instructions au surveillant ainsi que les modifications aux plans et devis. Il lui fournit des explications relatives à l'interprétation des plans et devis et le conseille lorsque des problèmes techniques surviennent. Toute modification au projet qui a une incidence sur la capacité, la durabilité et les coûts de l'ouvrage doit être versée au dossier de surveillance par le concepteur.

Le concepteur vérifie les modifications aux plans et devis proposées par l'entrepreneur ou le surveillant et, le cas échéant, en recommande l'acceptation.

Le concepteur prend connaissance des comptes-rendus de réunion de chantier, des avis à l'entrepreneur et des rapports techniques relatifs au contrôle qualitatif des travaux transmis par le surveillant. Le cas échéant, il les commente, y appose ses initiales et les achemine au dossier de surveillance.

Le concepteur prend connaissance des plans « tel que construit », réalisés par le surveillant et transmis par la Direction territoriale.

6.3 DESSINS TYPES ET PLANS TYPES

6.3.1 Généralités

Les dessins types et les plans types couvrent les principales méthodes de réparation, de remplacement ou de reconstruction d'ouvrages en béton et en acier. Les dessins types et les plans types peuvent être obtenus en version électronique sur le site intranet du Ministère.

Il est à noter que les dessins types et les plans types comportant un numéro d'identification séquentiel supérieur à 100 concernent la réparation d'ouvrages. Le numéro d'identification des dessins et plans types d'entretien et la date de la dernière version se retrouvent sous le titre principal du document.

Après avoir sélectionné les dessins types et les plans types nécessaires à la réalisation des travaux planifiés, il faut les finaliser en insérant les cotes et dimensions spécifiques au projet dans les espaces prévus à cette fin.

Plusieurs dessins types et plans types montrent d'une façon spécifique des parties de pont. Il est nécessaire dans certains cas de modifier les documents types pour les rendre conformes aux particularités des éléments de pont existants.

La préparation de tout projet de réparation ou de remise en état requiert en général l'ajout de plans spécifiques pour préciser et compléter les plans types. Les plans, qui doivent toujours commencer par un plan d'ensemble, doivent être numérotés dans l'ordre de leur mention au devis spécial. Il est important de spécifier les numéros de dossier dans le cartouche, surtout dans les cas où des plans figurant dans un projet de réparation touchent plusieurs structures.

6.3.2 Principes de base

6.3.2.1 Introduction

Cette section présente les lignes directrices et les principes d'utilisation des plans qui sont propres aux projets d'entretien de structures.

Les plans peuvent être réalisés à partir de deux sources : les dessins types et les plans types. Les dessins types se présentent sous forme de blocs devant être regroupés de façon à produire une feuille de plan. Les plans types, pour leur part, sont élaborés pour être utilisés tels quels, sous forme d'une feuille de format ISO A1. Certains dessins types et plans types comportent des options, qui doivent être sélectionnées selon les travaux en cause.

De façon générale, les responsables de la préparation des plans doivent respecter les directives suivantes :

Manuel de dessins des structures

- Chapitre 2 – Conception des plans
- Chapitre 3 – Dessin assisté par ordinateur
- Chapitre 5 – Fin de projet et remise des fichiers

Manuel de conception des structures

- Section 18.2.1 – Plans
- Chapitre 19 – Procédures administratives

Les informations de la présente section, qui complètent les chapitres 2 et 3 du *Manuel de dessins des structures*, expliquent la composition des dessins types et des plans types et formulent quelques exceptions.

6.3.2.2 Cotes et modification d'échelle

La majorité des cotes sont associatives. Certaines ont cependant une valeur fixe, c'est-à-dire que le texte de la cote ne correspond pas à la dimension calculée par AutoCAD.

Comme les dessins figurant dans les dessins types et les plans types sont composés d'éléments associés, tels les cotes et le texte, l'utilisateur doit agir avec prudence s'il change le facteur d'échelle. Par exemple, la réduction de l'échelle d'un dessin peut entraîner une modification des valeurs des cotes.

Pour ces raisons, il vaut mieux éviter le plus possible de modifier l'échelle, à moins d'y apporter une très grande attention.

6.3.2.3 Blocs

Presque tous les dessins types et les plans types contiennent des blocs imbriqués qui facilitent les déplacements, les redéfinitions et les modifications. Les principaux blocs sont les suivants :

Bloc d'options (réparation hors terre/en rivière, poutres béton/acier)

- Portion de dessin encadré d'un rectangle blanc sur la couche O. C'est un bloc muni d'un point d'insertion (x) qui peut être déplacé sur un autre point (x) du dessin général pour le compléter.
- L'utilisateur doit ensuite exploser le bloc et effacer le point et le cadre.

Boîte

- Case à compléter.

Rectangle sur la couche boîte indiquant qu'il y a une information à ajouter. La couche BOÎTE doit ensuite être désactivée (OFF).

6.3.2.4 Exceptions et précisions relatives au chapitre 3 – Dessin assisté par ordinateur du Manuel de dessins des structures

Les exceptions au tableau 3.5-1 – *Calques* sont les suivantes :

- Couche EXI05 : couleur rouge plutôt que couleur bleue sur les dessins de démolition.
- Couche ARM02 : type de ligne CACHEEX3 plutôt que ligne continue dans le béton à conserver.
- Couche HAT05 : couleur rouge plutôt que couleur bleue dans les zones de remplissage des excavations.

Les précisions complémentaires à l'article 3.5.1 – *Précisions sur les calques* sont les suivantes :

- Pavage existant et nouveau → AR-RROOF
- Remplissage des excavations → AR-SAND

6.3.3 Procédures d'utilisation des dessins types et des plans types

Pour la page frontispice et le plan d'ensemble, le concepteur doit se référer aux instructions décrites aux articles 4.2 et 4.3 du *Manuel de dessins des structures*. Adapter les instructions relatives à ces plans types aux particularités du projet d'entretien concerné.

Réparation avec coffrages et surépaisseur (DBT-101)

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur de la surépaisseur, en millimètres.
 - Pour une réparation standard avec du béton de masse volumique normale avec superplastifiant (type V-S), une surépaisseur de 200 mm est recommandée; cependant, une surépaisseur de 150 mm est acceptable.
 - Pour une réparation avec du béton autoplaçant, une surépaisseur de 125 mm est suggérée. Une surépaisseur moindre (entre 100 et 125 mm) requiert une exigence d'ancrages de coffrages spéciaux.

- Pour une réparation avec du béton antiessivage, on recommande une surépaisseur d'au moins 200 mm afin de permettre l'insertion d'une pompe à béton à l'intérieur des coffrages. Pour des cas particuliers de réparation d'unités de fondation se trouvant sur un sol à faible capacité portante, le concepteur peut spécifier une surépaisseur moindre, mais pas inférieure à 125 mm.

Deux options sont offertes au concepteur pour compléter ou modifier au besoin la réparation générale type :

– Une réparation de l'assise

Pour cette option, le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- La longueur de l'armature correspondant à l'assise, en millimètres.

– Une réparation sous l'eau

Réparation avec coffrages sans surépaisseur (DBT-102)

Réparation sans ajout d'armature

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur minimale de démolition, en millimètres.
 - Pour une réparation avec du béton de masse volumique normale, une épaisseur de 100 mm est recommandée.
 - Pour une réparation avec du béton autoplaçant, une épaisseur de 80 mm est recommandée.

Réparation avec armature existante – Augmentation du recouvrement

Ce dessin type est surtout prévu pour une réparation de poutre, de diaphragme ou de chevêtre avec du béton autoplaçant.

Réparation avec ou sans ajout d'armature

Dans le cas d'une réparation de grandes dimensions où des tirants de coffrages doivent être utilisés, le concepteur doit tenir compte des éléments suivants :

- Pour une réparation avec du béton de masse volumique normale, une épaisseur de démolition de 125 mm est recommandée pour être en mesure d'utiliser des tirants de coffrages standards (longueur 100 mm).
- Pour une réparation avec du béton autoplaçant, une épaisseur de démolition de 100 mm est recommandée pour pouvoir utiliser des tirants de coffrages spéciaux (longueur 75 mm).

Dans les cas où la réparation sans surépaisseur n'est que partielle et ne se prolonge pas sur la pleine hauteur de la face verticale, le concepteur doit exiger une ouverture dans le haut du coffrage pour réaliser le bétonnage; s'assurer que le détail de l'ouverture est inclus sur la feuille de plan. Dans le cas contraire, enlever l'exigence relative à l'ouverture et le détail correspondant.

Réparation avec béton projeté (DBT-103)

Pour le cas d'une augmentation du recouvrement, le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur du recouvrement de béton par-dessus l'armature, en millimètres.
Fixer une épaisseur de recouvrement (50 ou 75 mm) en fonction du niveau de protection recherché et des contraintes spécifiques aux éléments réparés.

Réparation de dalle sur poutres (DBT-105)

Réparation en profondeur

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur de la dalle, en millimètres.

Lors d'une réparation de dalle sur poutres, il peut être approprié d'enlever les plaques en acier de trottoir ou de chasse-roue qui sont endommagées à la jonction de la face verticale et de la chaussée, car elles peuvent être la source d'infiltration d'eau à l'arrière et provoquer une détérioration prématurée du béton. Compléter au besoin le dessin type d'un croquis détaillé montrant l'enlèvement de cette plaque et la reconstruction de la face du trottoir ou du chasse-roue.

Réparation de semelle (DBT-107)

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur de la surépaisseur verticale, en millimètres. Pour une réparation avec du béton de masse volumique normale, une surépaisseur de 200 mm est recommandée. Pour une réparation avec du béton antilessivage, une surépaisseur d'au moins 200 mm est également recommandée afin de permettre l'insertion d'une pompe à béton à l'intérieur des coffrages.

Réfection de côté extérieur de dalle épaisse (DBT-108)

Le concepteur doit finaliser les éléments suivants :

- Les dimensions des éléments à démolir (chasse-roue, trottoir...), en millimètres;
- La longueur du nouveau porte-à-faux sous la dalle, en millimètres, si la géométrie du pont existant est modifiée;
- La grosseur et l'espacement des nouvelles armatures longitudinales, selon la configuration de la réfection (même géométrie que l'existant, élargissement, etc.). Dans le cas d'un élargissement, prévoir de nouvelles armatures transversales, et au besoin des supports pour les barres de la nappe supérieure d'armature;
- L'épaisseur de la dalle à reconstruire, en millimètres. Pour une réfection avec glissière en béton, un calcul structural est recommandé, et la mise en place de barres plus grosses que les armatures transversales existantes peut être nécessaire;
- L'espacement des barres d'armature n° 15 ajoutées à l'extrémité des barres transversales, selon l'espacement de ces barres;

Le concepteur peut compléter ou modifier au besoin la réfection type, selon les nouveaux paramètres de l'ouvrage après l'intervention (chasse-roue (ou trottoir), glissière en béton, etc.).

Pour une réfection avec trottoir, le concepteur doit préciser la largeur du nouveau trottoir, avec la longueur d'armature correspondante, en millimètres.

Pour une dalle ayant une épaisseur supérieure à 450 mm, les barres d'armatures verticales se trouvant dans la dalle peuvent avoir une longueur de développement suffisante. Le concepteur peut, après calcul, omettre les crochets (pattes) à l'extrémité inférieure de ces barres.

Pour une réfection avec une glissière 311B, le concepteur doit adapter le dessin type avec le plan type de conception PT1DR-14 pour la partie métallique de la glissière (311A).

Remplacement d'un joint de tablier (DE-101 @ DE-106)

Pour un remplacement de joint de tablier à une culée ou à une pile (DE-101 @ DE-106), le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur d'enrobé, en millimètres; cette épaisseur doit être :
 - 40 mm minimum, s'il y a enlèvement partiel de l'enrobé sur le pont;
 - 65 mm minimum, s'il y a enlèvement complet de l'enrobé sur le pont.

Dans le cas où l'épaisseur d'enrobé est supérieure à 75 mm sur le pont, prévoir une note afin de s'assurer que les plaques d'ancrage du joint de tablier soient complètement noyées dans le béton.

Pour un remplacement de joint de tablier à une culée (DE-101 @ DE-104), le concepteur doit finaliser également l'élément suivant :

- L'épaisseur du garde-grève à démolir, en millimètres.

Lorsque l'enrobé est enlevé partiellement de part et d'autre du joint à remplacer, le concepteur doit inclure au dessin type (DE-101 @ DE-106) une longueur d'intervention sur l'enrobé (3 m minimum par côté).

Pour un remplacement de joint de tablier à une culée avec dalle de transition (DE-102 et DE-104), le remplissage de l'excavation au-dessus de la dalle de transition peut se faire avec un matériau granulaire ou de l'enrobé, selon l'épaisseur à combler près du garde-grève. Se référer au DN 02, chapitre 2 – Tome II des normes du Ministère.

Pour un joint de tablier à plus d'une garniture, prévoir une épaisseur de béton armé d'au moins 100 mm sous les boîtes des barres de support.

Modification des blocs d'assise (DE-109)

Deux options sont offertes au concepteur pour la modification des blocs d'assise :

Bloc d'assise plus haut que l'existant

Pour cette option, le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- La hauteur du nouveau bloc d'assise par rapport à l'assise existante, en millimètres.

Bloc d'assise plus bas que l'existant

Pour cette option, le concepteur doit finaliser les éléments suivants :

- La profondeur de démolition, en millimètres.
- La position du nouveau bloc d'assise par rapport à l'assise existante, en millimètres.

Pour les deux options, le concepteur devrait ajouter les détails relatifs aux barres d'armature (pliage, longueurs).

Protection de semelle (DD-101)

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- Le calibre des pierres utilisées comme enrochement de protection.

Le concepteur devrait spécifier un calibre de revêtement en pierres selon les caractéristiques prévues à l'article 15.2.5.6 du CCDG. Le choix du calibre des pierres se fait généralement en fonction de la vitesse maximale d'écoulement du cours d'eau.

Se référer au *Manuel de conception des ponceaux* ou consulter un ingénieur en hydraulique.

Selon les conditions d'exposition de la semelle et la nature du cours d'eau, il peut être approprié de modifier le dessin type proposé et de prévoir un enrochement jusque sur le dessus de la semelle. Il n'est cependant pas recommandé de mettre de l'enrochement à un niveau supérieur à celui du lit de la rivière, car cela peut créer un obstacle nuisible à un bon écoulement de l'eau.

Protection de talus – pont sur rivière (DD-102)

Deux possibilités sont offertes au concepteur : une reconstruction ou une réparation de la protection de talus.

Reconstruction

Le concepteur doit finaliser les éléments suivants :

- La longueur de la partie horizontale supérieure du revêtement, en millimètres.
- L'emplacement de la transition des empierrements par rapport à l'accotement, en millimètres. Le niveau de la transition des empierrements devrait correspondre généralement à celui du niveau des eaux hautes annuelles majoré de 600 mm. Pour des configurations spéciales, de lit ou des écoulements d'eau particuliers, il est recommandé de consulter un ingénieur en hydraulique.

Le concepteur devrait augmenter les dimensions de la base du revêtement (1000 x 1000 mm) si la profondeur d'affouillement prévue est supérieure à 1000 mm. Consulter un ingénieur en hydraulique au besoin.

Réparation

Le concepteur peut adapter le dessin type en fonction de la protection existante (pierres ou pierres cimentées). Indiquer au besoin le type de matériau granulaire et le calibre de pierres envisagés pour le projet.

Protection de talus – pont d'étagement (DD-103)

Le concepteur peut adapter le dessin type en fonction de la protection existante (pierres, pierres cimentées, pavés ou béton). Pour un revêtement en pierres, indiquer le calibre de pierres voulu.

Réfection des côtés extérieurs (PT1CE-101 @ PT1CE-106)

Le concepteur doit finaliser les éléments suivants :

- Les dimensions des éléments à démolir (chasse-roue, trottoir, etc.), en millimètres.
- La longueur du nouveau porte-à-faux sous la dalle, en millimètres.

Dans le cas d'une réfection avec trottoir (PT1CE-102), le concepteur doit préciser la largeur du nouveau trottoir, avec la longueur d'armature correspondante, en millimètres.

Dans les cas d'une réfection avec glissière en béton (PT1CE-103 @ PT1CE-106), le concepteur doit préciser l'épaisseur de la dalle à reconstruire, en millimètres. Pour un grand porte-à-faux, un calcul structural est recommandé et une épaisseur plus grande que la normale (200 mm) peut être nécessaire.

Pour la réfection avec une glissière 311B (PT1CE-106), le concepteur doit ajouter le plan type de conception PT1DR-14 pour la partie métallique de la glissière (311A).

Joint dalle sur culée (PTIJT-103 & 104)

- Sans dalle de transition (PTIJT-103).
- Avec dalle de transition (PTIJT-104).

Le concepteur peut choisir en option :

- Un tablier avec poutres en béton ou avec poutres en acier.

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur du garde-grève à démolir, en millimètres.