

MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES

JUIN 2004

La présente confirme que suite à une revue, le directeur de la Direction des structures; le chef du Service entretien et les chefs de section du même service approuvent cette nouvelle édition.

Édition juin 2004



Claude Leclerc, ing.
Chef de service – Service entretien

2004/06/23

Date



Guy Richard, ing.
Directeur – Direction des structures

04/04/28

Date

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES

Date : Juin 2004
Nouvelle édition

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	L'ensemble des pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	Harmonisation avec normes, CCDG 2003, plans et devis d'entretien et autres manuels.
Chapitre 1 Politiques d'entretien Tout le chapitre	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	Actualisation de certaines notions liées à la gestion des structures.
Chapitre 2 Entretien préventif Généralités Activités	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	- Modifications mineures. - Activité « Enlèvement de débris du cours d'eau » transférée dans entretien préventif (nouveau 1018 = ancien 2011). - Ajout de précisions pour les activités de nettoyage. - Harmonisation d'activités (enrobé, peinture, imperméabilisation de béton et enduit de surface) avec devis types.
Chapitre 3 Méthodes d'intervention Notions générales	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	- Actualisation des notions sur le béton. - intégration des notions de béton autoplaçant dans réparations avec coffrages; - ajout des notions relatives au béton antilessivage et aux doublures de coffrage. - Précisions et clarifications dans les notions sur les joints de tablier. - Ajout de notions générales sur les appareils d'appui. - Retrait des tableaux synthèses résumant les défauts et les activités correspondantes.

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
Chapitre 3 Méthodes d'intervention Activités			<u>Activités modifiées</u> ▪ Précisions, clarifications, actualisations : 2333; 3025; 3051; 3065; 3067; 3072; 3103; 3114; 3121; 3122; 3124; 3125; 3131; 3134; 4061; 5003. ▪ Modifications liées au jet de sable, au béton autoplaçant et au béton antilessivage : 2051; 3032; 3034; 3101; 3102; 3112; 3113; 3127. ▪ Modifications de l'activité : 3043 = retrait de la réparation de l'appareil d'appui; 3052 = nouveau concept joint dalle sur culée; 3044 = notions de 3047 transférées. ▪ Croquis modifiés : 2021; 3022; 3031; 3033; 3042. ▪ Modifications mineures : 2051; 2053; 2221; 2331; 3046; 3062; 3063; 3071; 3073; 3126; 3132; 3201; 3222; 3223; 3231; 3232; 3321. ▪ Nouveau nom d'activité : 2131 = Réparation temporaire de dalle; 3011 = Enrochement. ▪ Nouveau numéro d'activité : 2011 devient 1018 (voir chap. 2). <u>Activités nouvelles</u> 3105 = Réparation de béton sous l'eau; 2071 = Consolidation de glissière (réinsertion). ▪ Harmonisation avec système d'inspection : 3054 = Étanchement d'un joint longitudinal; 3082 = Réparation mur de soutènement en maçonnerie; 3411 = Réparation élément de fondation en maçonnerie. ▪ Ponts couverts Neuf (9) nouvelles activités (3341 @ 3349) : . 5 activités pour harmoniser avec inspection : 3341 – Réparation corde; 3342 – Réparation poteau; 3346 – Répar. / rempl. toiture; 3347 – Répar. lambris; 3348 – Peinturage lambris. . 4 autres activités ajoutées : 3343 – Réparation diagonale; 3344 – Tirants; 3345 – Contreventement; 3349 - Gabarit. <u>Activités retirées</u> 3104 = Réparation avec béton autoplaçant (intégrée dans 3101 et 3102). 3047 = Remplacement d'appareil d'appui à pendule (notions intégrées dans 3044).

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
Chapitre 4 Relevés de dommages Tout le chapitre	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	▪ Quelques précisions et modifications mineures.
Chapitre 5 Études d'opportunité Tout le chapitre	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	▪ Modifications mineures.
Chapitre 6 Devis spécial Généralités Devis type Dessins et plans types	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	▪ Ajout d'une section traitant des documents préliminaires. ▪ Ajout d'une section relative au plan « tel que construit ». ▪ Ajout de précisions relatives à l'utilisation du devis informatisé ▪ Mise à jour des procédures d'utilisation des dessins types et plans types. ▪ Transfert d'informations provenant de commentaires du devis type.

Responsable du document : Louis-Marie Bélanger, ing.

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES

Date : Décembre 2004

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
Chapitre 5 Études d'opportunité Tout le chapitre	Toutes les pages existantes	L'ensemble des nouvelles pages	- Modifications relatives aux critères utilisés pour le choix des interventions. - Ajout de notions de remise en état d'une dalle; cette catégorie d'interventions comprend la réparation, la chape de béton et la protection cathodique. - Nouvelles recommandations d'interventions pour une dalle sur poutres.

Responsable du document : Louis-Marie Bélanger, ing.

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
MANUEL D'ENTRETIEN DES STRUCTURES

Date : Avril 2006

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
Chapitre 2			
Entretien préventif			
Activités	Table des matières	Table des matières	Modification de titre : activité 1017 (harmonisation avec SGS-5016)
Chapitre 3			
Méthodes d'intervention			
Notions générales	Table des matières 3-1 à 3-47	Table des matières 3-1 à 3-48	- Modification de certains titres (sections 3.1 à 3.3) et autres modifications mineures. - Remplacement de « élément de fondation » par « unité de fondation ». - Mise à jour des notions sur les éléments en béton - Harmonisation avec normes et devis (retrait du béton type IV). - Ajout de notions sur les éléments en acier pour faciliter la préparation de projets. - Précisions et modifications dans les notions sur les joints de tablier pour tenir compte des considérations sismiques : - Reprise figure 3.4-2 : mouvements réels/théoriques - Modifications figure 3.4-4 : rotation de poutres - Retrait figure 3.4-5 : retenue latérale des poutres - Modification tableau 3.4-2 : retrait de plusieurs possibilités d'interventions - Précisions relatives à la numérotation et à la codification des activités. - Ajout d'une note recommandant une utilisation restreinte des croquis.
Section 3.6			

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
Chapitre 3 (suite)			
Activités	Activités concernées	Activités concernées	▪ Changement de titre (harmonisation avec SGS-5016) : - Activités 2201, 3115, 3321 et 3411. ▪ Renumérotation des activités 4000 en activités 2000 et 3000 (harmonisation avec SGS-5016) : Les activités 4011, 4021, 4031, 4041, 4051, 4061, 4071 et 3349 deviennent les activités 2011, 2061, 2062, 2063, 3068, 3074, 3083 et 3005.
Chapitre 4 Relevés de dommages			
	Table des matières 4-9	Table des matières 4-9	▪ Précisions relatives à l'expertise de la dalle.
	4-31 à 4-40	4-31 à 4-40	▪ Précisions concernant les méthodes d'investigation utilisées pour les expertises au MTQ. ▪ Précisions relatives à la caractérisation de la peinture existante. ▪ Précisions relatives au radar et autres modifications mineures.
Chapitre 6 Devis spécial			
Section 6.4.3 Procédures d'utilisation des dessins types et plans types	6-15 à 6-18	6-15 à 6-18	▪ Modifications pour tenir compte des joints de tablier de type HSS et autres modifications mineures. ▪ Remplissage par-dessus dalle de transition (DE-102 et 104; PT1JT-104). ▪ Calibre de pierres - protection de semelle (DD-101).

MANUEL ENTRETIEN DES STRUCTURES

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1
POLITIQUES D'ENTRETIEN

CHAPITRE 2
ENTRETIEN PRÉVENTIF

CHAPITRE 3
MÉTHODES D'INTERVENTION

CHAPITRE 4
RELEVÉS DE DOMMAGES

CHAPITRE 5
ÉTUDES D'OPPORTUNITÉ

CHAPITRE 6
DEVIS SPÉCIAL

CHAPITRE 1

POLITIQUES D'ENTRETIEN

TABLE DES MATIÈRES

1.1	INTRODUCTION	1-1
1.1.1	Principes de conservation des structures	1-1
1.1.2	Système de gestion des structures	1-2
1.1.3	Classement des structures et des interventions	1-5
1.2	IDENTIFICATION DES BESOINS	1-9
1.2.1	Activités requises	1-9
1.2.2	Besoins financiers	1-10
1.3	PLAN D'ACTION QUINQUENNAL	1-11
1.3.1	Objectifs visés	1-11
1.3.2	Stratégies techniques	1-17
1.4	ÉTABLISSEMENT DES PRIORITÉS	1-18
1.4.1	Répartition budgétaire	1-19
1.4.2	Sélection préliminaire des structures	1-19
1.5	MISE EN ŒUVRE	1-23
1.5.1	Études et préparatifs	1-24
1.5.2	Réalisation des travaux et mise à jour	1-25

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1-1	Courbes de dégradation d'une structure	1-2
Figure 1.1-2	Phases du système de gestion des structures du MTQ	1-3
Figure 1.1-3	Organigramme du système de gestion des structures du MTQ	1-4
Figure 1.1-4	Répartition des structures	1-6

Figure 1.3-1	Évolution de la qualité du parc de structures	1-12
Figure 1.3-2	Amélioration de l'état après intervention	1-12
Figure 1.3-3	Répartition stratégique des structures	1-13
Figure 1.3-4	Scénario d'interventions – Groupe I – Structures en bon état	1-14
Figure 1.3-5	Scénario d'interventions – Groupe II – Structures dont l'état est acceptable	1-15
Figure 1.3-6	Scénario d'interventions – Groupe III – Structures ayant un état critique	1-16
Figure 1.3-7	Scénario d'interventions – Groupe III – Structures ayant une fonctionnalité déficiente	1-16
Figure 1.5-1	Planification quinquennale des projets	1-24

1.1 INTRODUCTION

On estime à près de dix milliards de dollars les coûts de reconstruction de l'ensemble des structures du réseau routier sous la responsabilité du ministère des Transports du Québec (MTQ). Cette valeur est représentative des efforts très importants fournis par le Ministère pour remplir sa mission première qui est d'assurer la libre circulation des personnes et des marchandises sur le territoire québécois. Maintenant que le réseau routier est pleinement développé, son vieillissement inévitable et sa détérioration progressive obligent le Ministère à s'orienter vers une démarche globale de conservation de son parc de structures. Pour mener à bien cette tâche, le Ministère doit se doter de moyens pour atteindre les objectifs fondamentaux suivants :

- Assurer la sécurité et le confort des usagers;
- Préserver ou prolonger la durée de vie des structures en effectuant des interventions durables et économiquement appropriées.

Le présent manuel d'entretien, qui s'inscrit dans cette démarche de conservation, met surtout l'accent sur les mesures préventives et la réparation des structures.

1.1.1 Principes de conservation des structures

Un parc de structures où aucune intervention n'est effectuée perd progressivement de sa valeur, à cause surtout de la dégradation des matériaux sous l'effet de contraintes internes et environnementales. La conservation d'un parc de structures est basée sur le principe qu'il faut intervenir sur une structure si on veut maîtriser et même contrer ces différents mécanismes de dégradation. Mais comment faut-il intervenir? Les interventions sur une structure peuvent se faire à deux niveaux : celui de la fonctionnalité ou celui de l'état.

La fonctionnalité d'une structure a trait aux caractéristiques relatives au niveau de service offert aux usagers. Parmi les principaux facteurs pris en compte pour définir et évaluer cette fonctionnalité, on retrouve la capacité structurale et dans certains cas l'affichage relatif à une restriction de charge, le débit de circulation ainsi que d'autres paramètres physiques et géométriques comme le dégagement, la largeur de la voie carrossable, etc.

L'état d'une structure fait référence à l'état des divers matériaux qui la composent ainsi qu'au comportement de ses éléments, c'est-à-dire à leur capacité de remplir le rôle qu'ils ont à jouer dans l'ensemble de la structure.

Si aucune intervention n'est réalisée sur une structure, elle se dégrade avec le temps à un rythme qui est fonction des matériaux qui la composent et des sollicitations qu'elle subit (voir figure 1.1-1). En général, le rythme de dégradation d'une structure est lent pendant un certain temps après sa construction ou une réparation majeure et s'accélère progressivement par la suite.

Pour conserver une structure en bon état et prolonger sa durée de vie, il suffit d'y effectuer une série d'interventions pour l'empêcher de se détériorer trop rapidement. À l'inverse, à mesure que l'état d'une structure se détériore, les coûts d'interventions nécessaires à sa conservation ont tendance à augmenter de plus en plus rapidement.

En deçà d'un certain niveau de performance minimal, la sécurité d'une structure est en général insuffisante et une action est à entreprendre en priorité.

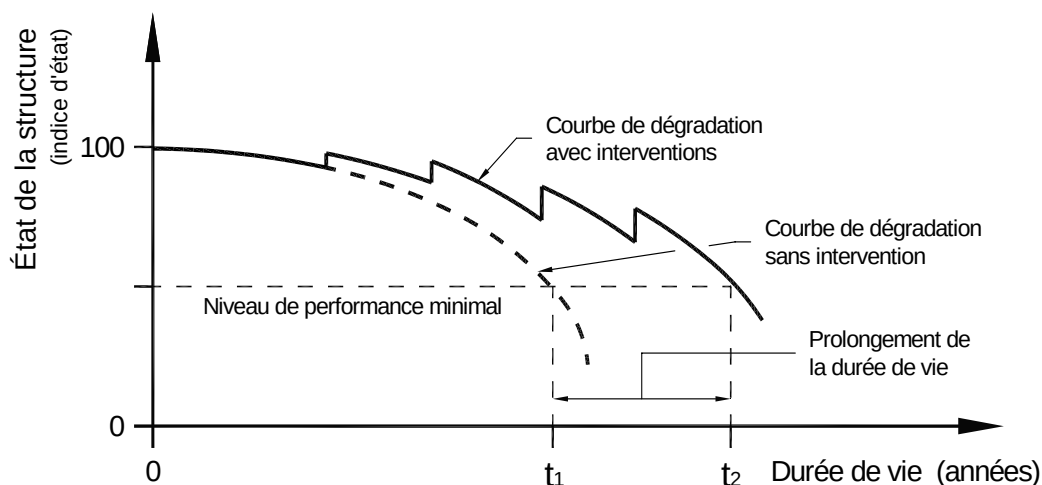


Figure 1.1-1 Courbes de dégradation d'une structure

1.1.2 Système de gestion des structures

Il peut être assez facile de prévoir les interventions à effectuer sur un seul pont bien que la difficulté de prévision puisse s'accroître rapidement avec la complexité de l'ouvrage. La planification des interventions pour un grand nombre de structures peut toutefois nécessiter l'utilisation d'outils organisationnels pour faciliter les prises de décision. Il est donc essentiel que tous les efforts consacrés à la conservation des structures soient coordonnés dans un cadre d'intervention bien déterminé, tel un système de gestion des structures.

Un système de gestion des structures vise essentiellement à déterminer où, quand et comment les interventions les plus appropriées doivent être réalisées sur un parc de structures, et ce, afin d'utiliser de façon optimale les ressources financières disponibles. Le système de gestion des structures du MTQ s'articule autour des quatre phases fondamentales précisées à la figure 1.1-2.

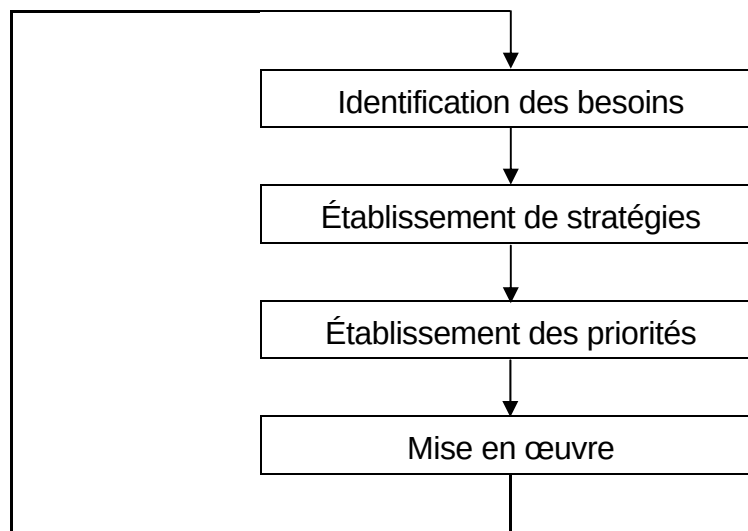


Figure 1.1-2 Phases du système de gestion des structures du MTQ

Ces quatre phases représentent les étapes d'une démarche de gestion où chaque décision doit avoir une justification stratégique, technique et économique. Un organigramme illustrant d'une façon plus détaillée le système de gestion des structures est illustré à la figure 1.1-3 « Organigramme du système de gestion des structures du MTQ ».

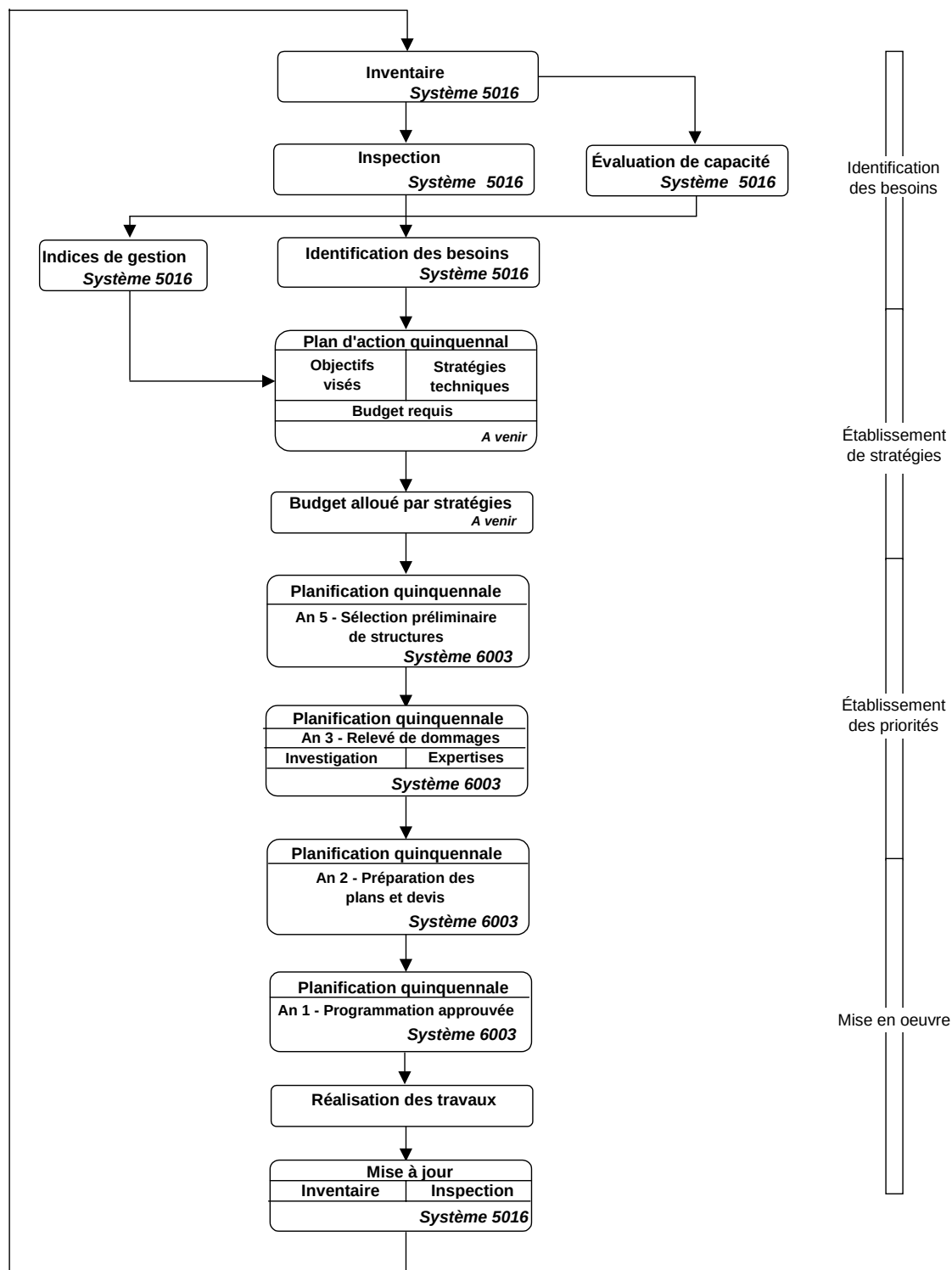


Figure 1.1-3 Organigramme du système de gestion des structures du MTQ

Étant donné le grand nombre de structures qui sont sous la responsabilité du Ministère, il est nécessaire d'effectuer le traitement et l'analyse de toutes les données et informations relatives à leur gestion au moyen d'un système informatique, en l'occurrence le système SGS-5016. Ce système informatique se compose actuellement de trois modules : un module Inventaire, un module Inspection et un module Suivi des interventions.

Les parties Planification quinquennale et Programmation annuelle sont couvertes par un autre système informatique, soit le système « Planification, programmation et suivi des projets » (PPS-6003). Le Ministère ne dispose pas actuellement d'un système informatique pour le soutenir directement lors de l'élaboration du plan d'action quinquennal. En attendant d'avoir un véritable outil de planification stratégique, certains traitements manuels sont effectués pour répondre aux besoins. Cependant, il apparaît évident que les scénarios ainsi élaborés ne sont pas aussi détaillés et complets que ceux qui seraient produits par un système de gestion moderne.

1.1.3 Classement des structures et des interventions

Il peut s'avérer difficile pour les gestionnaires et les responsables techniques d'identifier les besoins prioritaires et de sélectionner les interventions les plus appropriées en analysant les structures une à une. De même, l'établissement de stratégies requiert l'utilisation de certains outils pour faciliter la manipulation d'une grande quantité d'informations. En plus du support informatique, une cueillette de données est nécessaire pour catégoriser les travaux à exécuter sur les structures.

Ainsi, le classement des structures sous forme de courbes de répartition ou de listes et le regroupement des interventions en catégories sont essentiels pour gérer d'une façon optimale le réseau de l'ensemble du Ministère, d'une direction générale (DG) ou d'une direction territoriale (DT).

1.1.3.1 Classement des structures

A) Répartition des structures

Selon les besoins, les structures peuvent être classées de différentes manières. Dans un contexte global de planification, le classement des structures d'un réseau (MTQ, DG ou DT) peut se faire sous forme d'histogrammes ou de courbes de répartition comme ceux de la figure 1.1-4 « Répartition des structures ».

Une telle répartition permet de voir clairement comment un groupe de structures peut se répartir en fonction d'indices représentatifs de la structure. Ces indices caractérisent chaque structure en fonction surtout de sa fonctionnalité et de son état. Les trois indices de gestion de base, l'indice fonctionnel d'une structure (IFS), l'indice d'état d'une structure (IES) et l'indice de vulnérabilité sismique (IVS), sont calculés à partir de données d'inventaire, d'inspection et d'évaluation de capacité.

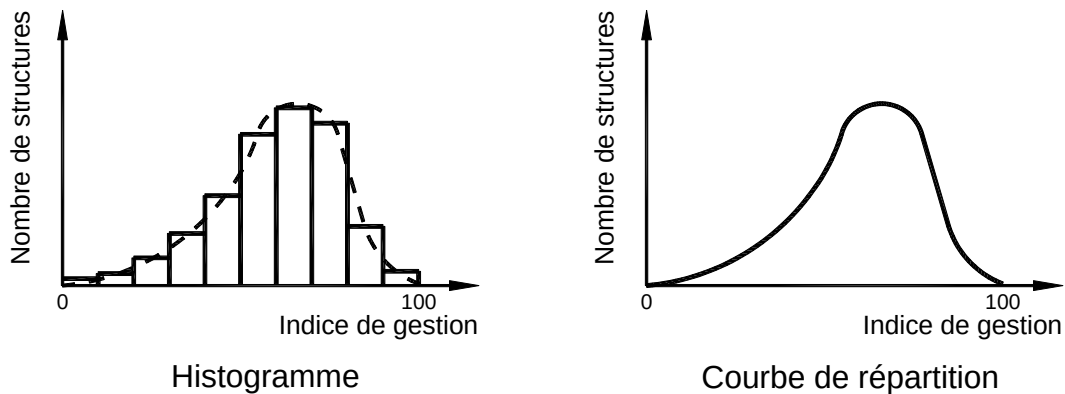


Figure 1.1-4 Répartition des structures

Les indices de gestion ont une valeur comprise entre 0 et 100, la valeur maximale représentant la condition idéale ou parfaite. Ainsi, un indice fonctionnel (IFS) de 100 indique qu'une structure est totalement fonctionnelle, c'est-à-dire qu'elle répond parfaitement aux besoins des usagers. Un indice d'état (IES) de 100 représente une structure à l'état neuf. Un indice de vulnérabilité sismique (IVS) de 100 signifie qu'une structure serait peu sensible à un tremblement de terre.

La condition d'un parc de structures peut donc être représentée à l'aide d'une courbe de répartition faisant appel à un indice de gestion comme paramètre de base. Ainsi, la fonctionnalité ou l'état d'un parc de structures peut être représenté par une courbe de répartition utilisant comme variable l'indice fonctionnel (IFS) ou l'indice d'état (IES).

Des indices de gestion complémentaires, soit les indices pondérés, ont également été développés pour transposer les courbes de répartition en indices uniques. Ainsi, des courbes de répartition représentant la fonctionnalité (IFS) ou l'état (IES) d'un parc de structures peuvent être représentées par des indices pondérés correspondants (IPFS ou IPES). Ces indices sont pondérés en fonction des valeurs à neuf de l'ensemble des structures. La valeur à neuf se définit comme étant la superficie de tablier d'une structure multipliée par le coût estimé pour remplacer un mètre carré d'une structure du même type.

B) Liste de structures

Dans un contexte de planification stratégique, le Ministère utilise souvent comme indicateur de base le nombre de structures en bon état. Pour obtenir ce dernier paramètre, c'est l'indicateur inverse, soit le nombre de structures déficientes, qui est identifié.

Les structures peuvent être déficientes en termes d'état ou en termes de fonctionnalité. Une structure est considérée déficiente en termes d'état lorsque des cotes d'inspection de 1, 2, ou 3 caractérisent des membrures principales, aussi bien pour le matériau (CEM) que pour le comportement (CEC). Une structure est considérée déficiente en termes de fonctionnalité lorsque son indice fonctionnel est égal ou inférieur à 40.

Dans un contexte plus opérationnel de sélection de structures, un classement ordonné sous la forme d'une liste peut s'avérer plus utile qu'une courbe de répartition. Une liste de structures établie à partir de critères globaux ou techniques peut permettre de regrouper des structures ayant des affinités ou des besoins d'interventions du même ordre.

Ainsi, les intervenants en DT pourront avoir accès à partir du système SGS-5016 et du logiciel Impromptu à des listes ciblant par exemple :

- les structures dont les indices de gestion se situent entre deux valeurs désignées;
- les structures ciblant des éléments ayant une certaine cote d'inspection;
- les structures regroupées dans une même catégorie d'interventions.

1.1.3.2 Catégories d'interventions

Le regroupement de toutes les interventions en catégories permet de cataloguer les structures selon leurs besoins d'interventions.

L'utilisation de catégories d'interventions est essentielle à l'élaboration des stratégies globales, particulièrement pour la Direction des structures mais aussi pour les directions territoriales.

Cinq catégories d'interventions sont considérées dans le système de gestion des structures. Ce sont l'entretien préventif, l'entretien courant, la réparation, l'amélioration et la reconstruction.

Les trois premières catégories, liées à des interventions d'entretien, sont élaborées dans les chapitres 2 et 3 du présent manuel. Ces trois catégories d'interventions incluent des activités ayant comme but principal de maintenir ou de remettre une structure en bon état. Les deux dernières catégories, qui regroupent des interventions non standard de renforcement, d'élargissement ou de reconstruction, sont brièvement traitées dans le chapitre 5 du manuel.

A) Entretien préventif et entretien courant

L'entretien préventif consiste à intervenir sur une structure, de façon à empêcher ou à ralentir la progression de dégradations pouvant entraîner sa détérioration prématurée. Pour des structures en bon état, l'entretien préventif est la stratégie optimale d'utilisation des fonds publics. Les activités d'entretien préventif peuvent être de nature périodique ou récurrente. Elles sont de nature périodique lorsqu'elles sont effectuées selon des intervalles préétablis, sur certains éléments où le laisser-aller peut engendrer une détérioration prématurée d'autres parties de la structure. Elles sont de nature récurrente lorsqu'elles sont planifiées à partir de besoins déterminés lors de l'inspection d'une structure. Les activités d'entretien préventif les plus fondamentales effectuées sur une structure sont les opérations touchant son nettoyage, son imperméabilisation et son étanchéité.

L'entretien courant consiste en des interventions mineures visant à corriger des défauts ou des dégradations qui peuvent présenter des risques d'accidents ou qui affectent le confort des usagers. Toutes les structures doivent assurer un niveau de sécurité suffisant pour les usagers. Pour satisfaire à cette exigence fondamentale, des travaux correctifs mineurs ainsi que des interventions prioritaires à la suite d'un accident doivent être prévus dans le cadre de l'entretien courant.

L'entretien préventif et l'entretien courant regroupent des interventions qui visent à maintenir les immobilisations existantes. Ces deux catégories d'interventions excluent donc toute forme d'immobilisation et doivent plutôt être associées à un budget d'exploitation. Le succès des stratégies d'entretien de type préventif est donc tributaire des budgets d'exploitation qui sont alloués pour la réalisation de certaines activités de maintenance.

B) Réparation

La réparation comprend les activités visant à remettre une structure en bon état. Une réparation peut être exécutée pour corriger une détérioration dans le but d'éviter un investissement ultérieur beaucoup plus important ou lorsqu'un élément de la structure a atteint un certain seuil de dégradation critique. La pertinence d'une réparation est jugée en fonction du prolongement de vie utile qu'elle peut entraîner et de son coût. Essentiellement, la réparation d'une structure sera jugée pleinement justifiée si les travaux effectués ont un effet durable. Les activités de réparation doivent corriger les défauts tout en veillant à éliminer ou à contrôler les causes des dégradations ou des mauvais comportements. Cependant, certaines contraintes semblent pour le moment incontournables, par exemple les conséquences néfastes sur le béton armé d'une grande utilisation de sels de déglacage en hiver.

Selon l'ampleur des travaux effectués, les projets de réparation peuvent être liés à un budget d'exploitation ou d'immobilisation.

C) Amélioration et reconstruction

Lorsque les caractéristiques fonctionnelles d'une structure sont telles qu'il devient impossible d'assurer le niveau de service souhaité, il faut envisager des travaux pour en rehausser la condition globale. Une amélioration ou la reconstruction est alors nécessaire.

Les déficiences structurales sont généralement corrigées par des travaux de renforcement, tandis que les déficiences géométriques et fonctionnelles le sont par des travaux d'élargissement.

La reconstruction doit être privilégiée lorsque les coûts estimés pour l'ensemble des travaux à réaliser dans le cadre d'un projet de réparation ou d'amélioration dépassent un certain pourcentage des coûts de reconstruction ou que le coût actualisé des interventions à faire à long terme égale ou dépasse la valeur de remplacement de la structure.

La réalisation des projets d'amélioration et de reconstruction se fait à partir de budgets d'immobilisation.

1.2 IDENTIFICATION DES BESOINS

La notion de besoins, surtout dans un contexte de gestion de fonds publics, se traduit habituellement dans sa finalité par son aspect financier. Mais ces besoins financiers correspondent avant tout à des besoins d'interventions en vue de conserver ou d'améliorer l'état des structures.

1.2.1 Activités requises

L'identification des besoins d'interventions sur une structure consiste, dans un premier temps, à faire ressortir les activités d'entretien jugées nécessaires à l'issue d'une inspection. Les fiches d'inspection fournissent aux intervenants techniques le choix de plus d'une centaine d'activités visant à corriger les défauts identifiés lors de l'inspection. Un résumé de toutes les activités requises est précisé dans le rapport d'inspection, selon les trois catégories d'entretien standard, soit entretien préventif, entretien courant et réparation.

Dans un second temps, des activités de réfection majeures peuvent être préconisées au lieu des activités d'entretien recommandées par l'inspection générale ou bien pour remédier à une déficience relative à la fonctionnalité d'une structure (capacité, largeur de la voie carrossable, ajout d'une piste cyclable, etc.).

Les activités de réfection majeures sont les suivantes :

- remplacement complet de la structure;
- remplacement du tablier;
- remplacement de la dalle;
- renforcement;
- élargissement.

La ou les activités de réfection majeures préconisées pour une structure doivent être déterminées par l'ingénieur responsable sur la base d'une étude d'opportunité effectuée selon les exigences décrites au chapitre 5.

L'identification des besoins est complétée par la suite à partir des données d'inventaire et d'évaluation de capacité de la structure. L'analyse de ces informations permet de déduire les déficiences au niveau de sa fonctionnalité et les interventions pour y remédier.

L'ensemble des activités d'entretien et des interventions fonctionnelles correspond aux besoins globaux d'une structure ou d'un parc de structures.

1.2.2 Besoins financiers

L'estimation d'une quantité pour chaque activité d'entretien ciblée sur les fiches d'inspection permet, avec un prix unitaire préétabli, de transposer les besoins d'activités d'entretien standard en besoins financiers.

Les montants nécessaires pour l'organisation de chantier, le maintien de la circulation et les mesures de mitigation doivent aussi être estimés parce qu'ils représentent de plus en plus fréquemment une part appréciable, et même importante dans certains cas, du coût total d'une intervention.

Du fait que les ressources financières annuelles sont généralement limitées, les besoins d'interventions ne peuvent pas être tous comblés en même temps. Ils doivent être répartis sur plusieurs années au moyen de stratégies optimales et de méthodes d'intervention appropriées afin de rentabiliser au maximum le capital investi. Cette perspective souhaitable est cependant confrontée très souvent à une réalité qui se compose de situations d'urgence, de regroupements de travaux pour des considérations de circulation ou de besoins fonctionnels identifiés par les gestionnaires ou les usagers.

1.3 PLAN D'ACTION QUINQUENNAL

Un des rôles des gestionnaires et de tous les intervenants techniques est de gérer adéquatement les ressources financières investies dans un parc de structures. Les budgets requis pour l'ensemble des structures ainsi que les objectifs à atteindre en ce qui touche l'état et la fonctionnalité sont des éléments essentiels de cette tâche.

Le plan d'action quinquennal regroupe ces informations et, de ce fait, il constitue le pivot du système de gestion, puisque c'est autour de lui que s'articulent les politiques de conservation.

La planification des interventions se fait également sur une base technique en déterminant les activités à réaliser sur les structures. Les stratégies techniques, surtout les activités d'entretien, sont le prolongement du système d'inspection et s'adressent aux ingénieurs et techniciens responsables des structures.

1.3.1 Objectifs visés

Il est nécessaire d'adopter une approche globale de conservation des structures pour aider les intervenants, surtout les gestionnaires, à prendre de bonnes décisions. Une telle approche conduit à examiner collectivement toutes les structures d'un parc donné au lieu d'attribuer les ressources en considérant les structures une à une.

Des objectifs sont ainsi développés pour améliorer la qualité de l'ensemble du parc de structures. Les sommes nécessaires pour atteindre ces objectifs sont également déterminées.

1.3.1.1 Qualité du réseau

L'amélioration de la qualité du réseau doit être considérée comme un processus de remise à niveau des structures déficientes et de conservation optimale de celles qui sont en bon état, le tout à l'intérieur d'un cadre financier déterminé. Si le cadre financier permettait la réalisation de toutes les interventions les plus adéquates – du simple nettoyage de surfaces jusqu'à la reconstruction complète de pont – une amélioration de la condition de l'ensemble du parc de structures pourrait être observée (voir figure 1.3-1).

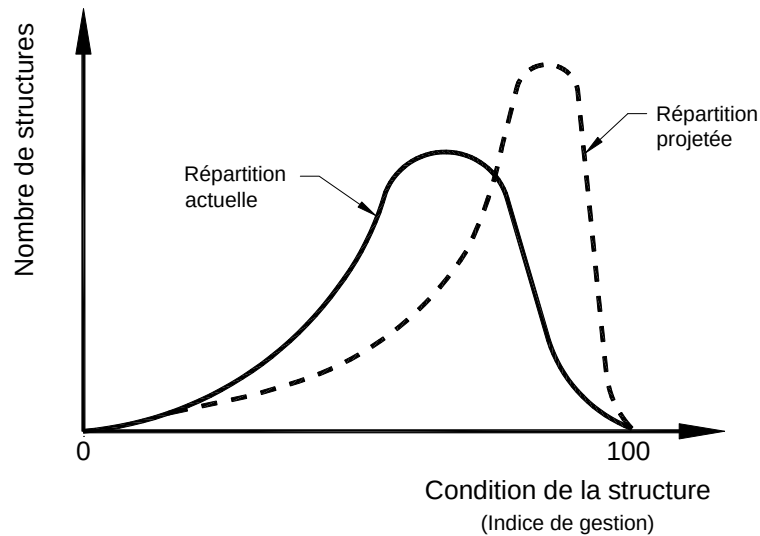


Figure 1.3-1 Évolution de la qualité du parc de structures

Pour assurer l'amélioration graduelle du réseau, il est essentiel que les interventions réalisées pour remettre en état les structures ayant des déficiences physiques ou fonctionnelles dépassent un certain seuil optimal correspondant aux critères minimaux des structures en bon état (figure 1.3-2).

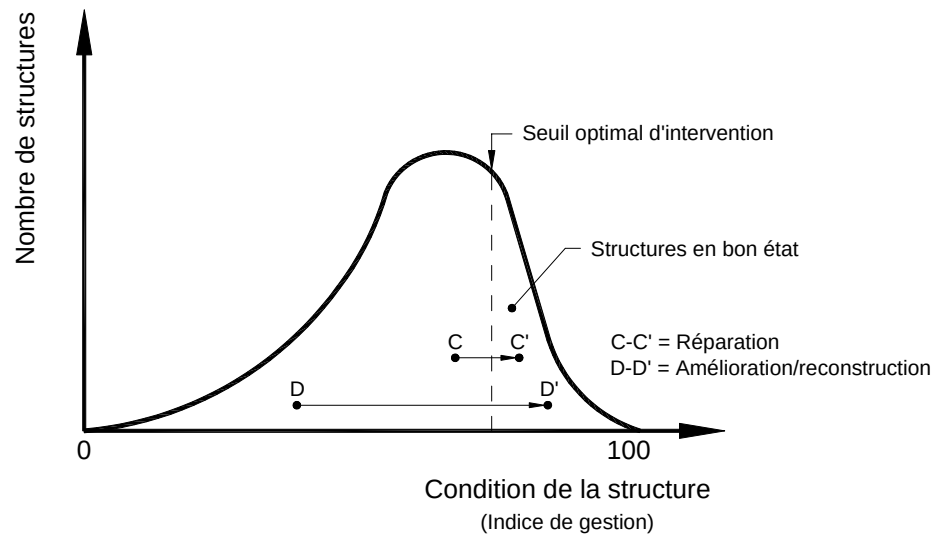


Figure 1.3-2 Amélioration de l'état après intervention

L'amélioration de la qualité du réseau peut s'inscrire également dans une stratégie précise, comme celle de favoriser le passage sécuritaire du trafic lourd par un programme de renforcement des ponts à capacité réduite ou un programme de remplacement des structures désuètes.

1.3.1.2 Stratégies globales

L'amélioration de la qualité du parc de structures peut également s'appuyer sur des stratégies globales d'interventions. Celles-ci sont basées sur la répartition de l'ensemble du réseau en trois grands regroupements représentatifs de la condition globale des structures.

Les regroupements de structures (figure 1.3-3) sont délimités (X_1 , X_2) en considérant les phénomènes de dégradation des différents types de structures et en optimisant les sommes investies pour la totalité du parc. Cet exercice de planification technique et financière est sous la responsabilité de la Direction des structures pour ce qui est de l'ensemble du réseau du MTQ.

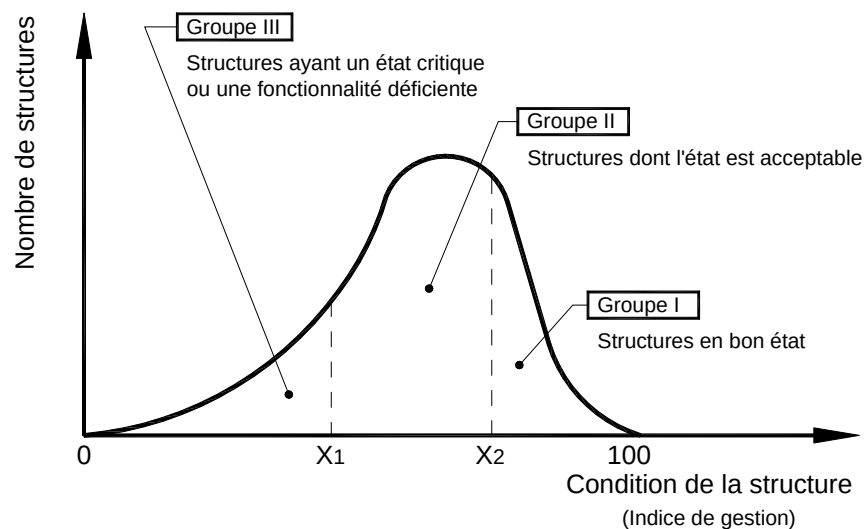


Figure 1.3-3 Répartition stratégique des structures

Pour la majorité des structures du réseau du MTQ, les stratégies globales d'interventions peuvent être envisagées selon les trois grands regroupements montrés à la figure 1.3-3.

Groupe I – Structures en bon état

Pour les structures en bon état, et qui ont également une bonne fonctionnalité, des activités d'entretien à caractère préventif doivent être effectuées en priorité. Il s'agit en fait de conserver la plus grande qualité possible des structures récentes ainsi que celles ayant été remises en état après une réparation, une amélioration ou une reconstruction.

Le scénario d'interventions le plus probable pour les structures se retrouvant dans ce groupe (figure 1.3-4) consiste en une série d'interventions nécessitant des investissements peu importants. Ces interventions correspondent surtout à de l'entretien préventif mais aussi à de l'entretien courant.

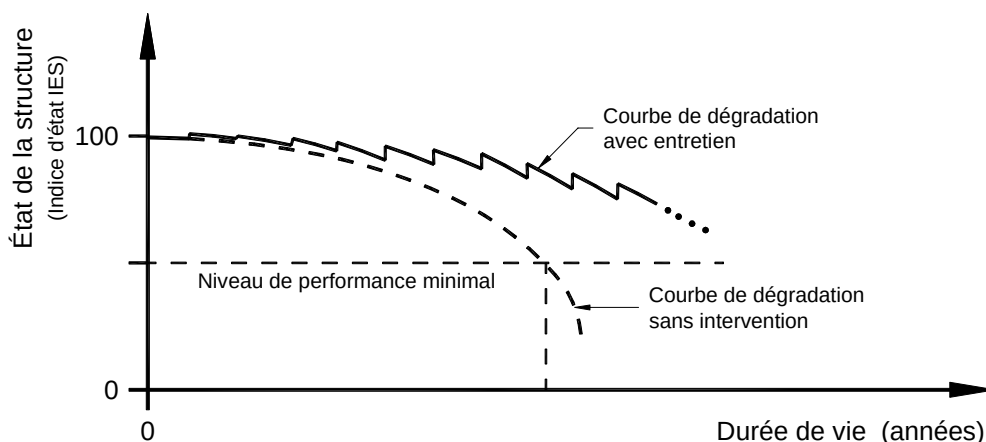


Figure 1.3-4 Scénario d'interventions – Groupe I – Structures en bon état

Groupe II – Structures dont l'état est acceptable

Pour les structures dont l'état est acceptable et sécuritaire, il faut intervenir pour maintenir ou améliorer cette condition, principalement par la réparation. Les structures de ce groupe, qui ont généralement aussi une fonctionnalité satisfaisante, comportent des déficiences au niveau de leur état physique. Ainsi, il est recommandé que la réparation d'une structure soit faite à court terme pour répondre à un seuil minimal d'intervention (cas A) ou que la réparation soit retardée pour satisfaire, à moyen terme, à un seuil maximal d'intervention (cas B) (figure 1.3-5). L'exemple le plus éloquent est la dalle sur poutres qui devrait être réparée si elle est relativement en bon état ou qui devrait être reconstruite si son niveau de dégradation est assez avancé. Évidemment, le choix des méthodes et des moments d'intervention se fait en fonction des ressources financières disponibles, des priorités particulières à chaque structure ainsi que de l'efficacité et la durabilité des méthodes de réparation. Toutes ces considérations sont reprises en détail aux chapitres 3 et 5 du présent manuel.

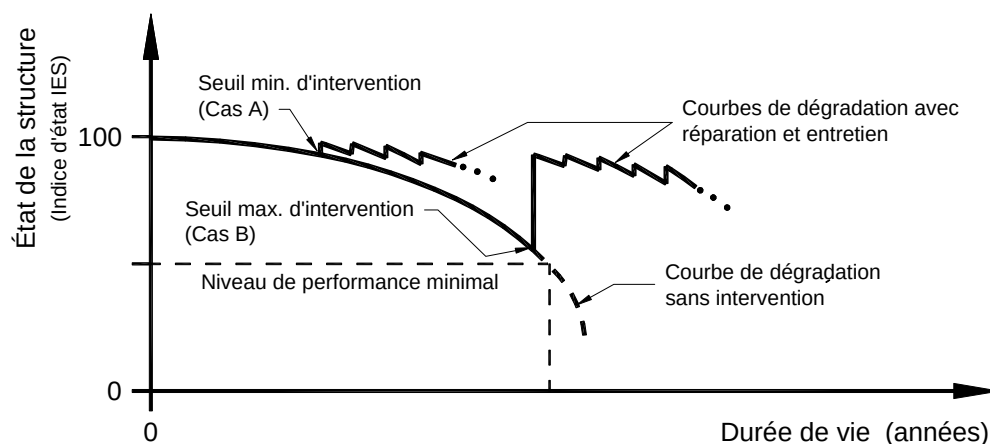


Figure 1.3-5 Scénario d'interventions – Groupe II – Structures dont l'état est acceptable

Bien que les interventions prédominantes pour ce groupe de structures soient des réparations, des activités d'entretien courant sont toujours requises dans les cas jugés prioritaires et de l'entretien préventif est prévu au besoin.

Groupe III – Structures ayant un état critique ou une fonctionnalité déficiente

Pour les structures ayant un état critique ou une fonctionnalité déficiente, c'est-à-dire pour les structures ayant un état jugé inacceptable et même dangereux ou une fonctionnalité qui ne répond plus aux besoins des usagers, il faut intervenir pour leur redonner leur état neuf ou leur pleine fonctionnalité. Les structures de ce groupe doivent être maintenues dans des conditions sécuritaires par de l'entretien courant jusqu'à ce qu'elles soient reconstruites ou améliorées. La reconstruction ou l'amélioration est habituellement nécessaire lorsque la structure s'approche d'un niveau de performance minimal (figures 1.3-6 et 1.3-7).

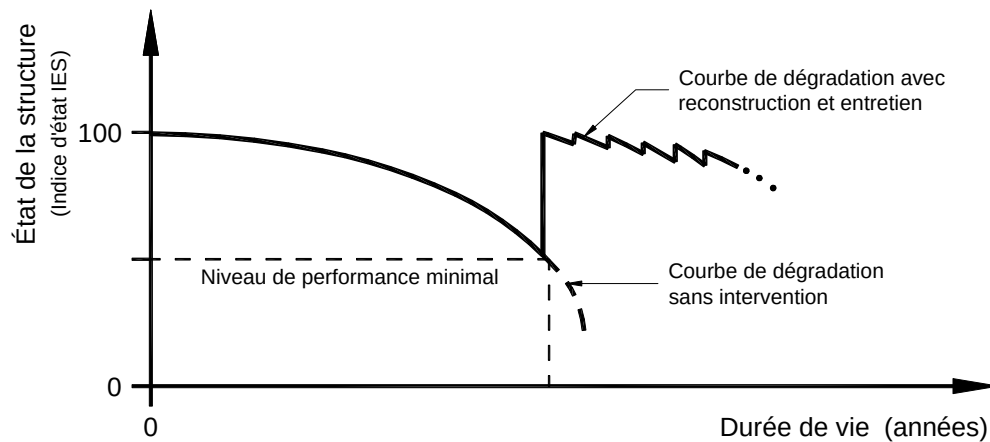


Figure 1.3-6 Scénario d'interventions – Groupe III – Structures ayant un état critique

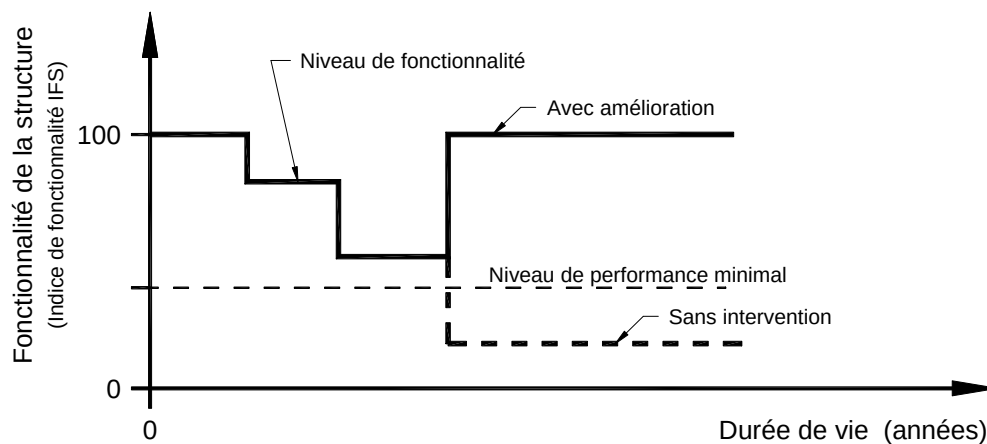


Figure 1.3-7 Scénario d'interventions – Groupe III – Structures ayant une fonctionnalité déficiente

Dans certains cas, les stratégies globales d'interventions doivent être ajustées en fonction de considérations prioritaires comme l'âge de la structure, son envergure et le débit de circulation de la route qu'elle dessert. Des stratégies particulières doivent aussi être développées pour tenir compte de la complexité de certaines structures dont les caractéristiques structurales et les contraintes de circulation ne permettraient pas de les remplacer facilement.

1.3.2 Stratégies techniques

Même si la planification des interventions sur les structures est principalement dictée par le plan d'action quinquennal, cette planification doit forcément composer avec des critères techniques particuliers à chaque structure. Les stratégies techniques permettent de cibler la ou les meilleures interventions à réaliser sur une structure ou sur certains de ses éléments spécifiques.

Un organisme comme le MTQ ne peut pas tolérer des niveaux de qualité d'entretien non uniformes s'il compte atteindre des objectifs de conservation optimale des structures. Des lignes directrices élaborées par la Direction des structures sont proposées aux intervenants techniques et aux gestionnaires des différentes unités territoriales pour les aider à prioriser les interventions sur les structures. Ainsi, des activités d'entretien sont définies pour corriger les différents défauts relevés sur les structures lors de l'inspection. Des stratégies spécifiques d'entretien sont aussi établies pour traiter plus particulièrement certains de leurs éléments principaux.

Malgré ces orientations générales proposées par la Direction des structures, les unités territoriales doivent souvent tenir compte de particularités locales et de contraintes logistiques (ex. : circulation), et se distancier des recommandations optimales.

1.3.2.1 Activités d'entretien

Pour corriger ou empêcher une déficience sur une structure, on peut faire appel à une variété de méthodes d'intervention, de matériaux et de pratiques reconnues. La durée de vie et le niveau d'efficacité des interventions seront fonction des options retenues.

Il est donc primordial que les intervenants techniques disposent des outils nécessaires pour déterminer l'activité la plus adéquate, le moment où cette activité doit être privilégiée ainsi que les facteurs à considérer lorsqu'elle est réalisée.

Les activités types d'entretien préventif sont précisées au chapitre 2 « Entretien préventif » et celles relatives à l'entretien courant et à la réparation, au chapitre 3 « Méthodes d'intervention ». Les méthodes et les façons de faire qui y sont proposées sont basées principalement sur l'expérience acquise lors de la réalisation de travaux antérieurs ainsi que sur la compréhension actuelle des phénomènes de dégradation des matériaux et de vieillissement des différents éléments des structures.

Les descriptions des activités peuvent prendre la forme d'articles de devis ou bien de méthodes de travail dans le cas d'activités moins courantes.

Des processus décisionnels complémentaires sont parfois nécessaires pour tenir compte des particularités de certaines structures ou d'éléments de structure. Ainsi, des activités jugées appropriées peuvent parfois être écartées pour des raisons conjoncturelles.

1.3.2.2 Stratégies spécifiques

Outre les activités types d'entretien, des stratégies spécifiques peuvent également être définies pour cibler des éléments considérés comme prioritaires ou pour privilégier certaines orientations particulières d'intervention.

Certains éléments sont susceptibles de se dégrader plus rapidement que d'autres et ainsi entraîner une évolution prématurée des dommages sur différentes parties de la structure. Les rigueurs de notre climat, l'utilisation de sels de déglacage et une sollicitation souvent excessive par des véhicules lourds sont les principales causes du vieillissement accéléré de nombreuses structures. C'est pourquoi une attention toute spéciale doit être accordée à l'étanchéité et à la performance globale de la structure.

Parmi les mesures les plus susceptibles d'être efficaces, il faut signaler :

- l'aménagement d'un système de drainage adéquat;
- l'élimination, la modification ou l'entretien des joints de tablier;
- la pose d'une membrane d'étanchéité et d'un enrobé sur la dalle;
- l'utilisation d'imperméabilisants à béton pour protéger des éléments exposés aux sels de déglacage.

1.4 ÉTABLISSEMENT DES PRIORITÉS

Les gestionnaires qui s'occupent de l'entretien des structures doivent composer avec des besoins croissants d'une part et des ressources limitées d'autre part. Les ressources financières accordées à l'entretien sont actuellement utilisées dans une démarche qui met l'accent dans un premier temps sur la fiabilité des structures, permettant ainsi d'assurer la sécurité des usagers. Par la suite et dans une moindre mesure, les interventions sont priorisées en fonction de leur durabilité et de leur pertinence économique.

Un système de gestion n'est pas une boîte magique pouvant se substituer au jugement humain. Il s'agit d'un outil de traitement de l'information qui permet de prendre des décisions plus éclairées. Toutes les analyses et les décisions des gestionnaires et du personnel technique à l'étape de l'établissement des priorités visent à ce que les interventions jugées prioritaires puissent être faites. Cependant, des contraintes financières peuvent forcer les décideurs sur le terrain à modifier les recommandations initiales de priorisation.

L'établissement et l'utilisation de stratégies globales et techniques doivent permettre de mieux planifier les besoins financiers destinés à l'entretien du réseau. Atteindre cet objectif est primordial dans un contexte où le budget justifie tout.

L'établissement des priorités à partir de stratégies globales d'interventions permettra également de répartir l'enveloppe budgétaire globale de façon plus équitable et d'effectuer une meilleure sélection préliminaire des projets les plus pertinents.

Pour les secteurs urbanisés, l'établissement des priorités des projets est soumis à d'autres facteurs tel le maintien optimal du débit de circulation. En effet, les gestionnaires de réseaux en milieu urbain ou d'axes routiers importants doivent planifier les interventions de façon à limiter au minimum les inconvénients aux usagers.

1.4.1 Répartition budgétaire

La répartition budgétaire se fait entre les directions générales selon une méthode approuvée par le Comité de direction du Ministère. Cet exercice vise à déterminer pour chaque direction générale une enveloppe budgétaire qui dépend des besoins financiers estimés pour son parc de structures. Plus celui-ci est en mauvais état, plus les ressources financières accordées sont importantes.

Les directions générales répartissent ensuite l'enveloppe budgétaire qu'elles ont reçue entre leurs directions territoriales.

1.4.2 Sélection préliminaire des structures

La planification des travaux à réaliser sur les structures doit prendre en compte les deux buts visés par leur entretien, soit assurer la sécurité des usagers et prolonger la vie utile des ouvrages. Les données d'inventaire et d'inspection peuvent être utilisées pour déterminer les structures sur lesquelles il faut intervenir.

1.4.2.1 Interventions visant à assurer la sécurité des usagers

Les défauts qui affectent la sécurité des usagers sont corrigés par des réparations ou de l'entretien courant. La cote d'évaluation du comportement (CEC) relevée lors de l'inspection est généralement l'indicateur pour repérer ces défauts.

- Défauts qui affectent le comportement des éléments principaux

CEC égale à 1 ou 2 pour les éléments principaux, en portant une attention spéciale aux éléments structuraux en acier.

- Défauts qui peuvent avoir une incidence sur le comportement des éléments principaux

CEC égale à 1 ou 2 pour des éléments tels le cours d'eau, les appareils d'appui, etc.

- Défauts qui affectent directement la sécurité des usagers

CEC égale à 1 ou 2 pour des éléments tels les garde-fous, les glissières, etc.

1.4.2.2 Interventions visant à prolonger la vie utile des ouvrages

La nature des travaux à réaliser sera fonction de l'état de la structure. On privilégiera des remplacements ou des réparations pour les structures en mauvais état et l'entretien préventif pour celles qui sont en bon état. L'indice d'état IES est le principal indicateur d'évaluation d'état d'une structure. Les cotes d'évaluation du matériau (CEM) et d'évaluation du comportement (CEC) relevées lors de l'inspection sont utilisées pour identifier des défauts spécifiques.

A) Réparation des structures en mauvais état

- CEM égale à 5, 4, 3, 2 ou 1 pour la dalle en béton.

La dalle de béton est l'élément d'une structure le plus susceptible d'être endommagé; elle peut se détériorer rapidement, car elle est soumise aux sollicitations directes et aux sels de déglacage. C'est aussi l'élément qui exige les immobilisations annuelles les plus importantes.

Les travaux sur la dalle sont généralement un élément déclencheur qui entraîne d'autres interventions sur la structure. Afin d'optimiser certains projets visant essentiellement à remettre en état une dalle, il serait judicieux de s'en tenir strictement à cette réparation (avec certains compléments tels membrane et enrobé), sans ajouter des améliorations fonctionnelles (ex. : élargissement) qui ne sont pas absolument nécessaires au moment de l'exécution des travaux. Ces améliorations pourraient être réalisées ultérieurement, lors de la reconstruction de la dalle ou du tablier.

La dalle doit être réparée avant qu'il devienne nécessaire de la remplacer. Si le problème est décelé assez tôt, les surfaces à réparer seront peu étendues et les coûts moins élevés.

Outre l'importance des immobilisations qu'elles exigent, les réparations majeures de la dalle ne sont pas toujours souhaitables, car elles peuvent affecter la capacité de la structure. La réparation de la dalle requiert normalement le dégagement des barres d'armature. Or, le fait de trop dégager des armatures de continuité peut entraîner une baisse de capacité de la structure (charge morte).

Pour les ponts à poutres de type continu, on a donc intérêt à procéder aux réparations avant que les dégradations soient trop importantes. Les types de structures à considérer sont les suivants :

- 41 – Poutres en béton armé
- 42 – Poutres en béton précontraint préfabriquées
- 44 – Poutres d'acier
- 47 – Portique en béton armé
- 49 – Portique en acier
- 50 – Pont à béquilles en béton armé
- 51 – Pont à béquilles en acier

Le problème est plus grave dans le cas de dalles épaisses pour lesquelles la solution de rechange au remplacement de la dalle n'existe pas ou est difficilement réalisable. Les types de structures concernés sont les suivants :

- 31 – Dalle pleine en béton armé
- 33 – Dalle évidée en béton armé
- 35 – Portique en béton armé
- 38 – Pont à béquille en béton armé

La réparation de structures en béton précontraint implique plus de problèmes encore. Les types de structures concernés sont les suivants :

- 37 – Portique en béton précontraint
- 32 – Dalle pleine en béton précontraint
- 34 – Dalle évidée en béton précontraint
- 39 – Pont à béquilles en béton précontraint
- 43 – Poutres en béton précontraint coulées en place
- 57 – Poutres-caissons en béton précontraint

Finalement, on connaît les problèmes liés à la réparation ou à la réfection de dalle sur poutres pour des ponts à poutres-caissons tels que :

- 56 – Poutres-caissons en béton armé
- 58 – Poutres-caissons en acier

– Structures avec un indice d'état (IES) faible

On accordera la priorité aux structures dont les éléments principaux (platelage, systèmes structuraux, éléments de fondation) sont les plus endommagés.

– Revêtement des structures en acier en mauvais état

CEM et CEC égales à 3, 2 ou 1 pour le revêtement.

B) Entretien préventif des structures en bon état

Une structure est considérée en bon état lorsque son indice IES est supérieur ou égal à 75. Les travaux d'entretien préventif dont il est ici question sont de type non récurrent.

- CEM ou CEC égales à 2 ou 1 pour la surface de roulement en enrobé sur une dalle de béton en bon état. Un resurfaçage ou une réfection de l'enrobé doit alors être effectué.
- CEM et CEC égales à 4, 5 ou 6 pour des éléments principaux soumis à l'action des sels de déglçage (piles, culées, murs, etc.). Le type d'interventions visé ici consiste à effectuer des réparations mineures et à imperméabiliser les surfaces.
- CEM et CEC égales à 3, 2 ou 1 pour le drainage et les joints de tablier. Le changement de la garniture du joint ou le remplacement du joint lui-même ainsi que l'amélioration ou le remplacement du drainage sont les interventions à privilégier.

Sans préciser d'ordre de priorité, les critères énoncés ci-dessus font ressortir un groupe de structures pour lesquelles des interventions sont requises. En plus des contraintes budgétaires, d'autres facteurs doivent être pris en considération lorsque vient le temps de sélectionner les projets prioritaires :

- Indice fonctionnel de la structure

L'indice fonctionnel constitue le meilleur outil pour inventorier les structures déficientes en ce qui a trait à la fonctionnalité. Il faut en tenir compte lorsque des travaux majeurs doivent être exécutés.

- Structures ayant une valeur à neuf élevée

Les structures ayant une valeur à neuf élevée doivent être maintenues en bon état, compte tenu des coûts importants qu'il faudrait engager pour les reconstruire.

- Classification fonctionnelle de la structure

Il importe de conserver en bon état les ponts des réseaux autoroutier et national ayant des débits de circulation très élevés, particulièrement ceux du Réseau stratégique en soutien au commerce extérieur (RSSCE).

- Déviation

La distance de la déviation qu'entraînerait la fermeture de la structure ou même l'absence de déviation possible fait que certaines structures peuvent difficilement être remplacées.

Les responsables des structures doivent prendre tous ces facteurs en compte pour juger ensuite des projets à intégrer à la planification quinquennale des besoins.

1.5 MISE EN ŒUVRE

Après avoir établi la planification quinquennale et la priorité des projets, il faut par la suite préciser les besoins d'interventions, confirmer les structures sélectionnées, procéder aux préparatifs et enfin exécuter les travaux (figure 1.5-1). Les étapes préliminaires de la mise en œuvre sont les relevés de dommages, les études d'opportunité, la préparation des plans et devis ainsi que le dépôt d'une programmation annuelle. Un certain nombre de projets prévus à la planification quinquennale peuvent être différés à l'issue d'expertises ou d'études d'opportunité. Sauf pour ce qui est des interventions prioritaires ou d'entretien préventif, tous les projets réalisés dans le cadre de la programmation annuelle doivent en principe avoir été prévus dès la première année du plan quinquennal en cours.

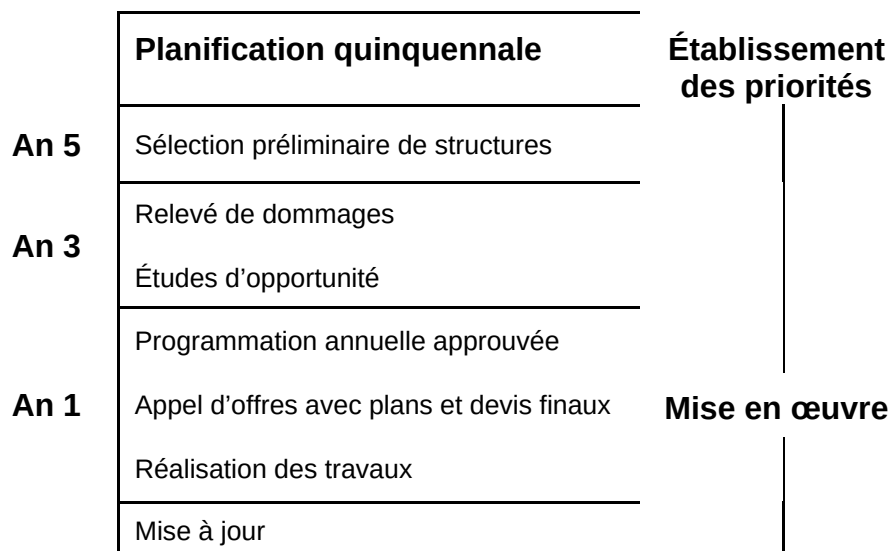


Figure 1.5-1 Planification quinquennale des projets

1.5.1 Études et préparatifs

Les relevés de dommages permettent de déterminer avec précision les défauts et leurs causes les plus importantes. Cette compilation d'informations est parfois nécessaire pour être en mesure de sélectionner des méthodes d'intervention adéquates et rentables à long terme. Les relevés de dommages servent également à préciser les quantités à prévoir dans les documents de soumission. Le choix, la procédure et la description des différents relevés de dommages sont détaillés au chapitre 4 du manuel.

Un grand nombre de projets de réparation et la plupart des projets d'amélioration et de reconstruction prévus à la planification quinquennale doivent être justifiés par une étude d'opportunité. Cette étude est en fait une analyse technique et financière des différentes activités proposées en vue de confirmer leur pertinence ou de les reporter à une date ultérieure. Une étude d'opportunité permet surtout de justifier des interventions majeures sur le tablier et les éléments de fondation ou la reconstruction complète d'une structure. On trouvera tous les détails relatifs aux études d'opportunité au chapitre 5 du manuel.

Plusieurs interventions de moindre envergure (telles que des interventions relatives aux joints de tablier) ne requièrent pas nécessairement une étude d'opportunité. Les niveaux de qualité d'entretien présentés au chapitre 3 « Méthodes d'intervention » établissent pour ces interventions des critères d'opportunité basés sur l'expérience et la connaissance actuelle du domaine des structures.

L'équipe technique voit à la préparation des plans et devis des projets sélectionnés en utilisant comme outils de base les activités et le devis type d'entretien.

Une fois les relevés de dommages et les études d'opportunité terminés et la préparation des plans et devis amorcée, les responsables en DT peuvent procéder à l'inscription des structures à la programmation annuelle.

1.5.2 Réalisation des travaux et mise à jour

L'étape de la réalisation des travaux est l'aboutissement de toute cette démarche de planification qu'est le système de gestion. Le respect des plans et devis est primordial pour s'assurer de la qualité des interventions et par conséquent, de leur durabilité. C'est à ce stade que se situe le rôle essentiel de la surveillance des travaux. Des connaissances relatives aux matériaux et aux différentes méthodes de travail sont essentielles pour réaliser adéquatement les activités d'entretien.

Lorsque les travaux sont terminés, une compilation des travaux exécutés et des coûts s'y rattachant doit être faite dans le but de mettre à jour certains paramètres de base du système de gestion SGS-5016. Une nouvelle inspection générale doit également être réalisée pour actualiser les données d'inventaire, les cotes d'inspection et les indices de gestion. Ce processus de mise à jour est essentiel puisqu'il permet de déterminer les coûts relatifs ($\$/\Delta$ indice de gestion, $\$/\Delta$ cote d'inspection) et les effets à long terme des interventions. Les coûts réels des travaux exécutés permettront aussi de mettre à jour la liste des prix des différentes activités d'entretien et d'amélioration des structures.

CHAPITRE 2

ENTRETIEN PRÉVENTIF

TABLE DES MATIÈRES

2.1	GÉNÉRALITÉS	2-1
2.2	TYPES D'ENTRETIEN PRÉVENTIF	2-1
2.3	IMPORTANCE DE L'ENTRETIEN PRÉVENTIF	2-1
2.4	MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME D'ENTRETIEN PRÉVENTIF	2-2
2.5	DEVIS TYPE D'ENTRETIEN PRÉVENTIF	2-3
2.6	LISTE DES PRIX UNITAIRES	2-3
2.7	ACTIVITÉS	2-3

<u>1011</u>	<u>Nettoyage sous le tablier</u>
<u>1012</u>	<u>Nettoyage du dessus de tablier</u>
<u>1013</u>	<u>Balayage de chaussée</u>
<u>1014</u>	<u>Nettoyage de drains</u>
<u>1015</u>	<u>Nettoyage du système de drainage</u>
<u>1016</u>	<u>Nettoyage de l'intérieur de poutre-caisson</u>
<u>1017</u>	<u>Nettoyage d'unité de fondation</u>
<u>1018</u>	<u>Enlèvement de débris du cours d'eau</u>
<u>1031</u>	<u>Remplacement de garniture enclenchée d'un joint de tablier</u>
<u>1041</u>	<u>Resurfacement de l'enrobé</u>
<u>1051</u>	<u>Peinturage par retouches</u>
<u>1052</u>	<u>Peinturage par zone</u>
<u>1061</u>	<u>Imperméabilisation de surfaces de béton</u>
<u>1062</u>	<u>Recouvrement avec enduit de surface</u>
<u>1071</u>	<u>Enlèvement de végétation</u>

Figure 2.3-1 Coûts de réparation d'une structure

2-2

2.1 GÉNÉRALITÉS

Une des causes majeures de la détérioration prématurée des structures est le manque d'entretien périodique. Des surfaces d'éléments sales, maintenues humides ou contaminées par des sels de déglacage, des joints de tablier non étanches, des drains obstrués ou trop courts, des surfaces de roulement perméables ainsi que des défauts de peinture sont autant de facteurs qui contribuent à une dégradation accélérée des structures. En favorisant l'entretien préventif, on corrige toutes les déficiences mineures pouvant entraîner des défauts plus importants avant que les structures ne se dégradent au point d'exiger des réparations majeures.

L'entretien préventif vise à conserver les éléments d'une structure dans leur état actuel. Ce sont donc les structures récentes et celles ayant déjà été remises en état qui sont surtout privilégiées puisque l'entretien préventif permet de les garder en bon état le plus longtemps possible.

2.2 TYPES D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

Les activités d'entretien préventif peuvent être classées en deux catégories, suivant qu'elles sont réalisées à intervalles préétablis ou sur une base ponctuelle.

Le premier type d'entretien préventif touche les activités de nature périodique effectuées sur certains éléments de structures. La période de récurrence varie selon le besoin et la nature du travail à réaliser. Parmi les activités de type périodique, on retrouve le nettoyage et l'imperméabilisation d'éléments de structure.

Le second type d'entretien préventif est effectué lorsqu'on en détermine le besoin lors de l'inspection de la structure. La fréquence de ce type d'entretien est surtout fonction de la sévérité des conditions du milieu environnant. Les activités de ce type touchent le remplacement de la garniture enclenchée d'un joint de tablier, le resurfaçage de l'enrobé, la peinture partielle d'une structure en acier ainsi que l'enlèvement de la végétation.

2.3 IMPORTANCE DE L'ENTRETIEN PRÉVENTIF

L'une des raisons essentielles d'effectuer de l'entretien préventif sur une structure est de protéger les sommes immobilisées pour la construction et lors d'interventions ultérieures. Les coûts de remplacement d'une structure sont en général beaucoup plus élevés que ceux engagés lors de sa construction initiale. Voilà pourquoi il est primordial d'intervenir pour prolonger au maximum sa durée de vie.

Il est généralement admis que les coûts de réparation d'une structure augmentent d'autant plus que son état se dégrade (figure 2.3-1). Ainsi, il a été établi qu'à ressources monétaires égales, une stratégie d'entretien préventif permet d'intervenir sur un nombre

dix fois plus important de structures qu'une stratégie de réparations effectuée pour corriger des défauts majeurs.

Les organismes responsables de la gestion doivent donc considérer l'entretien préventif comme une option appropriée sur le plan financier en vue de conserver adéquatement leur parc de structures.

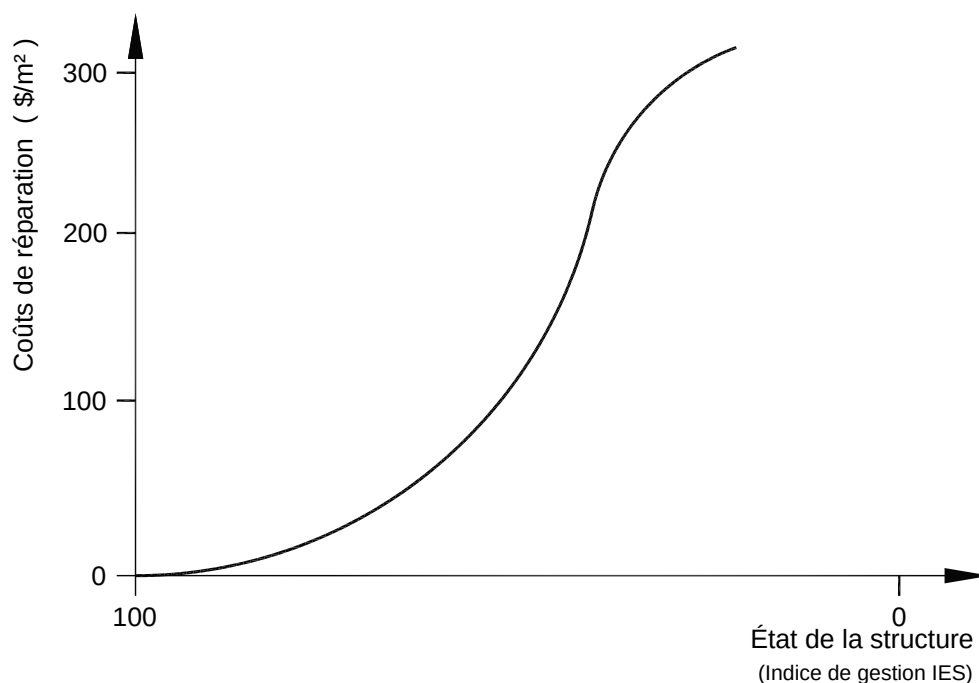


Figure 2.3-1 Coûts de réparation d'une structure

Dans le contexte actuel d'amélioration de la gestion des ressources financières, le MTQ démontre un intérêt marqué pour l'entretien préventif en tant que stratégie d'intervention. En adoptant une politique d'entretien préventif, le Ministère reconnaît qu'il est préférable de chercher à conserver les structures en bon état le plus longtemps possible plutôt que de dépenser des sommes importantes sur des structures vieillissantes en y réalisant des réparations dont la durabilité est incertaine.

2.4 MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

Pour réaliser d'une manière efficace un programme d'entretien préventif des structures, il est très probable que les équipes d'entretien des directions territoriales ne suffiront pas à la tâche et que certaines activités devront être confiées à des entrepreneurs. Les données recueillies dans le système de gestion des structures permettront aux gestionnaires et aux responsables techniques d'établir des listes de structures en bon état sur lesquelles il y a lieu d'effectuer un entretien préventif. La sélection finale devrait

cibler celles dont le bon état est de plus en plus compromis ainsi que les structures d'importance dont l'entretien ne peut pas être négligé.

2.5 DEVIS TYPE D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

Pour faciliter la rédaction d'un devis spécial d'entretien préventif et assurer l'uniformité des textes, un devis type pour les activités les plus courantes a été élaboré. Ce devis type regroupe les principaux articles nécessaires à l'entretien adéquat des structures.

Les textes encadrés figurant au début de chaque article du devis type sont des instructions visant à aider le rédacteur à choisir et à finaliser au besoin les articles à insérer au devis spécial.

Les articles du devis type d'entretien préventif peuvent être obtenus sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

2.6 LISTE DES PRIX UNITAIRES

La liste des prix unitaires couvre les travaux inclus dans les articles du devis type d'entretien préventif. Le prix unitaire peut varier selon le type ou l'importance des structures à entretenir.

La liste des prix unitaires suggérés a été élaborée à partir de coûts estimés de main-d'œuvre. Ces prix peuvent être utilisés tels quels ou modifiés au besoin.

La liste des prix unitaires pour les travaux d'entretien préventif peut être obtenue sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

2.7 ACTIVITÉS

Nous retrouvons dans cette section les activités d'entretien préventif (groupe 1000) qu'il y aurait particulièrement lieu de favoriser sur les structures. Le reste des activités d'entretien (entretien courant groupe 2000 et réparation groupe 3000) se retrouvent au chapitre 3 « Méthodes d'intervention ».

Les activités qui suivent et qui sont proposées pour l'entretien préventif correspondent aux travaux les plus courants pouvant être ciblés à partir des inspections effectuées sur les structures. Les activités d'entretien préventif présentent le cadre de réalisation des interventions, incluant une procédure d'exécution pouvant être utile lors de l'élaboration de lots de travail, en complément au devis type.

NETTOYAGE SOUS LE TABLIER

ACTIVITÉ
1011

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome I – Conception routière, chapitre 2, article 2.3.1.7.

DESCRIPTION

Nettoyage d'éléments situés sous le platelage pour enlever les accumulations de débris de toutes sortes et éliminer les sels de déglacage déposés en surface.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Accumulation de sable, abrasifs, excréments d'oiseaux ou autres débris pouvant causer la détérioration d'éléments du système structural.
- . Surfaces en béton d'éléments structuraux et de dessous de platelage exposées aux éclaboussures de sels de déglacage.

RÉCURRENCE

- . Pour les structures où d'importantes accumulations sont susceptibles de se produire au cours de l'hiver, le nettoyage sous le tablier est recommandé tous les ans au printemps. Les éléments ou surfaces à nettoyer se retrouvent généralement sous un platelage ajouré tel un caillebotis ou un plancher en bois.

Pour la majorité des structures où les accumulations sont moins susceptibles de se produire, le nettoyage sous le tablier est effectué au besoin, à la suite d'une inspection générale.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever, s'il y a lieu, les dépôts importants à l'aide d'une pelle, d'une brosse ou autre équipement approprié.

NETTOYAGE SOUS LE TABLIER

ACTIVITÉ
1011

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

2. Nettoyer les éléments 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.
3. Si les circonstances l'exigent, disposer des résidus selon les prescriptions des normes du MTQ, Tome I, chapitre 2, article 2.3.1.7 « Règlement sur les déchets solides ».

Notes

- . Les surfaces des poutres en béton qui sont exposées aux éclaboussures de sels de déglçage (surtout les poutres de rive) peuvent être incluses dans le nettoyage d'élément de fondation (activité 1017), si l'équipement d'accès et la circulation le permettent.
- . Si un nettoyage complet de pont est nécessaire, il est recommandé de nettoyer le dessus du tablier (activité 1012) ainsi que les drains (activité 1014) avant de réaliser le nettoyage sous le tablier.
- . Dans le cas d'un tablier avec un platelage ajouré tel un caillebotis, le nettoyage des entretoises et des longerons peut être réalisé par le dessus du tablier (voir activité 1012).
- . Le nettoyage des accumulations peut être fait aussi avec un jet d'air comprimé; un lavage à grande eau est requis par la suite pour enlever les sels de déglçage 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 nettoyage.
- . 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 possible de planifier des interventions pour contrôler l'accès à certaines parties de la structure (par exemple : répulsifs, prédateurs, filets ou grillages).

NETTOYAGE DU DESSUS DE TABLIER

ACTIVITÉ

1012

DATE

2004-06-15

PAGE

1 de 3

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome I – Conception routière, chapitre 2, article 2.3.1.7.

DESCRIPTION

Nettoyage d'éléments de structure facilement accessibles par le dessus du tablier pour enlever les débris de toutes sortes et éliminer les sels de déglacage déposés en surface.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Dessus de tablier

- . Accumulation de sable, abrasifs, sels de déglacage ou autres débris aux joints de tablier et dans les dalots de joints ouverts, sur la surface de roulement, les chasse-roues, trottoirs, glissières et côtés extérieurs de la dalle pouvant empêcher un drainage adéquat du tablier et des approches, nuire à la sécurité des usagers ou causer la détérioration d'éléments de la structure.

B) Poutres triangulées

- . Accumulation de sable, abrasifs, sels de déglacage ou autres débris pouvant provoquer la corrosion d'éléments en acier sur un pont à poutres triangulées à tablier inférieur ou intermédiaire.

RÉCURRENCE

- . En général, le nettoyage du dessus de tablier est recommandé tous les ans, tôt au printemps.
- . Sur les structures à faible débit de circulation, le nettoyage du dessus de tablier peut être effectué au besoin, à la suite d'une inspection générale.

NETTOYAGE DU DESSUS DE TABLIER

ACTIVITÉ

1012

DATE

2004-06-15

PAGE

2 de 3

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Dessus de tablier

1. Au besoin, enlever les dépôts importants de débris à l'aide d'une pelle, d'un chargeur ou autre équipement approprié.
2. Nettoyer le dessus de tablier à l'aide d'un jet d'eau sous pression pour enlever les accumulations de sable, abrasifs, sels de déglacage et autres débris se retrouvant aux joints de tablier et dans les dalots de joints ouverts, sur la surface de roulement, les chasse-roues, trottoirs et côtés extérieurs de la dalle ainsi qu'à l'approche immédiate de la structure.

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. Nettoyer les accumulations et les dépôts se trouvant sur les glissières, garde-fous, bases de lampadaires et supports de signalisation jusqu'à une hauteur de 3 m au-dessus de la surface de roulement de la structure. L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de toute substance nuisible.
4. S'assurer que les plaques rétroréfléchissantes sur les poteaux de glissière sont bien nettoyées et les remplacer au besoin.
5. Dans le cas d'un pont d'étagement, protéger si nécessaire les voies de circulation inférieures. Si les circonstances l'exigent, disposer des résidus selon les prescriptions des normes du MTQ, Tome I, chapitre 2, article 2.3.1.7 « Règlement sur les déchets solides ».

Notes

- . Le nettoyage de drains (activité 1014) et le nettoyage du système de drainage (activité 1015) doivent être effectués, s'il y a lieu, en même temps que le nettoyage du dessus de tablier pour s'assurer d'une bonne évacuation des eaux.
- . Si les résidus de nettoyage sont ramassés, ils peuvent être utilisés comme matériau de rechargement (ex. accotements) à l'intérieur de l'emprise du Ministère. Dans certains cas, il peut être requis d'en disposer dans un site autorisé par le ministère de l'Environnement.
- . Prendre les précautions nécessaires pour ne pas bloquer les conduites d'évacuation d'un système de drainage lors du nettoyage à l'eau. Enlever au préalable les dépôts importants de débris.

NETTOYAGE DU DESSUS DE TABLIER

ACTIVITÉ
1012

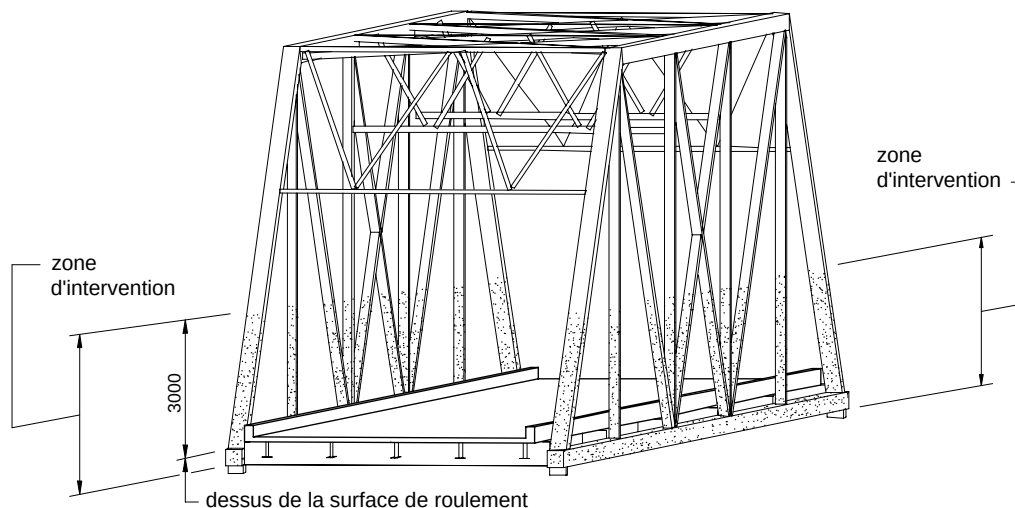
DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3

- Dans les cas où l'approvisionnement en eau est problématique, ne procéder qu'à l'enlèvement manuel ou mécanique des dépôts importants ainsi qu'au nettoyage de drains; on supposera que le nettoyage complet du dessus de tablier sera fait par les pluies abondantes.
- Le nettoyage annuel des joints de tablier à garniture enclenchée est recommandé surtout pour les structures neuves ou celles en bon état dont les joints ont été remplacés. Lorsque des objets ou débris gênent ou empêchent le mouvement du tablier, prévoir le déblocage du joint de tablier (activité 2053).

B) Poutres triangulées

1. Nettoyer à l'aide d'un jet d'eau sous pression les surfaces de poutres triangulées exposées aux sels de déglçage jusqu'à une hauteur minimale de 3 m au-dessus de la surface de roulement de la structure.
2. Procéder au nettoyage des membrures inférieures sur toute leur longueur. L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de toute substance nuisible.



ZONES DE POUTRES TRIANGULÉES - PONT À TABLIER INFÉRIEUR

BALAYAGE DE CHAUSSEE

ACTIVITÉ
1013

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

REFERENCES :

Normes du MTQ:

- . Tome VI - Entretien, chapitre 1, norme 1110.

DESCRIPTION:

Enlèvement de débris sur toute la largeur carrossable d'une structure.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Accumulation de sable, abrasifs ou autres débris sur toute la largeur carrossable de la structure pouvant empêcher un drainage adéquat du tablier ou nuire à la sécurité des usagers.

RÉCURRENCE:

- . Il est recommandé d'effectuer le premier balayage de chaussée tôt au printemps en même temps que le nettoyage du dessus de tablier (activité 1012). Par la suite, la fréquence de balayage est fonction des besoins; elle peut atteindre 2 fois par mois sur des autoroutes urbaines.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

Effectuer le balayage de chaussée suivant la méthode de travail décrite au Tome VI - Entretien, chapitre 1, norme 1110 «Balayage et nettoyage de chaussée».

Notes

- . Le balayage de chaussée est particulièrement recommandé sur des routes très achalandées en secteurs urbanisés.
- . Les dépôts importants doivent être enlevés manuellement ou mécaniquement avec un équipement approprié (voir activité 1012).

NETTOYAGE DE DRAINS

ACTIVITÉ
1014

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Nettoyage des drains servant à évacuer les eaux de ruissellement du pont.

En fonction de leur âge, les drains peuvent avoir différentes configurations. Certains, plus anciens, ont une cuvette de réception au niveau de la dalle; les drains plus récents sont constitués tout simplement d'un tuyau.

La majorité des drains évacuent les eaux de ruissellement du pont à l'air libre, juste en dessous du tablier. Par contre, pour bon nombre de ponts d'étagement, les drains évacuent leurs eaux par le biais d'une canalisation (conduites d'évacuation); cette dernière achemine les eaux dans un égout pluvial ou à un endroit ne causant pas de dommages à d'autres éléments.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Accumulation de sable, abrasifs ou autres débris dans les drains du pont.

RÉCURRENCE

- . Le nettoyage de drains est généralement effectué en même temps que le nettoyage du dessus de tablier (activité 1012). La fréquence de nettoyage des drains peut cependant être ajustée selon les besoins.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Procéder au nettoyage à l'aide d'un jet d'eau sous pression de façon à enlever le sable, abrasifs ou débris accumulés dans les drains. L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de toute substance nuisible.
2. Utiliser au besoin un outil approprié pour débloquer un drain bouché.
3. S'assurer ensuite que l'évacuation des eaux se fait correctement.

NETTOYAGE DE DRAINS

ACTIVITÉ
1014

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

4. Replacer au besoin la grille du drain.

Note

- . Lorsque l'emplacement d'un drain est tel que les eaux de ruissellement sont évacuées directement sur le remblai d'approche, prévoir une protection adéquate du remblai ou le déplacement du drain.

NETTOYAGE DU SYSTÈME DE DRAINAGE

ACTIVITÉ
1015

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

- . Tome VI - Entretien, chapitre 1, normes 1402 et 1406.

DESCRIPTION:

Nettoyage du système de drainage d'une structure comportant des conduites d'évacuation ou nettoyage du système de drainage à l'approche

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Conduite d'évacuation du système de drainage de la structure

Accumulation de sable, abrasifs, sédiments ou autres débris dans une conduite d'évacuation du système de drainage de la structure empêchant l'évacuation adéquate des eaux.

B) Rigole sur le remblai d'approche

Accumulation de sable, abrasifs, sédiments ou autres débris dans une rigole située sur le remblai d'approche empêchant l'évacuation adéquate des eaux ou pouvant causer la détérioration du remblai.

C) Puisard à l'approche

Dépôt de sédiments ou de débris à moins de 50 mm du radier de la conduite de sortie d'un puisard situé sur le remblai d'approche.

RÉCURRENCE:

- . Le nettoyage du système de drainage est effectué au besoin, suite au nettoyage du dessus de tablier (activité 1012) ou au balayage de chaussée (activité 1013).

NETTOYAGE DU SYSTÈME DE DRAINAGE

ACTIVITÉ
1015

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Conduite d'évacuation du système de drainage de la structure

1. Nettoyer la conduite d'évacuation à l'aide d'un jet d'eau sous pression ou de tout autre équipement approprié en commençant par le haut de la conduite d'évacuation. L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de toute substance nuisible.
2. Si la conduite d'évacuation est bloquée, utiliser les raccords et embranchements intermédiaires pour assurer le nettoyage complet de la conduite.

Notes

- . Le nettoyage du système de drainage s'applique surtout aux structures se trouvant en zones urbanisées.
- . La pression du jet d'eau doit être contrôlée pour éviter d'endommager les joints et les attaches des conduites d'évacuation.
- . Modifier, si cela est possible, le système de drainage de façon à éliminer les conduites d'évacuation situées à l'intérieur des poutres-caissons.

B) Rigole sur le remblai d'approche

Enlever manuellement ou avec un jet d'eau sous pression les accumulations de sable, la végétation ou autres débris.

Note

- . Envisager une réparation des rigoles (voir Tome VI - Entretien, chapitre 1, norme 1406 «Réparation des rigoles») pour corriger les détériorations et les bris susceptibles d'entraîner des problèmes d'érosion.

C) Puisard à l'approche

Effectuer le nettoyage du puisard à l'approche suivant la méthode de travail décrite au Tome VI - Entretien, chapitre 1, norme 1402 «Nettoyage des regards et puisards».

NETTOYAGE DE L'INTÉRIEUR DE POUTRE-CAISSON

ACTIVITÉ
1016

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

- . Tome I - Conception routière, chapitre 2, article 2.3.1.7.

DESCRIPTION:

Enlèvement d'excréments ou de débris à l'intérieur d'une poutre-caisson.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Accumulation d'excréments ou de débris sur les surfaces horizontales de l'intérieur d'une poutre-caisson pouvant causer la détérioration d'éléments en béton ou en acier ou empêcher un drainage adéquat.

RÉCURRENCE:

- . Le nettoyage de l'intérieur d'une poutre-caisson est effectué au besoin, suite à l'inspection générale.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. En plus d'un système d'éclairage, prévoir au besoin, dans les zones confinées, un équipement de filtration d'air ou un système de respiration assistée.
2. Enlever à l'aide d'une pelle ou de tout autre outil approprié les dépôts d'excréments ou de débris.
3. Mettre les excréments ou les débris dans des contenants et en disposer conformément aux normes du MTQ, Tome I, chapitre 2, article 2.3.1.7 «Règlement sur les déchets solides».
4. Bloquer les ouvertures existantes non adéquates à l'aide de grillages pour empêcher les oiseaux d'entrer. S'il y a lieu, verrouiller les ouvertures principales à l'aide de cadenas pour interdire l'accès aux personnes non autorisées.

NETTOYAGE DE L'INTÉRIEUR DE POUTRE-CAISSON

ACTIVITÉ
1016

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

Notes

- . Après le nettoyage, il peut être nécessaire de percer des ouvertures supplémentaires pour améliorer le drainage, la ventilation ou l'entretien des zones problématiques.
- . Si on décèle du béton fortement détérioré ou de l'acier fortement corrodé lors du nettoyage, il faut le signaler aux responsables techniques pour qu'ils puissent prendre les mesures voulues pour corriger ces déficiences.
- . Profiter du nettoyage pour vérifier l'étanchéité des raccordements et des conduites d'évacuation du système de drainage se retrouvant à l'intérieur de la poutre-caisson.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

ACTIVITÉ
1017

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome I – Conception routière, chapitre 2, article 2.3.1.7.

DESCRIPTION

Nettoyage de l'élément 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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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'un élément de fondation 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 exposées 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 éléments 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
2006-04-18

PAGE
2 de 4

Pour les structures où les accumulations sont moins susceptibles de se produire, le nettoyage d'élément de fondation est effectué au besoin, à la suite d'une inspection générale. 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 éléments 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 2.3.1.7 « Règlement sur les déchets solides ».

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 d'élément 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
2006-04-18

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 possible de planifier des interventions pour contrôler l'accès à certaines parties de la structure (par exemple : répulsifs, prédateurs, filets ou grillages).

B) Nettoyage des surfaces exposées aux sels de déglacage

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 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.

Note

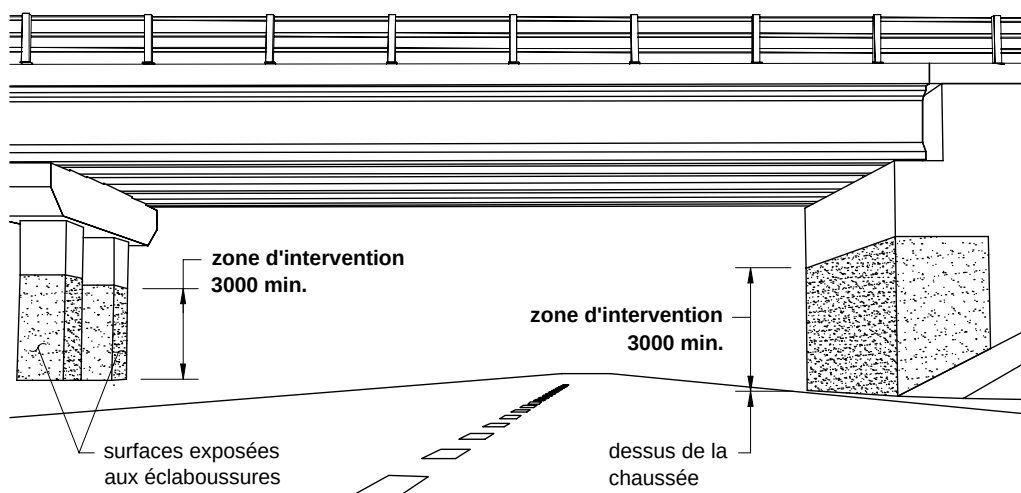
- . Les surfaces des poutres en béton exposées aux éclaboussures de sels de déglacage (surtout les poutres de rive) peuvent être incluses dans le nettoyage des éléments de fondation si l'équipement d'accès et la circulation le permettent.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

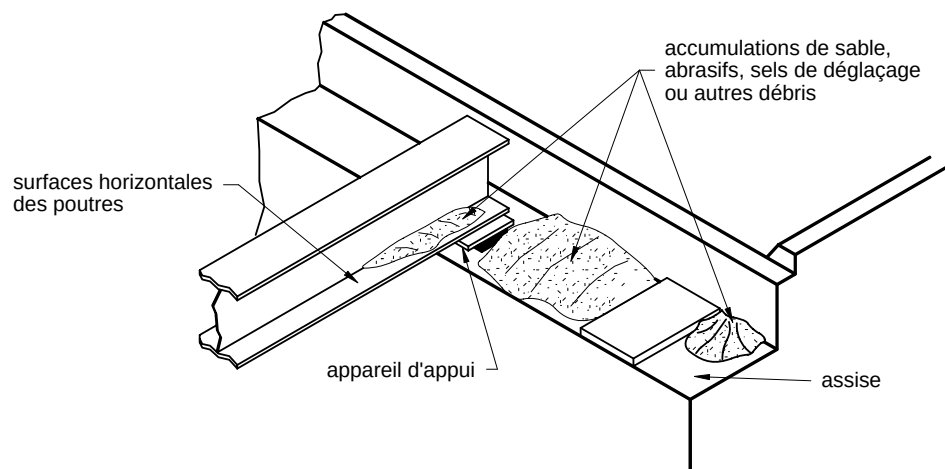
ACTIVITÉ
1017

DATE
2006-04-18

PAGE
4 de 4



SURFACES EXPOSÉES AUX ÉCLABOUSSURES DE SELS



ENLÈVEMENT DES ACCUMULATIONS

ENLÈVEMENT DE DÉBRIS DU COURS D'EAU

ACTIVITÉ
1018

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des ponceaux

- . Aménagement des extrémités, chapitre 8.

DESCRIPTION

Enlèvement de débris accumulés à proximité d'un élément de fondation d'une structure afin de redonner au cours d'eau sa section originale et prévenir l'affouillement.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Accumulation de débris comportant un risque d'affouillement local à une culée, une pile, un mur de soutènement ou un ponceau.
- . Accumulation de débris entraînant une réduction de l'ouverture de la structure de plus de 30 %.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les débris.
2. S'il le faut, stabiliser le pourtour de l'élément comportant une zone affouillée ou à risque d'affouillement avec un matériau d'enrochement (voir activité 3011).

Notes

- . Cette activité est importante, car les débris transportés par le cours d'eau ont tendance à s'accrocher aux éléments de fondation ou aux extrémités de ponceau. Une fois amorcée, l'accumulation des débris tend à s'amplifier, ce qui fait augmenter la turbulence et les risques d'affouillement.
- . Les conditions locales déterminent le type d'équipement nécessaire à l'enlèvement des débris du cours d'eau: scie à chaîne, grue, pelle, boueur, etc.

ENLÈVEMENT DE DÉBRIS DU COURS D'EAU

ACTIVITÉ
1018

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

- . Il vaut mieux procéder à l'enlèvement des débris en période d'étiage, à moins d'un risque de désordre majeur en l'absence d'intervention rapide.
- . Si l'accumulation de débris se produit régulièrement, surtout pour un ponceau, il faut envisager une solution à plus long terme comme le contrôle des débris (voir Manuel de conception des ponceaux, article 8.5.2).

REPLACEMENT DE GARNITURE ENCLENCHÉE D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
1031

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement de la garniture enclenchée d'un joint de tablier pour rendre le joint étanche.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Perforation ou déchirure de la garniture n'assurant plus l'étanchéité du joint d'un pont situé sur une route ayant un DJMA supérieur à 500.

RÉCURRENCE

- . Le remplacement de la garniture est effectué au besoin, à la suite de l'inspection du joint de tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever la garniture déficiente sur toute la largeur du tablier.
2. Nettoyer les enclenchements et lubrifier la nouvelle garniture pour faciliter sa mise en place.
3. Installer la nouvelle garniture en une seule longueur à l'aide d'outils appropriés fournis par le fabricant pour éviter de la perforer ou de mal l'enclencher.
4. S'assurer que la nouvelle garniture est bien installée en effectuant un essai d'étanchéité.

Notes

- . Le remplacement de la garniture enclenchée ne doit être envisagé que si les autres éléments du joint sont en bon état et si le joint fonctionne normalement. Sinon, prévoir la correction (activité 2052), le remplacement (activité 3051), la modification (activité 3052) ou l'élimination (activité 3053) du joint de tablier.

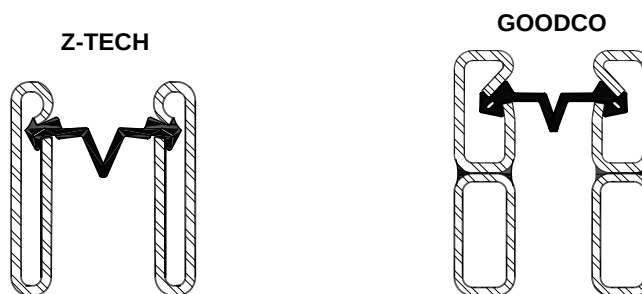
REPLACEMENT DE GARNITURE ENCLENCHÉE D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
1031

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

- . Si une garniture en bon état n'est désenclenchée que par endroits, on peut d'abord essayer de la réenclencher avant de procéder à son remplacement complet.
- . Le remplacement de la garniture peut être difficile, voire impossible, sur certains joints dont l'ouverture entre les enclenchements est inférieure à 40 mm. Dans certains cas, il peut être indiqué de reporter son remplacement à une période plus froide, lorsque l'ouverture du joint est supérieure à 40 mm.
- . Le remplacement de la garniture peut être également difficile à réaliser sur un joint dont la partie supérieure du fer d'enclenchement s'est déformée sous le passage répété des véhicules.
- . Une ouverture de joint inférieure à 25 mm lors des périodes les plus chaudes de l'année signifie qu'il n'y a pas l'espace minimal requis pour la garniture elle-même. Dans ce cas, il est recommandé de ne pas la remplacer et de prévoir une autre intervention sur le joint de tablier (voir activités 3051, 3052 ou 3053).
- . La nouvelle garniture doit être compatible avec le type de joint existant. Identifier le type de joint sur les plans d'atelier, s'ils sont disponibles, ou par inspection sur les lieux. S'assurer que les dimensions de la nouvelle garniture sont adaptées au mouvement prévu du tablier.



TYPES DE JOINT DE TABLIER

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
2004-06-15

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).

NIVEAU DE QUALITÉ

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 rendant la conduite inconfortable.
- . Défauts de matériaux n'assurant plus une protection suffisante à 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. Brosset et nettoyer à fond la surface à rapiécer pour enlever la laitance et les débris incrustés et améliorer la résistance superficielle du béton.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
2004-06-15

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 EB-10C, EB-10S 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 EB-10C ou EB-10S. 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 EB-10S 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 et, au besoin, éprouvettes prélevées par carottage).
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.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 6

17. Un trait de scie doit être réalisé aux extrémités de pont sans joint de tablier.

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 et améliorer la résistance superficielle du béton.
8. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à rapiécer.
9. Combler les zones à rapiécer d'une couche d'enrobé de type EB-10S 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 EB-10S 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.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 6

13. Vérifier et corriger au besoin le profil longitudinal au droit des joints de tablier.
14. Vérifier la compacité de l'enrobé (nucléodensimètre et, au besoin, éprouvettes prélevées par carottage).
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 sans 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 (12 kg/m²);
 - 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
2004-06-15

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 4031), 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 déglacage 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 en même temps un bon confort de roulement à l'utilisateur.
- . À cause de la forte concentration de charges des équipements généralement utilisés (planeur, finisseur et camion), le poids de ces équipements doit être limité et en aucun temps, il ne doit dépasser la capacité affichée du pont. Seuls les planeurs ayant un mandrin de 1,8 m de largeur maximale sont acceptés, et ce, même si le pont n'est pas affiché, car la masse de cet équipement est très concentrée.

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 spécialiste en structures qui procédera à l'évaluation de la capacité du tablier.

RESURFAÇAGE DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
1041

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 6

- . Comme il n'est pas possible de vérifier par carottage 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.

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.
- . 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 suivant cette dernière. Ces deux exigences sont importantes pour obtenir un enrobé durable.

PEINTURAGE PAR RETOUCHES

ACTIVITÉ
1051

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Peinturage localisé du système structural ou d'un élément d'une structure en acier lorsque la dégradation du revêtement existant est concentrée en des endroits spécifiques.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuillet se retrouvant d'une façon concentrée sur moins de 16 % de la surface :
 - d'une zone du système structural dont le revêtement de protection se détériore plus rapidement que l'ensemble (corde inférieure d'une poutre triangulée, partie du système structural située sous un joint de tablier non étanche ou un drain inadéquat);
 - d'un banc, d'une béquille ou seulement d'une zone de ces éléments.

RÉCURRENCE

- . Le peinturage par retouches est effectué au besoin, le plus tôt possible après que des déficiences de peinture ont été décelées.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Le peinturage par retouches comporte trois volets :

- . la préparation des surfaces d'acier;
- . l'application de la peinture;
- . la protection environnementale.

PEINTURAGE PAR RETOUCHES

ACTIVITÉ
1051

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

A) Préparation des surfaces d'acier

1. Enlever toute tache de graisse et d'huile des surfaces à peindre.
2. Si nécessaire, enlever les accumulations de sable, de sédiments ou autres débris.
 - . Un nettoyage à l'eau sous pression est recommandé, particulièrement dans les zones exposées aux sels de déglacage. Il est recommandé d'ajouter à l'eau de nettoyage un produit (de type « Chlor-Rid ») qui favorise l'extraction des chlorures, selon un rapport de mélange d'au moins 1 : 100.
3. En règle générale, enlever toute la rouille et la peinture non adhérentes de façon à obtenir un degré minimal de préparation SSPC-SP3.
 - . Le décapage peut se faire à l'aide d'outils manuels ou mécaniques de type rotatif ou à impact, ou bien à l'eau sous pression.
4. Adoucir les bords de la peinture existante de façon à ce que toutes les couches soient exposées sur une largeur de 2 à 5 cm.
5. Après le décapage, nettoyer toutes les surfaces à peindre à l'aide d'un jet d'air comprimé ou d'un aspirateur.

B) Application de la peinture

1. Sélectionner un système de peintures en fonction de la peinture existante et de l'état des surfaces d'acier.
 - . En règle générale, un système de peintures organiques qui n'est pas à base de zinc est recommandé pour effectuer des retouches.
 - . Dans certains cas spécifiques de retouches à effectuer sur un système au zinc où une préparation SSPC-SP 11 – Nettoyage mécanique au métal nu – a été faite, une peinture zinc-époxy ou zinc-polyuréthane est recommandée comme couche de base.
2. Respecter le délai spécifique entre la préparation des surfaces et l'application de la première couche de peinture mentionnée.
3. Appliquer la peinture sur une surface exempte d'humidité et de poussières, et aussi sur une couche de peinture déjà appliquée qui est suffisamment durcie.

PEINTURAGE PAR RETOUCHES

ACTIVITÉ
1051

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3

4. Appliquer la peinture au pistolet ou au pinceau, selon le type de peinture et la géométrie des zones à peindre. Appliquer les peintures en couches uniformes et selon les épaisseurs spécifiées, en prévoyant un chevauchement de 50 mm avec la peinture existante qui est conservée.

C) Protection environnementale

1. Au besoin, prévoir des mesures pour contenir les émissions de poussières.
2. Installer sous les zones d'intervention un dispositif permettant la récupération de tous les résidus telles la rouille et la vieille peinture provenant de la préparation des surfaces.
3. Installer des toiles, des écrans ou tout autre matériel protecteur afin d'empêcher la perte de peinture fraîche provenant de l'application de peinture.
4. Récupérer tous les résidus de préparation des surfaces et d'application de la peinture et en disposer conformément aux lois et règlements en vigueur. Effectuer au besoin, dans les cas de travaux de plus grande importance, des analyses de caractérisation pour connaître la nature de ces résidus.
5. 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 de l'Environnement du Québec.

Notes

- . Lorsque les défauts de peinture se retrouvent sur plus de 16 % de la surface d'une zone du système structural ou d'un élément d'une structure, il vaut mieux envisager d'intervenir sur l'ensemble de la surface (voir activité 1052).
- . Le peinturage par retouches convient surtout pour de petits ponts ainsi que des extrémités de travée qui sont facilement accessibles.
- . Le peinturage par retouches est particulièrement approprié lorsqu'il peut être réalisé en régie par des équipes du Ministère.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 10

RÉFÉRENCES

Manuel d'entretien des structures

- . Méthodes d'intervention, chapitre 3, activité 3065

DESCRIPTION

Peinturage d'une zone du système structural d'un pont ou d'un élément de structure tels un banc ou une béquille, lorsque le revêtement de protection de l'acier est déficient ou inexistant dans cette zone.

Certaines zones d'intervention sont particulièrement ciblées dans une telle stratégie de peinture; parmi elles, on peut mentionner :

- . pour un système structural composé de plusieurs poutres à âme pleine, les zones se trouvant à 3 mètres de part et d'autre d'un joint de tablier n'ayant pas de dalot de drainage et présentant un potentiel d'infiltration;
- . pour des poutres triangulées d'un pont à tablier inférieur, les zones qui se trouvent à 3 mètres au-dessus de la surface de roulement.

Le peinture par zone peut être réalisé selon l'une des deux options suivantes :

- . Un repeinturage complet de la zone, à la suite d'un décapage total des surfaces à peindre.
- . Un encapsulage de la zone, à la suite d'un nettoyage complet des surfaces et d'un décapage des parties ayant des déficiences de protection.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuillet affectant la surface :
 - d'une zone du système structural (poutre triangulée, poutre de rive) exposée aux sels de déglacage ou susceptible d'accumuler du sable, des abrasifs et autres débris;
 - d'une zone du système structural située sous un joint de tablier non étanche ou un drain trop court ou endommagé;
 - d'un banc ou d'une béquille, ou seulement d'une zone de ces éléments, situés sous un joint de tablier non étanche ou un drain trop court ou endommagé.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 10

Peinturage complet

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuill, se retrouvant d'une façon généralisée, sur plus de 33 % de la surface totale de la zone ou de l'élément considéré.

Encapsulage

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuill, se retrouvant d'une façon généralisée, sur plus de 16 % de la surface de certaines parties de la zone ou de l'élément considéré,
- et
- . Revêtement en bon état pour le reste de la surface.

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 feuill de peinture. Pour faciliter l'évaluation, la méthode considère trois types de répartition de rouille : rouille par taches, rouille généralisée et rouille par points.

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 feuill de peinture considéré en bon état. L'adhérence du feuill de peinture à conserver ne doit pas être inférieure à la classification 3A, tel que défini par l'essai « *Test Method A – X Cut Tape Test* ».

RÉCURRENCE

- . Le peinte par zone est effectué au besoin, à la suite d'une inspection générale.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Le peinte par zone est réalisé en considérant trois étapes :

- . La préparation des surfaces d'acier;
- . L'application de la peinture;
- . La protection environnementale.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 10

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. S'il y a lieu, enlever manuellement les accumulations de sable, de sédiments 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. Il doit, pour un système de peintures à base de zinc, 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 seraient très contaminées par des sels de déglacage, il pourrait être approprié de procéder avant le décapage à un nettoyage des surfaces à l'aide d'un jet d'eau haute pression (5000 psi minimum) auquel un produit extracteur de chlorures (tel *Chlor-Rid*) est ajouté. Cette opération vise à éliminer chimiquement la plus grande quantité possible de chlorures avant le décapage mécanique à l'aide d'abrasif.

 - Les surfaces impossibles à décapage 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-SP11 « 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 10

Encapsulage

3. Pour toutes les surfaces à peindre :

- Nettoyer toutes les surfaces à peindre pour enlever les chlorures et autres contaminants superficiels ainsi que toute trace de rouille, de calamine et de peinture détachables. Les surfaces d'acier à peindre doivent être nettoyées à l'eau haute pression suivant les modalités « *High Pressure Water Cleaning* » (HP WC) décrites dans la norme SSPC-SP 12. La préparation à l'eau doit se faire à une pression de 34 à 70 MPa (5 000 à 10 000 psi) avec un équipement muni d'une buse à jet rotatif à un débit d'environ 20 litres / min. La buse doit être maintenue à une distance maximale de 15 à 20 cm de la surface.

Cette préparation correspond dans son ensemble à la condition WJ-4 de la norme SSPC-SP 12.

- La vérification des surfaces préparées est effectuée en essayant de décoller la rouille et la peinture adhérentes avec un couteau à mastic non coupant, suivant les prescriptions de la norme SSPC-SP 3.
- Des essais peuvent être préalablement réalisés pour déterminer la teneur en chlorures sur les surfaces.
- Les surfaces nettoyées doivent avoir une teneur en chlorures 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.
- L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de matières nuisibles.
- Pour s'assurer d'un enlèvement optimal des chlorures, 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.

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 foisonnantes (*pack rust*) à l'aide d'outils manuels ou mécaniques.
- Décaper les surfaces d'acier corrodées à l'eau ultra-haute pression suivant les modalités « *Ultrahigh Pressure Water Jetting* » (UHPWJ) décrites dans la norme SSPC-SP 12. La préparation à l'eau doit se faire à une pression supérieure à 170 MPa (25 000 psi). La buse doit être maintenue à une distance maximale de 15 à 20 cm de la surface.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 10

- Les surfaces décapées doivent être préparées de façon à ce que des traces de calamine, de rouille, de peinture, de produits de corrosion et de toute autre matière étrangère soient tolérées sur 10 % de la surface traitée. De plus, un degré d'oxydation de surface « léger » (L) est accepté sur les surfaces après le décapage. Une surface avec ce degré d'oxydation présente une mince couche de rouille brun jaunâtre, répartie uniformément ou par taches, fortement adhérente et difficile à enlever en frottant la surface avec un linge.

Cette préparation correspond dans son ensemble à une condition intermédiaire entre WJ-4 et WJ-3L de la norme SSPC-SP 12.

- En remplacement à l'eau haute pression, le décapage peut être effectué par projection d'abrasif sec, sans silice cristalline. Le degré de préparation doit correspondre au type de soins SSPC-SP 14 / NACE No. 8 « Sablage industriel ».
- Les contours de la peinture restante doivent être amincis sur une largeur de 2 à 5 cm afin que la surface repeinturée offre une apparence lisse et uniforme.

Après le décapage, nettoyer toutes les surfaces à peindre à l'aide d'un jet d'air comprimé ou d'un aspirateur. S'il le faut, installer des trappes et des séparateurs entre les compresseurs et les conduits d'air pour éviter d'introduire de l'huile ou de l'eau condensée dans l'air comprimé.

La propreté des surfaces décapées avant le peinturage est réalisée en effectuant 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

- 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 par zone 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 10

- Une peinture au zinc et liant inorganique est recommandée comme couche de base pour des systèmes structuraux ayant de grandes surfaces dans un même plan, telles des poutres à âme pleine ou des poutres-caissons. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10102 du MTQ.
 - Une peinture au zinc et résines époxydiques ou au zinc et résines polyuréthanes est recommandée comme couche de base pour des systèmes structuraux à multiples membrures et assemblages, tels des poutres triangulées ou des arcs, parce qu'elle est plus facile à appliquer. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10102 du MTQ.
 - . 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 devrait être utilisé pour le repeinture. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10103 du MTQ.
 - . Le peinture complet par zone d'un pont en acier de type A ou AT devrait être réalisé avec un système de peintures organiques qui n'est pas à base de zinc. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10103 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 hygroréactifs peuvent être acceptables.
 5. Appliquer l'épaisseur de peinture spécifiée à l'aide d'un pistolet, en prévoyant 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 10

- . 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 hygroréactifs à un composant, de peintures à base de latex acrylique, 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, en prévoyant un chevauchement de 50 mm avec la peinture existante qui est conservée.

C) Mesures de protection environnementale

Les résidus considérés comme déchets dangereux 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 déchets dangereux autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec.

Peinture complète

1. Installer une enceinte (abri) pour confiner les poussières émises dans l'atmosphère, et de manière à 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 du système structural 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 la peinture et en disposer conformément aux lois et règlements en vigueur pour le transport et

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
8 de 10

l'évacuation des matières dangereuses.

3. Pour les structures protégées par un système de peintures autre qu'au silico chromate basique de plomb, une analyse des résidus de préparation des surfaces est recommandée pour déterminer s'ils doivent être considérés comme matières dangereuses ou comme déchets solides.
 - . S'ils sont considérés comme matières dangereuses, il faut les récupérer et en disposer selon les mêmes règles que celles prévues pour les systèmes au silico chromate basique de plomb.
 - . S'ils sont considérés comme déchets solides, il faut en disposer dans des sites autorisés par le ministère de l'Environnement.

Encapsulage

1. Installer sous la structure un système de récupération ou de filtration permettant de récupérer tous les résidus et déchets 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 certains cas, par exemple lorsque le système de peintures existant ne contient pas de matières dangereuses, les résidus liquides peuvent être seulement filtrés, et puis 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* spécifique à la municipalité ou à la 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 d'un décapage par projection d'abrasif sec, 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
9 de 10

2. Installer des toiles, des écrans ou tout autre matériel protecteur 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

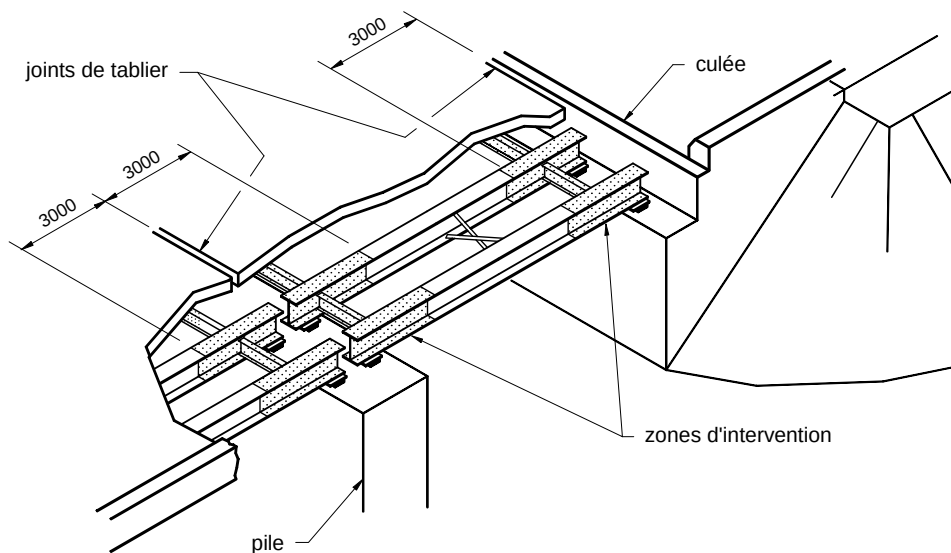
- . Le peinturage par zone représente une stratégie d'intervention pour diminuer les coûts d'entretien de peinture sur une structure en acier. Cette stratégie vise à reporter le plus loin possible le repeinturage complet de la structure en intervenant seulement sur les surfaces qui en ont réellement besoin.
- . Lorsque les défauts de peinture se retrouvent d'une façon plus généralisée sur l'ensemble du pont, un peinturage complet de la charpente métallique peut s'avérer plus appropriée (voir activité 3065).
- . Prévoir la réparation, la modification ou le remplacement des éléments déficients (membrures structurales, drains, joints de tablier) avant de procéder au peinturage par zone.

PEINTURAGE PAR ZONE

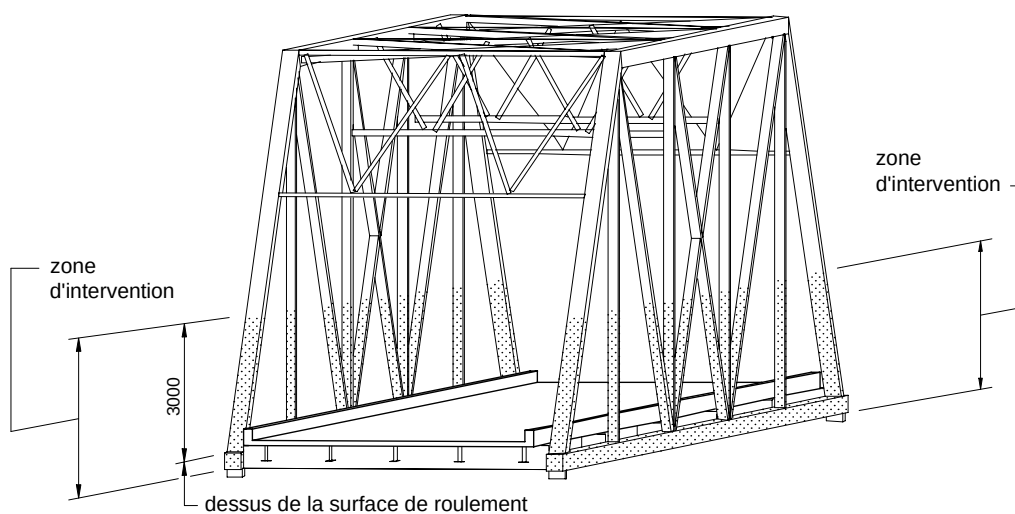
ACTIVITÉ
1052

DATE
2004-06-15

PAGE
10 de 10



ZONES DU SYSTEME STRUCTURAL - SOUS UN JOINT DE TABLIER



ZONES DE POUTRES TRIANGULÉES - PONT À TABLIER INFÉRIEUR

IMPERMÉABILISATION DE SURFACES DE BÉTON

ACTIVITÉ
1061

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VII – Norme 3601

DESCRIPTION

Application d'un imperméabilisant au polymère de silicone sur des surfaces de béton.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Surfaces verticales de glissière, culée, pile, béquille, mur 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 ou 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. Moins de 7 jours 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, sels de déglçage, huile, graisse, peinture et autres contaminants pouvant nuire à la pénétration du produit.
2. 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.
3. S'assurer que les surfaces sont sèches avant de procéder à l'imperméabilisation de façon à favoriser une pénétration maximale de l'imperméabilisant.

IMPERMÉABILISATION DE SURFACES DE BÉTON

ACTIVITÉ
1061

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

4. Attendre au moins 28 jours avant d'appliquer l'imperméabilisant sur du béton neuf afin d'avoir un lien chimique solide entre le produit et la surface de béton.
5. Les surfaces d'enrobé adjacentes aux travaux doivent être protégées des éclaboussures d'imperméabilisant qui risqueraient de désagréger l'enrobé.
6. Il est recommandé d'appliquer l'imperméabilisant au taux moyen de $0,33 \text{ L/m}^2$, 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 inscrit à la liste des matériaux relatifs au béton de ciment éprouvés par le 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 ».

Notes

- . Les surfaces considérées comme exposées aux sels de déglacage 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 (tels les parapets, poteaux de glissières, chasse-roues), et également en dessous du tablier dans le cas d'un pont d'étagement (tels les murs de front, colonnes, poutres de rive, murs de soutènement, etc.).
- . Il n'est pas nécessaire d'appliquer un perméabilisant sur du béton contenant de la fumée de silice, car on considère que la fumée de silice procure au béton une étanchéité acceptable.
- . Envisager, lorsque l'opération est possible, d'imperméabiliser l'assise d'une culée ou d'une pile située sous un pont de tablier.

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Surfaces de béton présentant des défauts mineurs et n'ayant que des fissures étroites :
 - Surfaces fortement exposées aux sels de déglacage (imperméabilisant + enduit de surface);
 - Surfaces peu exposées aux sels de déglacage (enduit de surface seulement).

L'enduit de surface n'est pas recommandé sur des surfaces de béton devant être submergées ou enterrées, ni sur des surfaces de roulement ou de trottoir.

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.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Nettoyage des surfaces

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.

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

Imperméabilisant + enduit de surface

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

Enduit de surface seulement

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, sels de déglacage, huile, graisse, peinture et autres contaminants pouvant nuire à la pénétration du produit.

2. L'acier d'armature apparent doit être recouvert d'une couche de peinture à base de zinc organique (zinc-époxy ou zinc-polyuréthane), avant de procéder à l'application de l'imperméabilisant ou de l'enduit seul (s'il n'y a pas d'imperméabilisant qui est prévu).

3. 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 est nécessaire entre la pose de l'imperméabilisant et celle de l'enduit de surface.

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

La pose de l'enduit de surface est faite en deux couches au taux de 0,75 L/m² pour chaque couche. La deuxième couche est réalisée après un délai minimal de 2 heures à la suite de l'application de la première couche.

5. Protéger l'enduit des intempéries pendant les 12 heures qui suivent la pose.
6. Les produits utilisés pour l'imperméabilisation et comme enduit de surface doivent être inscrits à la liste des matériaux relatifs au béton de ciment éprouvés par le Laboratoire des chaussées du Ministère.

RECOUVREMENT AVEC ENDUIT DE SURFACE

ACTIVITÉ
1062

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3

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 ».

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

Note

Les surfaces considérées comme fortement exposées aux sels de déglacage 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 (tels les parapets, poteaux de glissières, chasse-roues), et également en dessous du tablier dans le cas d'un pont d'étagement (tels les murs de front, colonnes, poutres de rive, murs de soutènement, etc.).

ENLÈVEMENT DE VÉGÉTATION

ACTIVITÉ
1071

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome I – Conception routière, chapitre 2, article 2.3.1.7
- . Tome IV – Abords de route, chapitre 8
- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, normes 1604, 1605 et 1607

DESCRIPTION

Débroussaillage ou élimination d'arbres, arbustes, broussailles et autre végétation indésirable poussant sur les remblais d'approche et dans les zones situées en dessous ou à proximité d'une structure.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Arbres, arbustes ou broussailles de plus de 1,5 m de hauteur et autre végétation indésirable.
- . Végétation entraînant des dommages à la protection de talus sous un pont d'étagement.

RÉCURRENCE

L'enlèvement de la végétation est effectué au besoin, à la suite de l'inspection générale.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. L'enlèvement de la végétation se fait par débroussaillage manuel ou mécanique (voir Normes du MTQ, Tome VI, chapitre 1, article 1604 et 1605).
2. Les produits de coupe doivent être déchiquetés. Les résidus provenant du déchiquetage peuvent être épandus en paillis sur les zones d'intervention pour retarder la croissance des repousses.
3. Planifier le matériel requis selon l'envergure et la nature des travaux à effectuer.

ENLÈVEMENT DE VÉGÉTATION

ACTIVITÉ
1071

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

4. Ramasser les objets qui polluent l'environnement ou qui peuvent causer des dommages au matériel de coupe (voir Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1607 « Enlèvement des détritiques ») et en disposer selon les prescriptions des Normes du MTQ, Tome I, chapitre 2, article 2.3.1.7 « Règlement sur les déchets solides ».
5. Remplacer et remplacer au besoin les éléments de revêtement affectés par la végétation (voir Tome IV – Abords de route, chapitre 8 « Revêtements de protection »).

Notes

- . La végétation qui empêche l'érosion ne doit pas être enlevée.
- . Il peut être opportun dans certains cas d'enlever, autour des pieux, bancs ou autres éléments en bois, les broussailles et autres plantes pouvant représenter un danger pour le feu.
- . Le débroussaillage mécanique peut être complété dans certains cas précis par un badigeonnage de souche, qui consiste à appliquer localement un produit chimique afin de retarder la croissance des repousses.

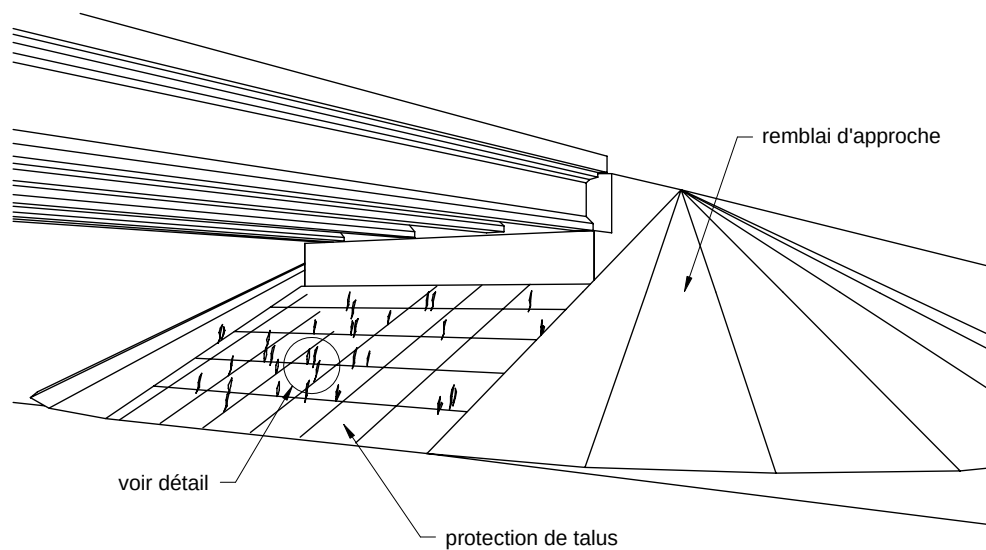
Les produits utilisés pour le badigeonnage de souche doivent être homologués par le ministère de l'Agriculture du Canada et leur application doit être conforme aux recommandations du fabricant.

ENLÈVEMENT DE VÉGÉTATION

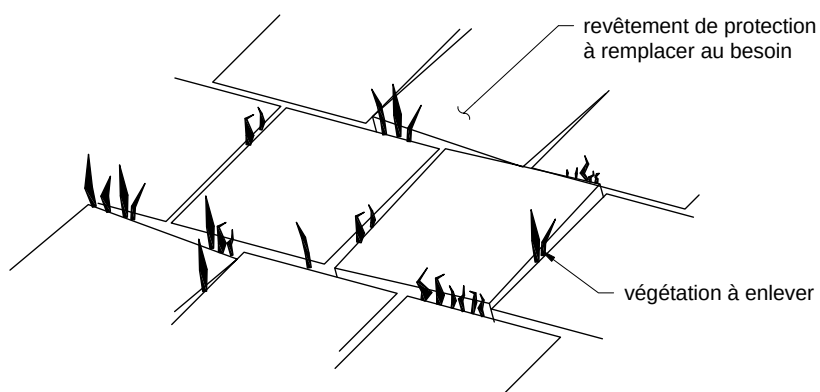
ACTIVITÉ
1071

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



VUE DU REMBLAI



DÉTAIL

PONT D'ÉTAGEMENT

CHAPITRE 3

MÉTHODES D'INTERVENTION

TABLE DES MATIÈRES

3.1	NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉLÉMENTS EN BÉTON	3-1
3.1.1	Défauts du béton	3-1
3.1.2	Méthodes de réparation du béton	3-2
3.1.3	Principes de réparation	3-4
3.1.4	Caractéristiques des équipements de démolition	3-15
3.1.5	Mesures environnementales	3-17
3.1.6	Caractéristiques des poutres de type AASHTO	3-17
3.2	NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉLÉMENTS EN ACIER	3-19
3.3	NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉLÉMENTS EN BOIS	3-22
3.4	NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES JOINTS DE TABLIER	3-23
3.4.1	Considérations générales	3-24
3.4.2	Mouvement des joints de tablier	3-26
3.4.3	Remplacement d'un joint de tablier	3-30
3.4.4	Joint dalle sur culée	3-32
3.4.5	Élimination de joint de tablier	3-33
3.4.6	Choix d'interventions sur les joints	3-36
3.5	NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES APPAREILS D'APPUI	3-44
3.5.1	Types d'interventions	3-44
3.5.2	Levage et support du tablier	3-45
3.5.3	Fixation du tablier	3-46
3.6	ACTIVITÉS D'ENTRETIEN	3-47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.4-1	Calcul du mouvement d'un joint de tablier	3-31
Tableau 3.4-2	Interventions sur joints de tablier	3-39

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1-1	Poutres préfabriquées en béton précontraint de type AASHTO	3-18
Figure 3.4-1	Manchons pour services publics	3-24
Figure 3.4-2	Exemples de choix entre mouvement réel et théorique	3-27
Figure 3.4-3	Exemple de calcul théorique de mouvement	3-29
Figure 3.4-4	Élimination de joint de tablier – Mouvement de rotation des poutres	3-34
Figure 3.4-5	Modification de la fixité d'un appareil d'appui	3-35
Figure 3.4-6	Dispositions particulières de joints	3-38

LISTE DES ACTIVITÉS

ENTRETIEN COURANT

[2011 Réparation / remplacement de panneaux de signalisation](#)
[2021 Correction de remblai](#)
[2051 Correction d'épaulement d'un joint de tablier](#)
[2052 Correction d'élément en acier d'un joint de tablier](#)
[2053 Déblocage d'un joint de tablier](#)
[2061 Scellement de fissures de l'enrobé](#)
[2062 Rapiécage à l'enrobé](#)
[2063 Rapiécage au matériau granulaire](#)
[2071 Consolidation de glissière](#)
[2101 Enlèvement de fragments de béton](#)
[2131 Réparation temporaire de dalle](#)
[2201 Remplacement de boulons/rivets](#)
[2211 Remplacement de contreventement de banc / béquille en acier](#)
[2221 Remplacement de diaphragme / contreventement en acier](#)
[2231 Soudage du caillebotis](#)

Consolidation d'élément d'unité de fondation en bois

[2311 Rechargement de caisson en bois](#)
[2312 Consolidation de caisson en bois](#)
[2313 Remplacement de pièces de l'assise d'un caisson en bois](#)
[2314 Nivellement de l'assise d'un caisson en bois](#)
[2315 Consolidation de banc en bois](#)

[2316 Remplacement de pièces de cheville / contreventement d'un banc en bois](#)

Réparation / remplacement d'élément de système structural en bois

[2321 Ajout de longerons en bois](#)

Consolidation d'élément de tablier en bois

[2331 Fixation de traverses en bois](#)

[2332 Ajout de traverses en bois](#)

[2333 Correction de plancher en bois](#)

RÉPARATION

[3002 Levage du tablier](#)

[3005 Pose / réparation d'un gabarit](#)

[3011 Enrochement](#)

[3012 Correction du cours d'eau](#)

[3021 Stabilisation de remblai](#)

[3022 Protection de talus](#)

Réhabilitation sismique

[3025 Réhabilitation sismique](#)

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 de trottoir, chasse-roue ou bande médiane en béton](#)
- [3062 Modification de drains](#)
- [3063 Réfection du système de drainage](#)
- [3064 Réparation de dalle de transition](#)
- [3065 Peinturage de la charpente métallique](#)
- [3066 Correction du profil à l'approche](#)
- [3067 Réfection de l'enrobé](#)
- [3068 Aménagement de l'approche](#)

Réparation / remplacement de glissière

- [3071 Réparation de glissière](#)
- [3072 Raccordement de glissière à l'approche](#)
- [3073 Remplacement de glissière](#)
- [3074 Réparation / remplacement de glissière à l'approche](#)

Réparation de mur de soutènement

- [3081 Réparation de mur de soutènement en béton](#)
- [3082 Réparation de mur de soutènement en maçonnerie](#)
- [3083 Réparation / remplacement de mur antibruit](#)

Réparation / remplacement de ponceau

- [3091 Réparation de ponceau en béton armé](#)
- [3092 Réparation de ponceau en acier](#)
- [3093 Remplacement de ponceau en acier](#)
- [3094 Réparation d'élément d'entrée / sortie d'un ponceau](#)

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](#)

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 d'éléments de culée en béton](#)
- [3115 Réparation de fissure d'une unité de fondation 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](#)
- [3123 Obturation de fissures par injection](#)
- [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 des côtés extérieurs de dalle sur poutres](#)
- [3135 Réparation du hourdis supérieur de poutre-caisson en béton](#)

Réparation d'élément en acier

- [3201 Remplacement de plaque 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](#)
- [3213 Réparation de chevêtre en acier](#)

Réparation / remplacement d'élément de système structural en acier

- [3221 Réparation / remplacement de profilé 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 en acier](#)

Réparation / remplacement d'élément de tablier en acier

- [3231 Ajout de traverses en acier](#)
- [3232 Remplacement de caillebotis](#)

Remplacement d'élément d'unité de fondation en bois

- [3311 Remplacement de caisson en bois](#)
- [3312 Remplacement de banc en bois](#)

Réparation / remplacement d'élément de système structural en bois

[3321 Remplacement d'entretoises / longerons en bois](#)

[3322 Réparation / remplacement de poutre ou diaphragme en bois lamellé](#)

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](#)

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 tôle de toiture](#)

[3347 Réparation / remplacement du lambris](#)

[3348 Peinturage du lambris](#)

[3411 Réparation d'unité de fondation 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 3 du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*, sont les suivants :

- l'écaillage;
- la désagrégation;
- la corrosion des armatures;
- le délaminage;
- l'éclatement;
- la fissuration.

Les défauts qui peuvent généralement être réparés en utilisant les méthodes classiques de réparation sont la désagrégation, la corrosion des armatures, le délaminage et l'éclatement.

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 déglacage peut aussi être affecté par ce défaut.

3.1.1.2 Corrosion des armatures

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 peut être causé par la corrosion des armatures ou, dans le cas d'une dalle sur poutres, 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. Comme ce défaut est indépendant de l'activité corrosive, la concentration en chlorures contenus dans le béton au niveau des armatures peut être inférieure à la valeur nécessaire pour amorcer la corrosion. Ce type de délaminage se retrouve presque exclusivement sur les dalles sur poutres continues en acier de longue portée; celui-ci n'est pas un défaut de matériau et ne peut pas être corrigé par les méthodes classiques de réparation. La réparation doit viser à renforcer la rigidité de l'ensemble du tablier. Le problème devrait toujours être analysé par un ingénieur en structure, qui cherchera à évaluer si des correctifs peuvent être apportés pour améliorer le comportement de l'ensemble du tablier en vue d'augmenter la durabilité de la dalle.

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.

3.1.2 Méthodes de réparation du béton

Trois méthodes de réparation du béton sont proposées :

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

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 la dalle;
- la réparation avec coffrages sans surépaisseur (avec un béton de masse volumique normale ou un béton autoplaçant);

- la réparation avec béton projeté.

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.

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 autoplacant ou un béton antilessivage);
- la réparation avec béton projeté.

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.

Dans le cas d'une réparation visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus l'armature, l'efficacité de la réparation dépend, tout comme pour une réparation sans surépaisseur, de la qualité du béton de l'élément et de l'épaisseur du recouvrement de

béton au-dessus des armatures. Les principes relatifs à une réparation sans surépaisseur doivent donc s'appliquer à une réparation visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus l'armature (avec béton projeté ou béton autoplaçant).

Il est recommandé de toujours vérifier l'effet de l'ajout d'une surépaisseur – d'une masse – de béton 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.

L'approche est différente pour la réparation avec surépaisseur, puisque sa durabilité dépend beaucoup plus des caractéristiques structurales de la réparation que de la procédure d'exécution des travaux.

Pour les deux types de réparation, avec ou sans surépaisseur, les caractéristiques suivantes sont déterminantes :

- la délimitation des surfaces;
- la profondeur de démolition;
- le dégagement des armatures;
- l'intégrité des surfaces conservées;
- la détermination des procédés de démolition;
- la préparation des armatures;
- le nettoyage des surfaces de béton;
- le liaisonnement;
- les matériaux de réparation;

- la vérification de l'intégrité de la réparation;
- l'imperméabilisation des surfaces (s'il y a lieu).

3.1.3.1 Délimitation des surfaces

A) Réparation sans surépaisseur

La délimitation des surfaces à réparer a pour but d'empêcher l'éclatement du béton de contour au moment de la démolition. Les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et excéder d'au moins 150 mm le pourtour des surfaces endommagées.

Le fait de réparer deux surfaces de béton proches l'une de l'autre a pour effet de concentrer l'activité corrosive entre ces deux surfaces, augmentant ainsi les risques de délaminage du béton dans cette zone. Pour empêcher cet endommagement prématuré, il convient d'intégrer les surfaces de béton détériorées situées à moins de 600 mm l'une de l'autre à l'intérieur d'une même surface à réparer.

Les surfaces doivent être délimitées par un trait de scie de 20 mm de profondeur pour protéger les surfaces adjacentes à conserver et constituer un épaulement suffisant pour le nouveau béton. On fera cependant un trait de moindre épaisseur pour éviter d'endommager les barres d'armature si elles se trouvent relativement près de la surface.

Les traits de scie ne doivent pas se croiser, car cette procédure risque de faire éclater le béton à conserver. On doit utiliser un marteau pneumatique manuel de 7 kg pour finaliser la démolition du béton près du point de rencontre des traits de scie.

B) Réparation avec surépaisseur

La réparation avec surépaisseur doit couvrir l'ensemble des défauts présents ou prévisibles. Toutefois, elle doit être réalisée sans modifier de façon inconsidérée l'esthétique de l'élément.

La surface à recouvrir doit être délimitée par un trait de scie de 10 mm de profondeur, soit la profondeur minimale de démolition.

3.1.3.2 Profondeur de démolition

A) Réparation sans surépaisseur

Il s'agit d'enlever le béton détérioré et d'obtenir un support de bonne qualité pour le béton de réparation ainsi qu'une épaisseur de béton suffisante pour assurer la durabilité de la réparation.

Généralement, pour une réparation sans surépaisseur, le béton devant être enlevé pour dégager les armatures est de bonne qualité. Si toutefois du béton de mauvaise qualité est rencontré, il faut aussi l'enlever jusqu'à ce qu'on atteigne le béton sain. Le béton sain est défini comme un béton non délaminé dont les constituants restent encore reliés entre eux sous l'impact d'un marteau de maçon ou de géologue.

L'épaisseur minimale recommandée pour la couche de béton de réparation varie de 80 à 100 mm, selon qu'un béton autoplaçant ou un béton de masse volumique normale est employé. Puisque l'on exige habituellement que la surface obtenue soit dans le même plan que les surfaces environnantes, la profondeur de démolition doit donc être aussi de 80 à 100 mm.

Cette profondeur peut cependant être réduite dans certains cas si la démolition risque d'affecter l'intégrité d'éléments fragiles, telles des poutres précontraintes.

Si la réparation fait appel à des coffrages, comme dans le cas de surfaces verticales, la profondeur minimale de démolition doit être respectée, afin que l'espace entre le béton existant et les coffrages soit suffisant pour permettre la mise en place du béton.

Pour la réparation avec béton projeté, ou avec béton autoplaçant visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus les armatures existantes dégagées, la profondeur minimale de démolition est de 60 mm.

B) Réparation avec surépaisseur

La démolition sur une profondeur minimale de 10 mm vise à enlever le béton désagrégé et à obtenir une certaine rugosité pour améliorer la friction entre les surfaces de contact. Une démolition minimale (bouchardage) suffit généralement pour obtenir cette rugosité de surface. Toutefois, tout le béton délaminé doit être enlevé.

Au-delà de la profondeur minimale de 10 mm, il n'est pas nécessaire de démolir le béton non délaminé qui ne s'enlève pas sous l'action d'un jet d'eau sous pression, car son enlèvement ne permet généralement pas d'améliorer de façon significative l'efficacité de la réparation.

3.1.3.3 Dégagement des armatures

A) Réparation sans surépaisseur

Les barres d'armature devenues apparentes par la démolition du béton doivent être dégagées.

Le dégagement consiste à enlever le béton contaminé autour des barres et à nettoyer le pourtour, pour mettre fin à toute activité de corrosion dans les limites de la réparation. Le fait de laisser une corrosion active sous le béton de réparation pourrait à la longue entraîner un délaminage.

Le dégagement des armatures permet également d'incorporer les barres au nouveau béton et d'améliorer ainsi la résistance de la réparation. Pour faciliter le nettoyage des armatures et permettre le passage des gros granulats du béton, il faut dégager le dessous des armatures d'au moins 25 mm.

B) Réparation avec surépaisseur

Les barres d'armature corrodées devenues apparentes par délaminage ou par démolition du béton ne doivent pas nécessairement être dégagées. Elles doivent cependant être nettoyées pour diminuer le plus possible l'activité corrosive.

Pour une réparation avec béton projeté ou une réparation avec béton autoplacant visant à augmenter le recouvrement par-dessus les armatures existantes dégagées, les barres d'armature devenues apparentes par la démolition du béton doivent être dégagées de 25 mm.

3.1.3.4 Intégrité des surfaces conservées

A) Réparation sans surépaisseur

La durabilité de la réparation dépend dans une large mesure de la qualité du lien qui unit le béton conservé au béton de réparation. La résistance de ce lien est très importante surtout pour des éléments sollicités en flexion comme une dalle. Dans ce cas, le lien à l'interface des deux bétons doit rétablir l'intégrité de l'élément, c'est-à-dire faire en sorte que le nouveau béton et le béton conservé forment un tout et participent ensemble à la transmission des charges.

La qualité du lien peut être diminuée de façon très importante par les microfissures produites à la surface du béton conservé par le matériel de démolition. Les chocs produits par les marteaux à percussion ont souvent pour effet d'ébranler les granulats, de briser le lien qui les unit et de créer une multitude de microfissures à la surface du

béton conservé. L'ampleur des dommages dépend de la résistance du béton et de la puissance des équipements utilisés pour la démolition.

De plus, les microfissures peuvent provoquer la dégradation du béton conservé et entraîner le délaminage du béton de réparation.

B) Réparation avec surépaisseur

Bien que le lien entre le béton conservé et le nouveau béton ne soit pas une condition essentielle à l'efficacité de la réparation avec surépaisseur, la démolition du béton doit être exécutée de façon à éviter l'apparition de microfissures à la surface conservée.

Pour une réparation avec béton projeté ou béton autoplaçant visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus les armatures existantes, la qualité du lien à l'interface des deux bétons est aussi importante que pour une réparation sans surépaisseur.

3.1.3.5 Détermination des procédés de démolition

A) Réparation sans surépaisseur

Pour une réparation sans surépaisseur, la puissance et l'utilisation des équipements de démolition doivent être telles que :

- l'intégrité de l'élément ne soit pas compromise;
- la profondeur de démolition soit limitée à la profondeur prévue;
- les dommages dus aux vibrations transmises à l'élément ou aux armatures ne se propagent pas à l'extérieur des limites de la surface à réparer;
- les dommages produits à la surface du béton conservé soient réduits au minimum.

Les exigences relatives aux équipements de démolition sont donc surtout liées à l'efficacité d'enlever adéquatement le béton à démolir ainsi qu'aux conséquences des opérations sur le béton à conserver.

Ainsi, plus les risques d'endommager les parties de béton à conserver sont élevés, plus les restrictions d'utilisation de différents types de marteaux sont grandes. Pour illustrer ce principe, mentionnons par exemple l'exigence de réaliser une démolition partielle en utilisant une combinaison de marteaux, le plus puissant pour débiter la démolition et celui ayant une énergie plus limitée pour la finaliser.

Pour les travaux de démolition où le béton sous-jacent doit être conservé, les marteaux doivent être opérés à un angle variant entre 45° et 60° par rapport à la surface à démolir de façon à réduire au minimum les dommages produits à la surface. La largeur

de l'extrémité de l'outil associée au marteau ne doit pas dépasser le diamètre de la tige de l'outil. Cette restriction a pour but de concentrer l'efficacité d'impact à l'extrémité de la tige et de réduire ainsi les risques de microfissuration du béton à conserver.

Lors du dégagement des armatures, les marteaux doivent être manipulés avec soin pour éviter de provoquer l'éclatement du béton des surfaces hors de la surface à réparer.

L'hydrodémolition peut être choisie comme méthode de remplacement aux marteaux de démolition partout où cette technique est utilisable. L'hydrodémolition peut être utilisée s'il y a possibilité de récupérer sans trop de difficultés les résidus liquides provenant de la démolition, et si le bruit produit par ce type de démolition n'est pas trop contraignant pour l'environnement à proximité du chantier.

B) Réparation avec surépaisseur

Tous les procédés et principes de démolition relatifs à la réparation sans surépaisseur s'appliquent également aux réparations visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus les armatures existantes dégagées.

Toutefois, pour une réparation avec coffrages et surépaisseur, on peut procéder à la démolition minimale du béton sur une épaisseur de 10 mm au moyen d'une boucharde ou d'un équipement de broyage rotatif équivalent si le béton est de bonne qualité. Après cette démolition minimale, tout le béton de mauvaise qualité, c'est-à-dire qui se désagrège sous l'action d'un jet d'eau sous pression (pression 15 MPa, débit 20L/min, buse à jet circulaire concentré et distance buse-surface de béton 150 à 200 mm), doit être enlevé.

3.1.3.6 Préparation des armatures

A) Réparation sans surépaisseur

Les barres d'armature dégagées lors de la démolition du béton doivent être nettoyées non seulement pour enlever la rouille sur la surface des barres, mais aussi les chlorures se trouvant au fond des cavités produites par la corrosion. Le fait que les chlorures demeurent dans ces cavités suffit à entretenir une activité de corrosion, même si le béton qui enrobe les armatures n'en contient pas.

Le nettoyage de ces cavités peut difficilement s'exécuter à la brosse manuelle ou mécanique; le nettoyage à l'aide d'un jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide sont parmi les moyens les plus efficaces pour nettoyer les armatures. L'utilisation limitée d'un abrasif sec sans silice cristalline peut, dans certains cas, être une option envisagée.

La perte d'acier de chacune des barres dont la section a diminué de plus de 30 % sous l'effet de la corrosion doit être compensée par l'ajout d'une barre de même diamètre. Si plusieurs barres d'un même groupe présentent des pertes de section, il n'est pas nécessaire d'ajouter une barre à chacune d'elles. Il suffit dans ce cas de compenser globalement la perte d'acier, en ajoutant par exemple une barre additionnelle à chaque paire de barres existantes.

Pour établir la continuité entre une barre endommagée et une barre ajoutée, une jonction par chevauchement doit être réalisée. La longueur de chevauchement doit être d'au moins 600 mm pour des barres n^{os} 15 ou 20. Dans le cas de barres d'armature structurales ou ayant un plus gros diamètre, la longueur de chevauchement doit être déterminée par un ingénieur.

Une jonction par soudure ne doit jamais être réalisée sur des barres existantes sans avoir été approuvée par un spécialiste en métallurgie. Les barres d'armature des structures existantes sont la plupart du temps non soudables, car l'acier dont elles sont composées contient généralement trop de carbone.

Lorsque les surfaces à réparer sont importantes, on utilisera des cales d'espacement en plastique espacées de 1200 mm au maximum pour maintenir les armatures à la distance voulue des coffrages.

Lorsque les armatures de l'élément sont à moins de 50 mm de la face, elles doivent, si possible, être renforcées vers l'intérieur pour augmenter leur épaisseur de recouvrement. En aucun cas l'armature ne doit avoir un recouvrement inférieur à 30 mm. Si cette exigence n'est pas respectée, une réparation visant à augmenter le recouvrement par-dessus les armatures doit être envisagée.

B) Réparation avec surépaisseur

Les barres d'armature dégagées doivent être nettoyées à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression de manière à enlever au minimum toutes les strates et les couches de rouille non adhérentes.

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 remplies 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 (norme MTQ 3101);
 - le béton autoplaçant (norme MTQ 3102);
 - le béton de ciment au latex (norme MTQ 3103);
 - le béton antilessivage (norme MTQ 3104);
 - 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

Les caractéristiques de résistance à la compression du béton de réparation doivent se rapprocher le plus possible de celles du béton de l'élément à réparer, car la compatibilité entre les deux bétons est importante pour assurer la durabilité du lien entre eux. Une différence importante entre les modules d'élasticité ou les coefficients de dilatation thermique peut entraîner des efforts qui, lors du passage des charges ou à la suite de changements de température, pourraient briser le lien qui unit les deux bétons.

De même, une différence de perméabilité peut constituer une barrière à la diffusion de l'eau dans la masse et faire en sorte que l'humidité interne du béton se concentre à l'interface. La présence d'humidité à cet endroit peut provoquer la détérioration du béton situé de part et d'autre de l'interface ou le délaminage du béton de réparation.

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;
- le béton de masse volumique normale de type V (35 MPa, avec fumée de silice) pour la réparation de dalle et de tout élément où la mise en place de ce type de béton est facilement réalisable;
- le béton autoplaçant lorsque l'utilisation d'un béton de masse volumique normale est problématique : surfaces à réparer difficiles d'accès, difficultés de consolidation du béton, élément fortement armé.

b) Réparation avec surépaisseur

La réparation avec surépaisseur peut être réalisée en utilisant :

- le béton de masse volumique normale de type V (35 MPa, avec fumée de silice) pour la réparation de tout élément où la mise en place de ce type de béton est facilement réalisable;
- 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 autoplçant lorsque l'utilisation d'un béton de masse volumique normale est problématique : surfaces à réparer difficiles d'accès, difficultés de consolidation du béton, élément fortement armé;
- le béton antilessivage lorsque la réparation des éléments doit s'effectuer sous l'eau;
- le béton au latex, 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 (de l'ordre de 100 mm) et que le dégagement à l'arrière des armatures restreint le passage du béton.

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 d'éléments exposés aux sels de déglçage (tels glissières, surfaces verticales d'unités de fondation situées à proximité d'une voie de circulation...). Cet ajout permet d'obtenir une surface finie moins poreuse, plus résistante à la pénétration des chlorures, et qui ne présente pas de petites cavités (bulles, yeux).

Dans le cas de béton autoplçant, 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 autoplçant, 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 déglacage, l'armature de la réparation devrait être galvanisée.

3.1.3.10 Vérification de l'intégrité de la réparation

Les surfaces réparées doivent être sondées à l'aide d'un marteau pour vérifier s'il existe des défaillances après la cure du béton. La production d'un son creux est signe d'une mauvaise adhérence à l'interface des deux bétons pour une réparation sans surépaisseur, et signe d'une présence de vide pour une réparation avec surépaisseur.

3.1.3.11 Imperméabilisation des surfaces

Il est recommandé d'imperméabiliser l'ensemble des surfaces d'un élément qui a fait l'objet d'une réparation sans surépaisseur. Les surfaces particulièrement ciblées sont celles qui sont exposées aux sels de déglacage (surfaces éclaboussées, zones sous le joint de tablier), en béton sans fumée de silice et qui sont à l'état neuf ou légèrement endommagées ou fissurées.

L'utilisation d'un produit imperméabilisant permet de ralentir la corrosion et de retarder le délaminage autour des surfaces réparées. Les principaux moyens à utiliser sont :

- la pose d'une membrane d'étanchéité (norme MTQ 3701) dans le cas d'une dalle;
- un imperméabilisant à béton à base de polymère de silicone (norme MTQ 3601) dans le cas des autres surfaces de béton.

3.1.4 Caractéristiques des équipements de démolition

3.1.4.1 *Marteau pneumatique*

Le marteau pneumatique est l'équipement le plus utilisé pour exécuter les travaux de démolition du béton.

Cet équipement est acceptable pour des poids variant entre 7 et 30 kg auxquels correspond une certaine énergie de démolition qui permet à l'utilisateur de choisir le marteau le mieux adapté aux conditions d'exécution des travaux.

Le marteau le plus lourd (30 kg) développe généralement la plus grande énergie. Il est utilisé pour exécuter des travaux qui ne nécessitent que peu de précautions, alors que les marteaux plus légers (7 et 15 kg) sont utilisés pour exécuter des travaux minutieux.

Le marteau pneumatique permet l'enlèvement sélectif du béton lors de la démolition. En effet, un opérateur d'expérience peut faire la différence entre différents niveaux de détérioration en appréciant la résistance du béton à l'impact du marteau. Il peut donc démolir seulement le béton détérioré et limiter ainsi au minimum la quantité de béton sain démoli.

3.1.4.2 *Marteau hydraulique*

Le marteau hydraulique est fréquemment utilisé pour démolir le béton. Il est généralement monté à l'extrémité du mât d'une mini-excavatrice qui, en plus d'assurer la mobilité du marteau, fournit la pression d'huile nécessaire à son fonctionnement.

L'équipement motorisé sur lequel est monté le marteau hydraulique doit toujours être adapté à la grosseur du marteau. Dans certains cas, des amortisseurs doivent être utilisés pour réduire les vibrations et les impacts transmis à l'équipement motorisé et à l'opérateur.

Le marteau hydraulique est aussi un équipement de démolition disponible partout et qui peut être mis en service rapidement. Le fait qu'il soit monté sur le mât d'une mini-excavatrice implique cependant qu'il faut disposer de l'espace de manoeuvre nécessaire. Par contre, la mobilité du mât permet d'exécuter des travaux sur des surfaces verticales élevées qui autrement seraient difficiles d'accès.

Le marteau hydraulique est un équipement à utiliser avec circonspection; dans le cas d'une démolition partielle, son utilisation doit être limitée à des petits modèles ayant une faible énergie d'impact.

3.1.4.3 Hydrodémolition

L'hydrodémolition consiste à démolir le béton à l'aide d'un ensemble de jets d'eau à très haute pression regroupés sous un équipement mobile. Il existe aussi des lances à un seul jet, utilisées généralement pour les surfaces verticales.

Cette technique combine l'effet de coupe des jets d'eau et la pression de l'eau dans les pores et les fissures du béton pour briser le lien qui unit les granulats et démolir ainsi le béton.

Le système est étalonné pour démolir, jusqu'à une profondeur déterminée, un béton de résistance uniforme. L'épaisseur de béton démolie est fonction de la résistance du béton; elle est d'autant plus grande que la résistance est faible. Il est donc possible d'étalonner le système pour enlever le béton détérioré tout en conservant celui de bonne qualité.

Il est très important d'enlever les eaux résiduelles et de nettoyer la surface à l'aide d'un jet d'eau sous pression immédiatement après la démolition. Les rebuts contiennent du ciment non hydraté qui s'hydrate au contact de l'eau et se dépose à la surface du béton à mesure que l'eau s'infiltre dans le béton ou s'évapore. Après un certain temps, ces dépôts adhèrent à la surface de béton et sont ensuite difficiles à enlever par simple lavage.

Les avantages de l'hydrodémolition sont les suivants :

- préparation de surface et nettoyage des armatures faits en une seule opération;
- faibles microfissures à la surface du béton conservé;
- rapidité d'exécution.

La technique de l'hydrodémolition comporte cependant certains désavantages, dont la récupération des eaux résiduelles. Ces dernières doivent être captées, acheminées vers un bassin de sédimentation ou un autre système de traitement primaire, et rejetées par la suite dans un système d'égout, un cours d'eau ou un autre site autorisé.

L'autre principal désavantage de l'hydrodémolition est le niveau de bruit engendré, surtout dans un environnement urbain sensible à forte concentration résidentielle.

Les unités mobiles de démolition sont généralement conçues pour démolir le béton des surfaces horizontales. Toutefois, il existe des unités pour la démolition de surfaces verticales, qu'elles soient planes ou courbes.

La disponibilité de l'équipement, les coûts reliés au déplacement ainsi que ceux reliés

aux difficultés d'approvisionnement en eau expliquent le fait que l'hydrodémolition n'est pas utilisée pour des projets de réparation de faible envergure.

3.1.5 Mesures environnementales

3.1.5.1 Projection d'abrasif

La poussière produite par une projection d'abrasif sec est transportée par l'air et se dépose sur les surfaces environnantes selon la vitesse et la direction des vents. Cette poussière, qui contient généralement des particules de silice cristalline provenant du sable ou du béton désagrégé, peut s'avérer très dangereuse pour les travailleurs immédiats et faire l'objet de plaintes de la part des personnes lésées ou affectées.

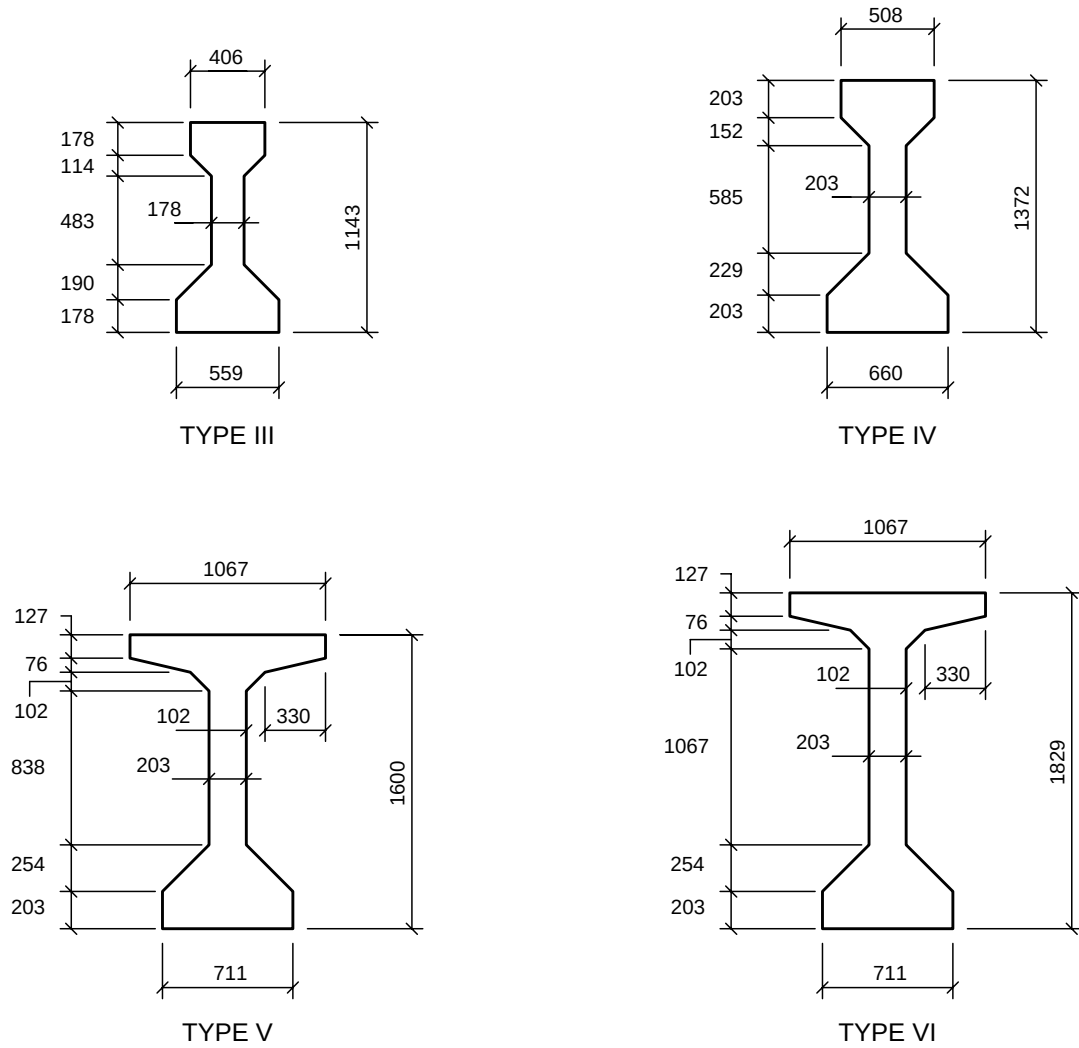
L'utilisation d'abrasif sec pour le nettoyage des barres d'armature ou des surfaces de béton devrait être évitée, surtout en milieu urbain, à moins que des mesures d'abattement de la poussière (telle une humidification) soient prévues. L'utilisation d'un jet d'eau haute pression ou d'un abrasif humide doit être favorisée, même si les travaux de nettoyage complémentaire (enlèvement des dépôts humidifiés) sont plus difficiles à exécuter.

3.1.5.2 Matériaux de rebut

Les matériaux provenant de la démolition du béton ainsi que du nettoyage des armatures et de la surface de béton sont considérés comme des matériaux secs au sens du *Règlement sur les déchets solides* de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2). Ces matériaux doivent donc être disposés dans les sites autorisés par le ministère de l'Environnement conformément à la section IX de ce règlement. Toutefois, les résidus de béton peuvent être récupérés en vue d'un recyclage.

3.1.6 Caractéristiques des poutres de type AASHTO

Un grand nombre de ponts existants avec un tablier en béton comportent des poutres préfabriquées en béton précontraint de type AASHTO. Les principales caractéristiques de ces poutres sont montrées à la figure 3.1-1. Ces informations permettent entre autres de faciliter la tâche du concepteur lors de l'analyse structurale de certains éléments dans le cadre d'un projet prévoyant des interventions majeures sur ce type de pont.



TYPE	AIRE $\text{mm}^2 \times 10^2$	Y_b mm	MOMENT D'INERTIE $\text{mm}^4 \times 10^6$	POIDS LINÉIQUE kN / m
III	3610	515	52 191	8,522
IV	5090	628	108 524	11,995
V	6535	812	216 932	15,395
VI	7000	924	305 231	16,489

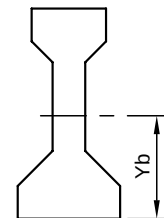


Figure 3.1-1 Poutres préfabriquées en béton précontraint de type AASHTO

3.2 NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉLÉMENTS EN ACIER

Les principaux défauts observables sur les éléments en acier sont décrits au chapitre 3 du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*.

Les travaux d'entretien consistent à remplacer des éléments, à les renforcer par ajout de section ou à les recouvrir d'un enduit protecteur contre la corrosion.

Le remplacement ou l'ajout d'éléments en acier peuvent être précédés d'une évaluation structurale du pont pour déterminer s'il est possible d'accroître la capacité de la structure en augmentant la section des éléments à remplacer.

Les dimensions des nouvelles pièces doivent toujours être vérifiées sur place, car on ne peut se fier complètement aux plans existants, même s'il s'agit de dessins d'atelier. De plus, lors du relevé de dommages de la structure, il est recommandé de vérifier si le remplacement d'une pièce peut faciliter le remplacement d'une autre moins endommagée. Un nettoyage des différents éléments à inspecter doit être effectué au besoin avant le relevé de dommages (exemple : intérieur de poutres-caisson, membrure inférieure et gousset horizontal de poutre triangulée).

Lors du remplacement d'élément ou de l'ajout de section, l'acier utilisé est généralement de nuance 300W puisqu'il est facilement disponible, même en petite quantité. Il ne peut cependant pas être utilisé si l'élément à remplacer est en acier dont la limite élastique est supérieure à 300 MPa, à moins de concevoir l'élément en conséquence. La nuance et la norme de fabrication de l'acier sont généralement indiquées sur les plans d'origine ou à l'intérieur du dossier de construction. Au besoin, utiliser les valeurs du tableau de la norme S6-00 (art. 14.6.3.1) ou prélever des sections afin d'effectuer 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 spécialiste 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 S6-00 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 la charpente métallique de plusieurs ponts construits avant 1974 ont confirmé leur présence. Les ponts à faible redondance structurale ont ainsi été ciblés et certains ont été remplacés. Pour des projets d'entretien, il n'est pas utile de réaliser ce type d'essai.

Puisque les joints boulonnés des ponts sont de type 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 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 A-325 doivent être utilisés. Des boulons à tension contrôlée, conformes à la norme ASTM-F1852, sont cependant utilisés lors de la réparation d'un pont à valeur patrimoniale dans le but d'imiter la forme arrondie des têtes de rivets. Toutefois, les boulons conformes à la norme ASTM-A490 doivent être remplacés par des boulons de même grade.

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.

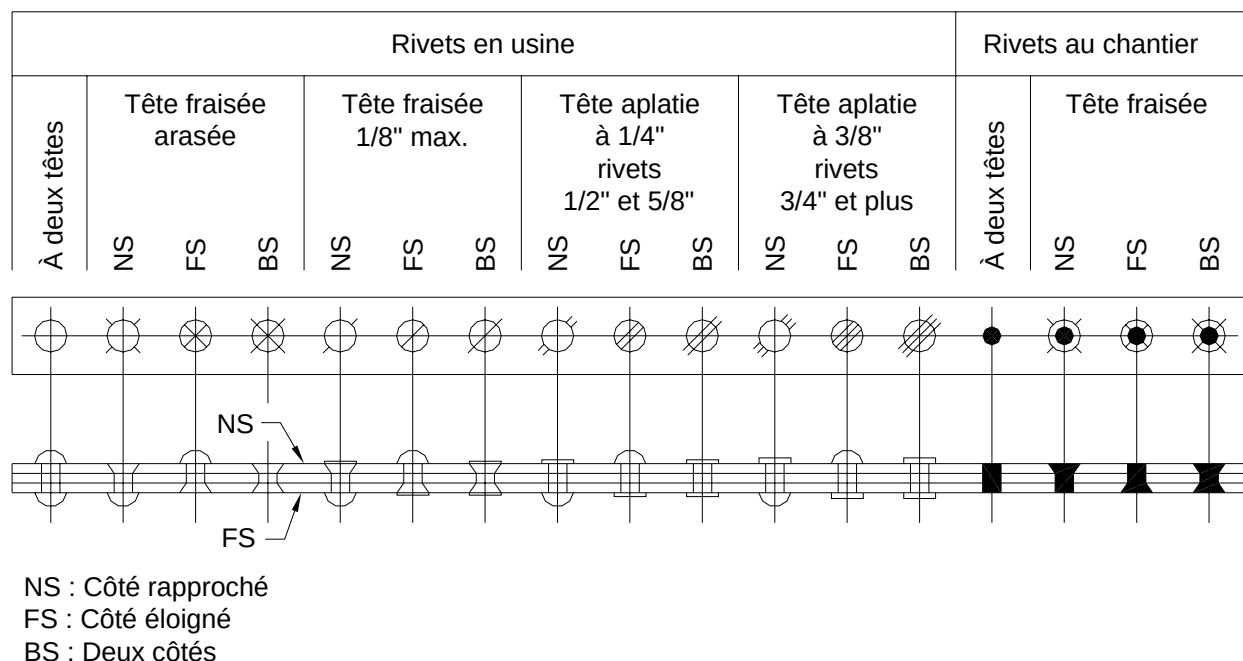


Figure 3.2-1 – Identification de rivets et de boulons

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 S6-00 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 (pinces). 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 S6-00 (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.

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.

Les assemblages par soudures ne causent pas, quant à eux, de diminution de la section, mais ils peuvent créer des points de faiblesse à la fatigue et engendrer de la fissuration si leur conception n'est pas adéquate. On doit aussi s'assurer de la soudabilité de l'acier existant, sauf pour les réparations d'urgence ou temporaire 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.

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.

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 de charpente métallique 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 3 du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*.

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 structuralement 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 en matière d'efficacité (tel le ACQ). 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. Il est nécessaire de préciser si le bois est en présence d'eau douce ou d'eau de mer pour déterminer la quantité de préservatif nécessaire. La présence d'eau de mer, où les micro-organismes responsables de la pourriture sont plus nombreux, nécessite une plus grande quantité de préservatif.

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 $\frac{1}{4}$ 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, fiches ou clous. Les clous ne sont généralement employés que pour fixer des pièces appuyées l'une sur l'autre, car leur capacité structurale est plus limitée.

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.

Il n'est pas nécessaire de protéger contre la corrosion les pièces métalliques utilisées pour relier les pièces de bois, car la pourriture du bois survient bien avant que la corrosion n'affecte les pièces métalliques.

3.4 NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES JOINTS DE TABLIER

Les principaux défauts des joints de tablier sont décrits au chapitre 8 du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*.

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 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 ayant un mouvement total supérieur à 100 mm, 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

- 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. Aux joints de tablier et aux extrémités du tablier, des manchons spéciaux 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). Ces manchons sont parfois fournis par les compagnies d'utilités publiques.

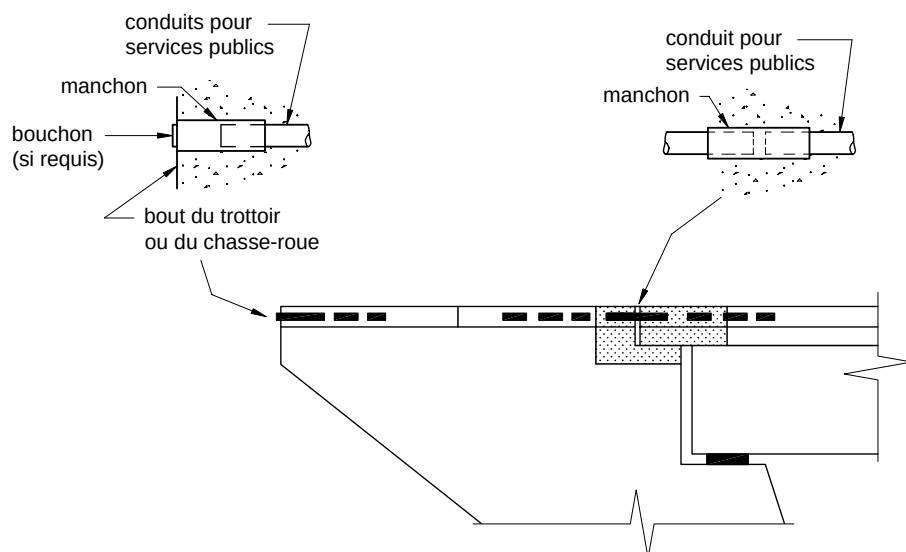


Figure 3.4-1 Manchons pour services publics

- Pour faciliter la réalisation des travaux sur les joints de tablier, il peut être nécessaire

que le Ministère demande aux compagnies d'utilités publiques 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.

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;
 - lorsque le profil longitudinal est déficient, afin d'augmenter le confort et la sécurité des usagers; ceci est obtenu en positionnant les nouveaux joints selon le meilleur profil longitudinal possible à la suite du relevé d'arpentage du dessus du béton de la dalle.

Bien que cette intervention soit surtout nécessaire lors d'un remplacement d'un joint de tablier afin d'éviter de fixer le nouveau joint à un niveau empêchant tout ajustement ultérieur de l'épaisseur ou du profil de l'enrobé, l'enlèvement complet de l'enrobé permet également, dans le cas d'une modification ou d'une élimination d'un joint, la pose d'une membrane d'étanchéité de manière à protéger la dalle et à augmenter sa durée de vie. De plus, le fait de profiter de l'interruption de la circulation lors des travaux aux joints pour refaire le revêtement sur tout le tablier permet d'éviter de perturber à nouveau la circulation ultérieurement.

Il n'est cependant pas recommandé de procéder à l'enlèvement complet de l'enrobé lorsque la reconstruction de la dalle est prévue à court ou moyen terme, car cela pourrait entraîner de coûteux et inutiles travaux de réparation de dalle. Il ne faut surtout pas non plus effectuer l'enlèvement complet de l'enrobé sur une dalle dont on ne connaît pas l'état.

- Dans le cas où l'enrobé n'est pas enlevé sur tout le tablier lors de l'élimination d'un joint de tablier à une pile, prévoir la pose d'une membrane d'étanchéité sur la partie de dalle où l'enrobé est enlevé pour étancher la microfissuration suivant l'élimination du joint.

Il faut alors s'assurer d'avoir une épaisseur minimale de 60 mm d'enrobé au-dessus de la membrane; corriger au besoin le profil longitudinal du dessus du pavage sur une certaine distance de part et d'autre du joint pour préserver le confort des usagers. Si cela n'est pas possible, il faut spécifier l'enlèvement complet de l'enrobé.

C) Dalle de transition

- Vérifier s'il existe une dalle de transition; sélectionner et modifier au besoin les dessins et les plans types appropriés. Cette vérification ne doit pas être faite uniquement à partir des plans du pont; un sondage doit également être effectué sur les lieux, car il y a souvent inadéquation entre les plans et la réalité. Ce sondage doit être effectué tout près de la ligne de centre de la route, puisque les dalles de transition datant de plusieurs années ne se prolongent pas toutes jusqu'aux murs en retour de la culée. S'il n'y a pas de dalle de transition, il est normalement possible d'en construire une, mais cela n'est nécessaire que s'il y a des problèmes de tassement persistants à l'arrière d'une culée, ou si on effectue une excavation importante derrière la culée.

D) Autres considérations

- Au besoin, prévoir de réparer ou de remplacer les diaphragmes d'extrémité et le garde-grève, et de réparer les extrémités des poutres. En effet, l'extrémité de la dalle est démolie lors de travaux majeurs relatifs aux joints de tablier, ce qui facilite grandement la réalisation des travaux qui pourraient être requis aux poutres, aux diaphragmes ou au garde-grève.
- Le devis doit préciser que toute partie de chasse-roue métallique se trouvant dans les limites de démolition doit être enlevée et mise au rebut. Il est en effet inutile de s'efforcer de conserver cette section de chasse-roue étant donné que ce concept n'est plus utilisé depuis longtemps lors de la construction d'un nouveau pont.

3.4.2 Mouvement des joints de tablier

Pour être en mesure de déterminer le type d'intervention à privilégier sur un joint de tablier, il faut connaître son mouvement total. Il peut s'agir du mouvement réel total (Δ_r) qui est mesuré directement sur le tablier, ou du mouvement théorique total (Δ_t) qui est calculé en fonction de la longueur du tablier et des écarts de température.

Dans le cas du mouvement théorique, seuls les mouvements relatifs à la variation de température sont pris en compte, car les variations de longueur résultant de phénomènes tels le retrait ou le fluage, utilisées pour le calcul des joints de tablier d'un pont neuf, disparaissent quelques années après la construction du pont.

Lorsque aucun joint de tablier n'est éliminé à une pile, le mouvement des joints existants demeure le même et c'est le mouvement réel qui doit être utilisé pour évaluer le mouvement de ces joints. La façon de calculer le mouvement réel est décrite au chapitre 4 de ce manuel. Pour les ponts ayant une longueur inférieure à 25 m, aucune mesure des mouvements n'est requise puisque ces ponts n'ont besoin d'aucun joint de tablier.

Lorsqu'on élimine un joint à une pile, il peut en résulter une augmentation des mouvements à un ou plusieurs des joints de tablier conservés; si c'est le cas, il faut utiliser le mouvement théorique pour évaluer ces mouvements. Il y a augmentation effective du mouvement à un joint de tablier conservé s'il y a augmentation de la longueur de dalle continue entre ce joint et le point fixe du pont. Ce cas est illustré dans l'exemple de la figure 3.4-2 où le joint de la pile du pont A a été éliminé; le joint se trouvant à l'unité de fondation n^o 3 voit son mouvement s'accroître parce que la longueur de dalle continue entre ce joint et le point fixe du pont augmente, passant de la longueur de la travée 2 à la longueur totale du pont.

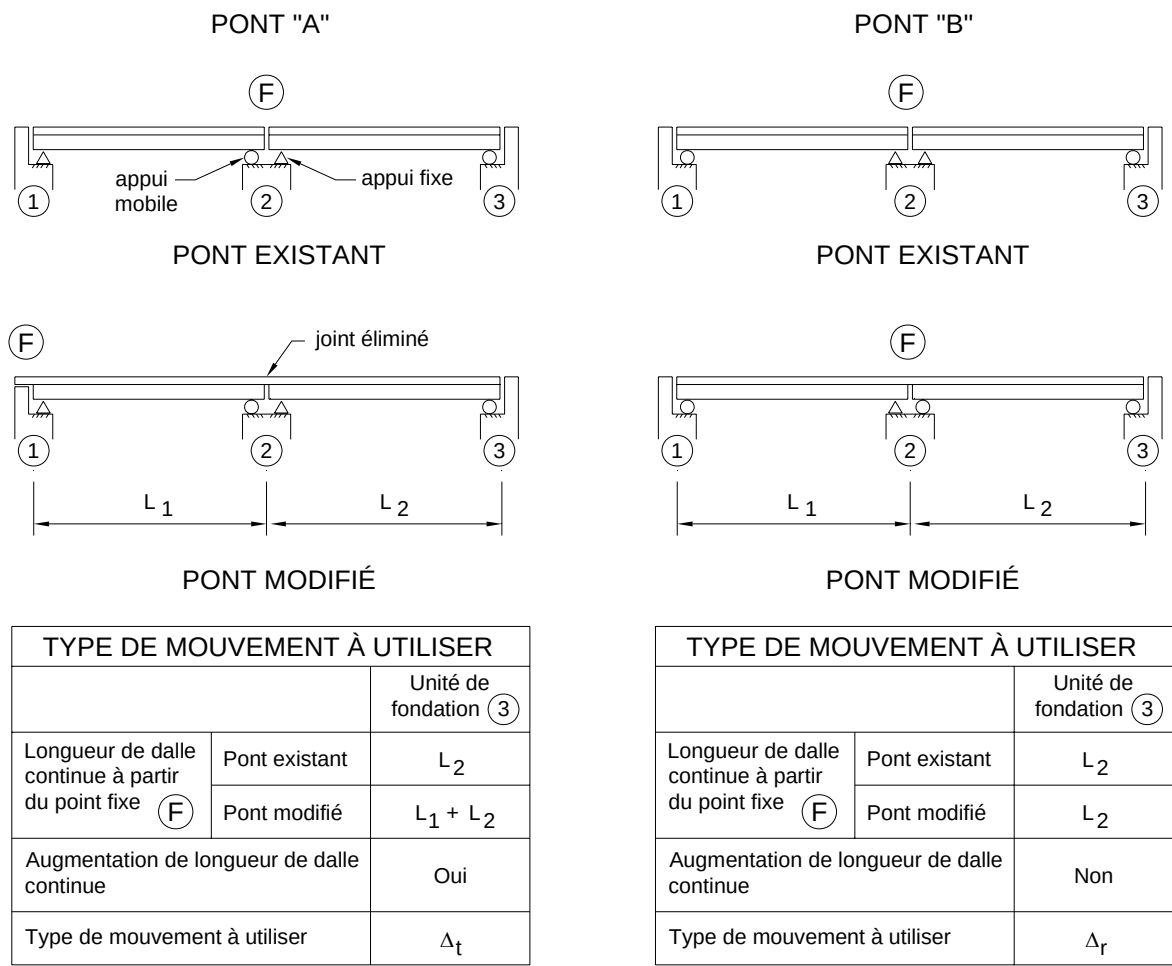


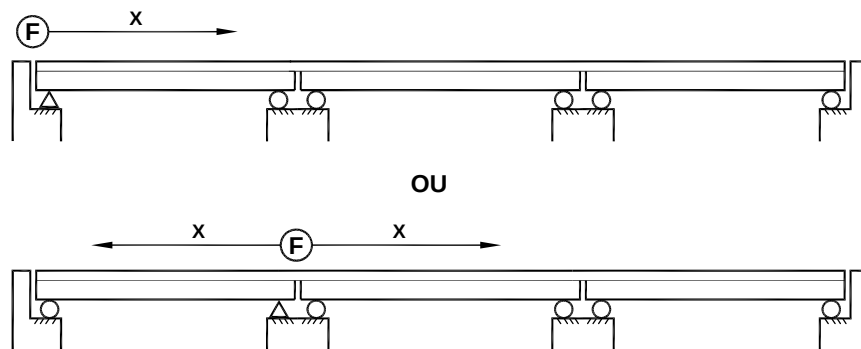
Figure 3.4-2 Exemples de choix entre mouvement réel et théorique

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.

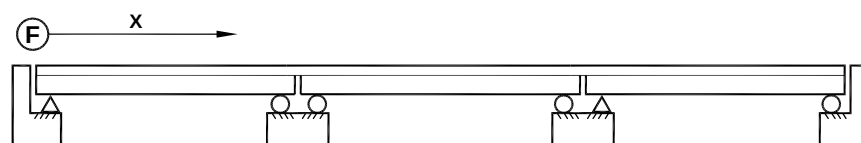
Si l'intervention retenue requiert le calcul théorique des mouvements du tablier, le mouvement en un point quelconque est calculé par rapport au point fixe du tablier (figure 3.4-3), ce dernier se trouvant :

- 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.

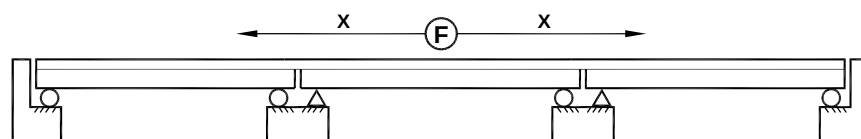
La figure 3.4-3 montre la façon de calculer le mouvement théorique selon que le pont est en béton ou à poutres d'acier.



TABLIER FIXÉ À UNE SEULE UNITÉ DE FONDATION



TABLIER FIXÉ À UNE CULÉE ET À UNE PILE



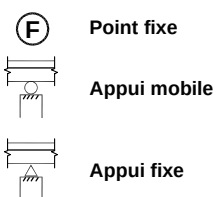
TABLIER FIXÉ À DEUX PILES

$$\Delta_{tx} = 0,77 X \quad (\text{pont à poutres en acier et dalle en béton})$$

$$= 0,55 X \quad (\text{pont à tablier en béton - poutres et dalle})$$

$$\Delta_{px} = 0,50 X \quad (\text{pont à poutres en acier et dalle en béton})$$

$$= 0,40 X \quad (\text{pont à tablier en béton - poutres et dalle})$$



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 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 envisager l'utilisation d'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'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 de type HSS devrait être utilisé lorsque la structure est localisée sur un axe autoroutier. Le joint HSS est en effet fortement recommandé sur les autoroutes à cause de sa durabilité supérieure due à l'absence d'épaulements en béton et à cause de son confort amélioré découlant de sa faible largeur.

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 ainsi 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, 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 préféablement 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 – Volume 1*.

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 » illustrée 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 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 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;**
- Δ_r ou $\Delta_t = 70$ mm;
- Biais de 15 ° ($\beta = 15$ °);
- On prévoit poser la garniture en automne (15 °C).

Mouvement total (M_t) = (Δ_r ou Δ_t) $\cos\beta$ = 70 X $\cos 15^\circ$ = 67,6 mm
 Variation de l'ouverture J par tranche de 10 °C (Δ_{10}) = $M_t \times 10/55$ = 12,3 mm

Le tableau se trouvant sur le plan type du joint de tablier se complète ainsi :

Température de pose (°C)	Ouverture J (mm)
Plus chaud (= 30)	$40 - (\Delta_{10} \times 1,5) = 22^*$
25	$40 - (\Delta_{10} \times 1,0) = 28$
15	40
5	$40 + (\Delta_{10} \times 1,0) = 52$
Plus froid (= - 25)	$40 + (\Delta_{10} \times 4,0) = 89$

Exemple 2

- **Pont en acier;**
- Δ_r ou Δ_t = 50 mm;
- Biais de 0 ° (β = 0 °);
- On prévoit poser la garniture en été (25 °C).

Mouvement total (M_t) = (Δ_r ou Δ_t) $\cos\beta$ = 50 X $\cos 0^\circ$ = 50,0 mm
 Variation de l'ouverture J par tranche de 10 °C (Δ_{10}) = $M_t \times 10/70$ = 7,1 mm

Le tableau se trouvant sur le plan type du joint de tablier se complète ainsi :

Température de pose (°C)	Ouverture J (mm)
Plus chaud (= 40)	$40 - (\Delta_{10} \times 1,5) = 29^*$
25	40
15	$40 + (\Delta_{10} \times 1,0) = 47$
5	$40 + (\Delta_{10} \times 2,0) = 54$
Plus froid (= - 30)	$40 + (\Delta_{10} \times 5,5) = 79$

* S'assurer que cette valeur n'est pas inférieure à 20 mm. Si ce n'est pas le cas, augmenter également toutes les valeurs d'ouverture du tableau pour obtenir 20 mm à la température la plus élevée.

3.4.4 Joint dalle sur culée

La réalisation d'un joint dalle sur culée consiste à prolonger la dalle du tablier au-dessus du garde-grève. L'étanchéité de ce type de joint est assurée par l'abaissement du niveau de la nappe phréatique sous le niveau de l'interface dalle-garde-grève. Si malgré

ces précautions, il y avait infiltration d'eau à cette interface, la conception du joint fera en sorte que l'eau chargée de chlorures ne pourra pas s'écouler sur les diaphragmes et les poutres qui sont des éléments de pont difficiles à réparer.

Ce joint a beaucoup d'avantages, notamment l'élimination d'un joint de tablier inconfortable pour les usagers, coûteux à installer et à entretenir, pas toujours sécuritaire pour les opérations de déneigement et qui est une source importante d'amplification des impacts des véhicules lourds passant sur le pont.

Le joint dalle sur culée doit être utilisé lorsque le mouvement du tablier à une culée est généralement inférieur à 20 mm. Cette limite de 20 mm a pour but de limiter le bris de l'enrobé à l'extrémité du tablier. La limite de 20 mm peut parfois être légèrement dépassée sur des routes à faible débit de circulation.

3.4.5 Élimination de joint de tablier

Pour un tablier à plusieurs travées discontinues, l'élimination des joints aux piles suppose la réalisation de la continuité au niveau de la dalle sur poutres ou de la partie supérieure d'une dalle épaisse tout en laissant les poutres ou la partie inférieure de la dalle épaisse discontinues.

Bien que l'élimination de joint soit parfois complexe, cette intervention est très rentable, car elle permet de supprimer une cause de dommages continuels. Elle favorise aussi la douceur de roulement pour les véhicules et réduit donc d'autant la charge due aux effets dynamiques sur le tablier, tout en augmentant la sécurité des opérations de déneigement.

L'amélioration du comportement du pont par rapport aux séismes est un autre avantage qui résulte de l'élimination des joints aux piles. La suppression du joint empêche en effet le tablier de se déplacer et de tomber au bas des piles, ce qui est le mode d'effondrement le plus courant lors d'un tremblement de terre.

Si le concepteur a à choisir entre un joint dalle sur culée et l'élimination d'un joint à une pile, il devrait privilégier l'élimination du joint à une pile et localiser le joint de tablier à la culée. Ceci s'explique notamment par le fait qu'une pile est normalement plus difficile d'accès qu'une culée pour d'éventuels travaux de réparation. Mentionnons aussi le fait qu'une pile étant un élément généralement mince et élancé, la réparation n'est pas aussi simple que celle d'une culée; de plus, les surfaces à réparer sont généralement plus importantes.

Il est important de noter qu'il ne faut pas éliminer de joints si cela implique le remplacement d'un joint à simple garniture par un joint à plus d'une garniture.

Trois conditions principales doivent être respectées pour éviter que l'élimination de joints aux piles entraîne certains problèmes :

- aux appuis, les tabliers doivent être en mesure d'effectuer leur mouvement de rotation;
- les déplacements éventuellement imposés aux piles doivent être vérifiés pour s'assurer qu'elles ne risquent pas de fissurer;
- la capacité de mouvement des appareils d'appui des unités de fondation doit être vérifiée.

Mouvement de rotation des tabliers

Alors que la rotation des tabliers produit un déplacement longitudinal au niveau du joint de tablier, ce déplacement se fait plutôt au niveau des appareils d'appui si la dalle est continue au droit de la pile. Pour que le mouvement de rotation des tabliers soit assuré après l'élimination d'un joint de tablier, il est nécessaire qu'une et seulement une des travées s'appuyant sur la pile soit supportée par des appareils d'appui mobiles (figure 3.4-4) et que les poutres ou la partie inférieure de la dalle épaisse demeurent discontinues.

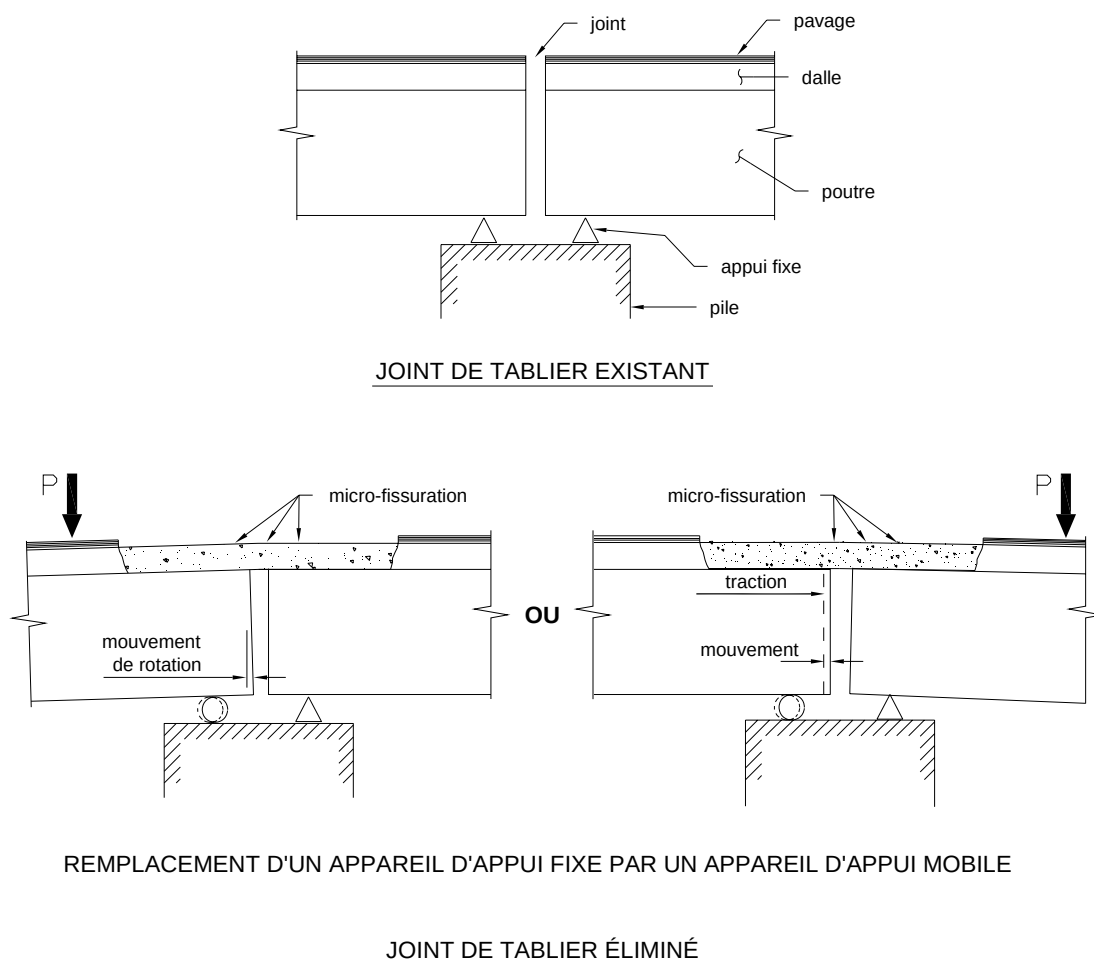


Figure 3.4-4 Élimination de joint de tablier – Mouvement de rotation des poutres

Dans le cas où la transformation d'une partie des appareils d'appui fixes en appareils mobiles est choisie, il faut aussi s'assurer que le système d'ancrage fixant le tablier à la pile a une capacité au moins équivalente à celui qui existait auparavant, et ce, afin de conserver à tout le moins le comportement antisismique d'origine. Pour un pont en béton, il peut s'agir d'ajouter des ancrages additionnels, notamment au moyen de tiges insérées à la suite de forages réalisés depuis le dessus du tablier. Pour un pont en acier, des ancrages de plus grande capacité peuvent être ajoutés aux appareils demeurés fixes de la manière montrée à la figure 3.4.5.

Le mouvement de rotation des tabliers entraîne une fissuration tout à fait normale sur le dessus du béton de la dalle; un ajout d'acier d'armature dans la dalle est fait au droit de la pile pour bien répartir cette fissuration. La présence de celle-ci ne réduit en rien la pertinence de procéder à l'élimination du joint, d'autant plus que la seule autre possibilité est la mise en place d'un joint de tablier avec ce que cela entraîne comme problèmes. Lorsqu'on élimine un joint au-dessus d'une pile, il faut cependant prévoir la pose d'une membrane d'étanchéité pour étancher la fissuration de la dalle.

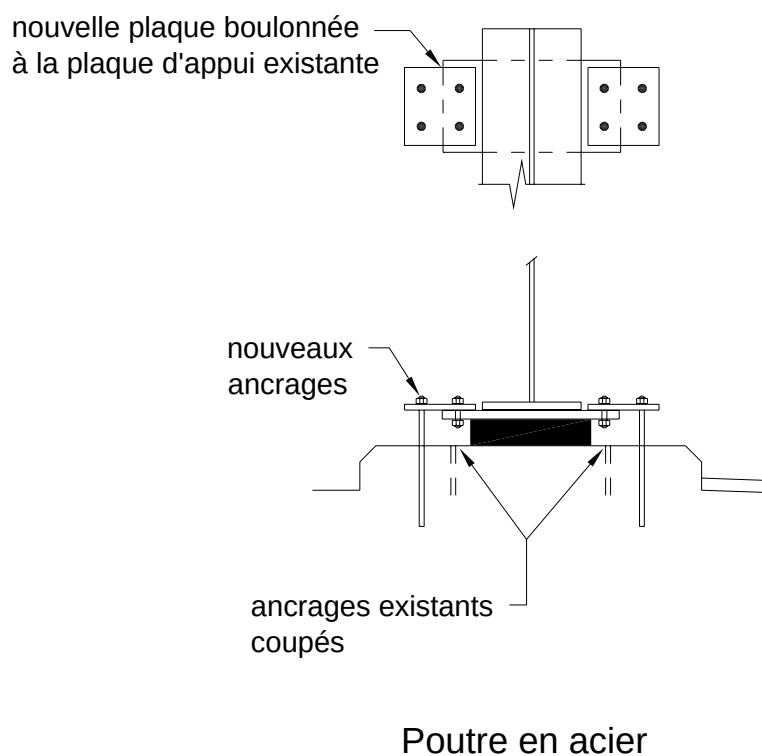


Figure 3.4-5 Modification de la fixité d'un appareil d'appui

Déplacement imposé à une pile

Lorsque la disposition des appareils d'appui fait en sorte que le tablier est fixé à plus d'une unité de fondation, il est possible qu'un déplacement soit imposé à la tête d'une pile (Δ_p). Pour éviter des problèmes de fissuration aux piles, le déplacement calculé Δ_p de toutes les piles (figure 3.4-3) doit être inférieur à 15 mm pour une pile de plus de 10 m de hauteur appuyée sur le roc ou pour une pile de plus de 6 m de hauteur non appuyée sur le roc, la hauteur étant mesurée à partir du dessous de la semelle.

Une pile dont la hauteur est inférieure à ces valeurs est considérée trop rigide pour tolérer un déplacement ($\Delta_p=0$). Pour cette pile de faible hauteur ainsi que pour une pile de hauteur importante, mais ayant un déplacement Δ_p supérieur à 15 mm, il faut remplacer les appareils d'appui fixes par des appareils d'appui mobiles aux extrémités des deux travées s'appuyant sur la pile.

Ce raisonnement ne s'applique généralement pas pour une pile en rivière, puisque celle-ci n'a pas été conçue pour être autoportante pour résister seule à la pression des glaces; dans ce cas, il faut conserver le joint à la pile ou choisir une autre option d'intervention susceptible d'abaisser le déplacement imposé Δ_p sous la barre des 15 mm. Par contre, si la pile peut résister seule à la pression des glaces ou si celle-ci est hors d'atteinte des glaces, on peut procéder à l'élimination du joint. Dans le cas d'une hauteur de glaces peu importante par rapport à celle de la pile, il est recommandé de consulter un ingénieur spécialiste en structures pour déterminer s'il est possible de procéder à l'élimination du joint.

Capacité de mouvement des appareils d'appui

L'élimination d'un joint de tablier à une pile peut impliquer le remplacement ou la modification d'appareils d'appui aussi bien à la pile où le joint est éliminé qu'à d'autres unités de fondation. Ces interventions sont requises pour assurer la rotation des poutres, ou pour tenir compte de l'augmentation du mouvement du tablier.

3.4.6 Choix d'interventions sur les joints

Les possibilités d'interventions sur les joints varient largement en fonction de la longueur des travées, du type et de la disposition des appareils d'appui ainsi que des mouvements théoriques ou réels du tablier aux joints.

Le tableau 3.4-2 présente différentes possibilités de joint dalle sur culée ou d'élimination de joint pour des ponts à travées continues (TC), à deux travées simples (TD) ou à trois travées simples (TT).

Pour chaque disposition existante des appareils d'appui et des discontinuités du tablier, le tableau indique les interventions à privilégier. Les options d'interventions sont classées selon l'ordre d'intervention le moins coûteux et qui nécessite le moins

d'entretien ultérieur, l'option 1 devant être privilégiée en premier, et ainsi de suite.

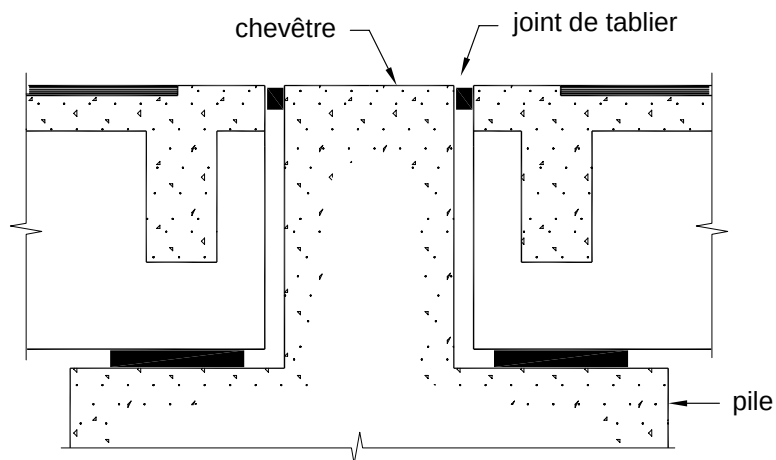
Mentionnons qu'aucune option d'intervention ne prévoit la pose d'un joint de tablier à une pile, car cette option est trop coûteuse; cette option doit par contre être considérée pour un pont de grande envergure. Mentionnons aussi qu'aucune option d'intervention ne prévoit, à une culée, le remplacement des appareils d'appui fixes par des appareils d'appui mobiles afin de ne pas augmenter la charge sismique à d'autres unités de fondation. Pour les mêmes raisons, aucune option d'intervention ne prévoit, à une pile, le remplacement de tous les appareils d'appui fixes par des appareils mobiles.

Le tableau 3.4-2 ne couvre cependant pas les cas suivants :

- deux joints de tablier à une pile, un de chaque côté du chevêtre (figure 3.4-6);
- joint de tablier situé entre deux unités de fondation (figure 3.4-6);
- pont à poutres triangulées.

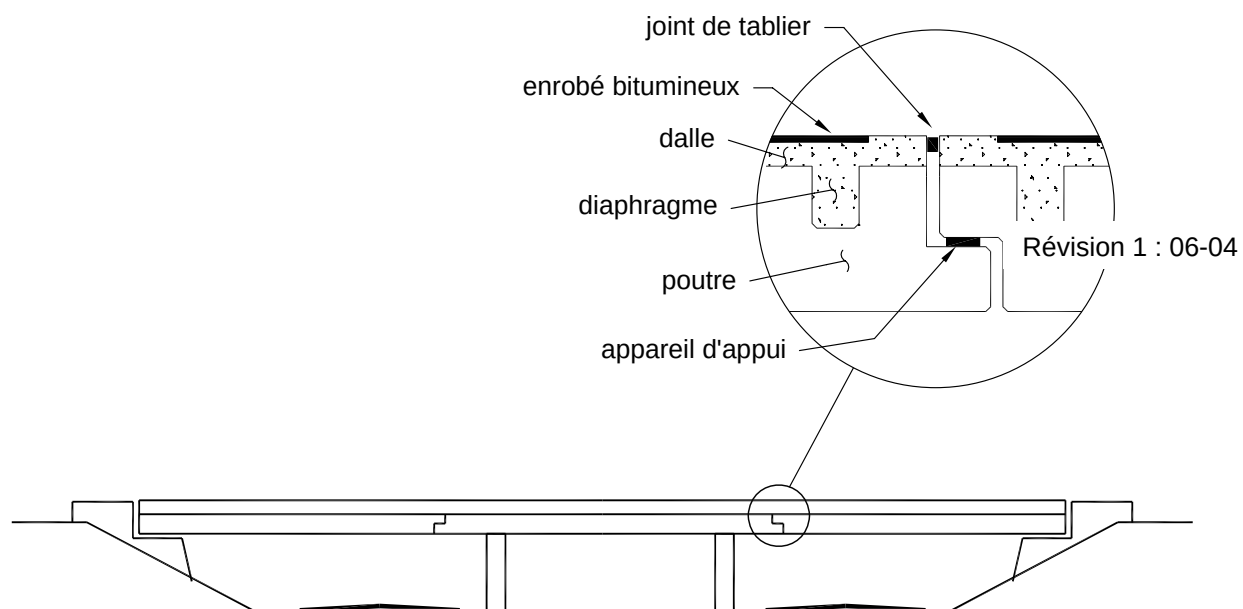
Pour les ponts de plus de trois travées et pour ceux dont l'arrangement n'est pas prévu au tableau 3.4-2, il est préférable de consulter un ingénieur en structure pour déterminer les possibilités d'interventions les plus appropriées. Cette recommandation s'applique également aux ponts où il serait très difficile d'éliminer un joint ou de remplacer ou modifier les appareils d'appui. De plus, dans le cas où le concepteur pense qu'il serait possible d'éliminer la fixité d'une travée à une culée, ou de deux travées à une pile, à cause du faible élancement de l'unité de fondation concernée, il doit vérifier, ou faire vérifier par un ingénieur en structure, si cela est possible tout en conservant une résistance sismique équivalente.

Pour utiliser le tableau 3.4-2, il faut connaître le mouvement réel ou théorique (Δ_r ou Δ_t) et la disposition existante des appareils d'appui, calculer le déplacement imposé aux piles (Δ_p) et s'assurer de la possibilité de faire les changements requis aux appareils d'appui et de conserver le mouvement de rotation des tabliers.



Pile avec deux joints de tablier

Révision 2 : 06-04



Joint de tablier entre deux unités de fondation

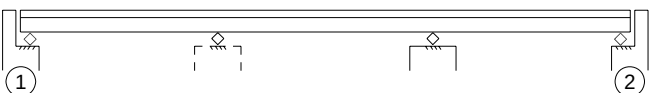
Figure 3.4-6 Dispositions particulières de joints

Tableau 3.4-2 Interventions sur joints de tablier

LÉGENDE	
APPAREILS D'APPUI	CODE D'ARRANGEMENT
 Appui mobile existant	TC pont à une travée ou pont à deux ou trois travées continues
 Nouvel appui mobile	TD pont à deux travées
 Appui fixe existant	TT pont à trois travées
 Appui existant fixe ou mobile, simple ou jumelé	
 Appui et unité de fondation facultatifs	
JOINTS	
 Joint de tablier à une pile	
 Maintien ou remplacement de joint de tablier à une culée (voir activité 3051)	
 Joint dalle sur culée (voir activité 3052)	
 Élimination de joint de tablier à une pile (voir activité 3053)	
MOUVEMENTS	
Δ_r Mouvement total réel mesuré (mm)	
Δ_t Mouvement total théorique calculé (mm)	
Δ_p Déplacement imposé à une pile (mm)	
J Indique le mouvement (Δ_r ou Δ_t) à utiliser pour le dimensionnement du nouveau joint de tablier	
CRITÈRES	
 Vérification de la capacité de l'appareil d'appui existant à reprendre un transfert de mouvement	
 Arrangement des appareils d'appui à la pile à ne pas inverser	
 La capacité du système d'ancrage à la pile de cette travée doit être augmentée afin d'être au moins équivalente à la capacité totale du système d'ancrage d'origine (2 travées)	

(suite page suivante)

(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)	
TC1	EXISTANT					
	option 1	①	≤ 20			
		②	≤ 20			
	option 2	①	≤ 20			
		②	J			
	option 3	①	J			
		②	J			

(suite page suivante)

(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)	
TD1	EXISTANT					
	option 1	①	≤ 20			
		③	≤ 20			
	option 2	①	J			
		③	≤ 20			
	option 3	①	J			
		③	J			
TD2	EXISTANT					
	option 1	②			≤ 15	
		③		≤ 20		
	option 2	②			≤ 15	
		③		J		

* Voir les conditions à la section 3.4.5

(suite page suivante)

(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)	
TT1	EXISTANT					
	option 1	③			≤ 15	
		④		≤ 20		
	option 2	③			≤ 15	
		④		J		
TT2	EXISTANT					
	option 1	①		≤ 20		
		③			≤ 15	
		④		≤ 20		
	option 2	①		≤ 20		
		③			≤ 15	
		④		J		
	option 3	①		J		
		③			≤ 15	
		④		J		

* Voir les conditions à la section 3.4.5

(suite page suivante)

(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 7 du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*.

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 – Volume 1*.

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.

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 de plaques 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 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 la dalle de béton à l'occasion.

Il est important aussi de vérifier l'état des poutres de levage ou des diaphragmes. 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.

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, empêchent tout mouvement vertical du tablier. 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 peut être requis lors des travaux.

3.5.3 Fixation du tablier

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 sur 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 à élastomère fretté, 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 sur place, l'appareil peut être fixé en utilisant, si elle existe, la plaque en acier où était fixé l'ancien appareil. Les appareils à 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 à 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 le calcul des efforts horizontaux, 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 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 structuralement. Il faut également éviter d'intercepter des barres verticales lors du forage du trou, car l'extraction de la carotte de béton sera impossible dans cette situation.

Lorsqu'un pont est en pente, il faut prévoir l'utilisation d'une plaque biseautée si on ne peut pas utiliser la plaque existante.

3.6 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 proposées 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, il peut être utile de mentionner les caractéristiques suivantes :

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

- Pour les unités de « dizaine » (partiellement applicables) :
 - XY1Z : activités associées aux éléments d'unité de fondation;
 - XY2Z : " " " " de système structural;
 - XY3Z : " " " " de tablier.

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 la résistance sismique 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 DE SIGNALISATION

ACTIVITÉ
2011

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 3, normes 3101, 3201, 3202 et 3203.

DESCRIPTION

Opération consistant à installer, remettre en état ou remplacer la signalisation concernant une structure.

NIVEAU DE QUALITÉ

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 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, Dispositions générales, Section III « Installation de la signalisation ».
3. Pour la réparation de panneaux endommagés ou déficients, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 3, norme 3101 « Entretien de la signalisation existante ».
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.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PANNEAUX DE SIGNALISATION

ACTIVITÉ
2011

DATE
2006-04-18

PAGE
2 de 2

Notes

- . 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 3, norme 3101 « Entretien de la signalisation existante ».
- . Pour la réparation et l'entretien des bases servant de support aux installations aériennes, se référer au Tome VI – Entretien, chapitre 3, norme 3201 « Entretien des bases ».
- . Pour la réparation et l'entretien d'installations de signalisation aérienne, se référer au Tome VI – Entretien, chapitre 3, normes 3202 « Entretien des installations sur structures latérales » et 3203 « Entretien des installations sur structures en portique ».
- . Pour l'entretien de la signalisation, se référer au Règlement sur la signalisation routière au Québec, Dispositions générales, Section IV.

CORRECTION DE REMBLAI

ACTIVITÉ
2021

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Correction du remblai d'approche et de la protection de talus par l'ajout de matériaux.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Perte de matériaux compromettant la stabilité du remblai d'approche.
- . Perte ou désintégration des matériaux de protection de talus compromettant la stabilité du remblai ou de l'élément de fondation protégé.

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 4051) 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 de ciment ou de l'enrobé.

CORRECTION DE REMBLAI

ACTIVITÉ
2021

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 4

B) Remblai avec protection de talus

1. Nettoyer la zone à corriger de tout débris et de toute végétation.
2. Comblir 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) et la prolonger au besoin pour une plus grande stabilisation à la base.

Notes

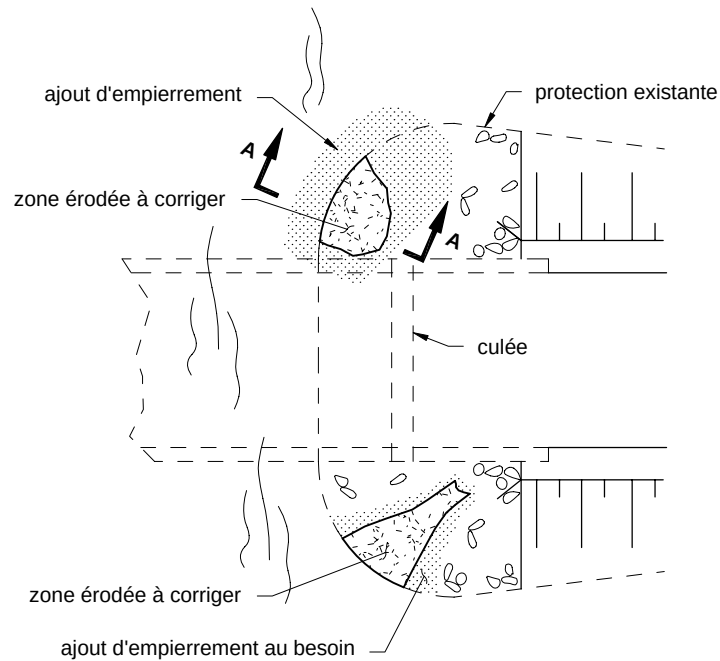
- . Si c'est nécessaire, corriger le drainage à l'approche (activité 4051).
- . Le béton maigre ou le remblai sans retrait peut être utilisé pour remplir les cavités; l'avantage de ce type de matériau est qu'il est facile à mettre en place.
- . La perte de matériau à proximité d'un mur en retour peut 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.

CORRECTION DE REMBLAI

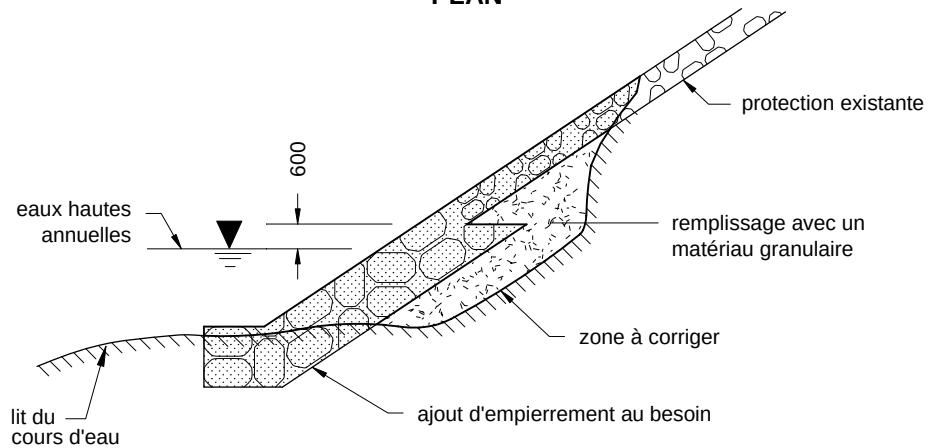
ACTIVITÉ
2021

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 4



PLAN



COUPE A-A

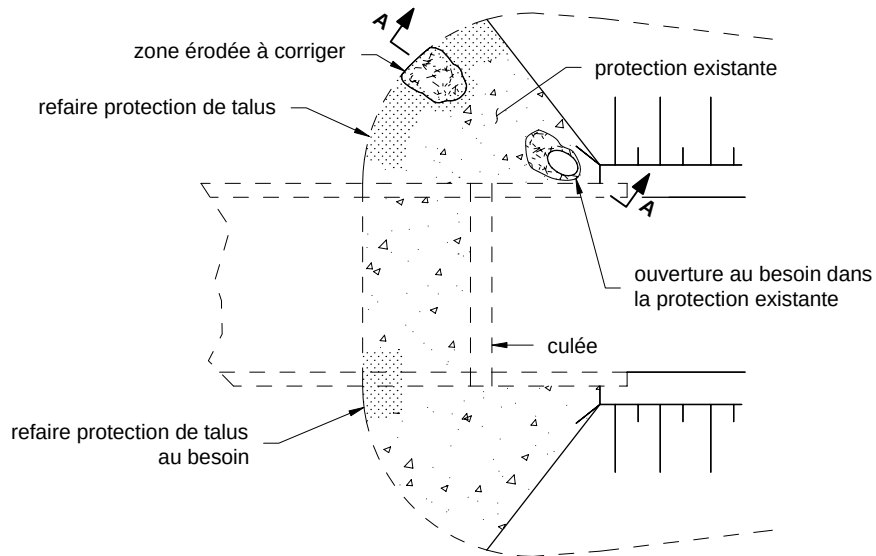
REMBLAI ET PROTECTION DE TALUS D'UN PONT SUR RIVIÈRE

CORRECTION DE REMBLAI

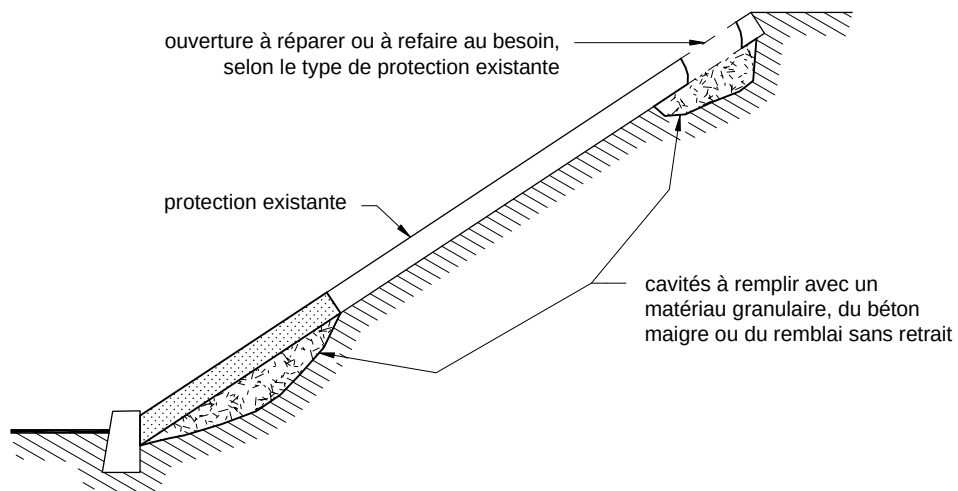
ACTIVITÉ
2021

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 4



PLAN



COUPE A-A

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

CORRECTION D'ÉPAULEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
2051

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation des parties d'épaulements en béton d'un joint de tablier qui sont endommagées ou inconfortables pour les usagers.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

Joint ouvert dont le mouvement réel total est supérieur à 100 mm

- . Désagrégation moyenne du béton de l'épaulement du joint.
- . Différence de pente ou d'élévation entre le joint et l'enrobé adjacent, compromettant le confort et la sécurité des usagers.

Autres types de joints

- . Désagrégation moyenne du béton de l'épaulement sur moins de 20 % de la longueur du joint.
- . Différence de pente ou d'élévation entre le joint et l'enrobé adjacent, compromettant le confort ou la sécurité des usagers.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Délimiter par un trait de scie les surfaces de béton à réparer et les surfaces d'enrobé à enlever.
2. Enlever le béton non sain et l'enrobé entourant les parties à réparer.
3. Nettoyer au jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide les surfaces de béton à conserver et devant faire contact avec le nouveau béton.
4. Installer les coffrages et procéder à la mise en place du béton.

CORRECTION D'ÉPAULEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
2051

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

5. Enlever les coffrages.
6. Poser l'enrobé à proximité des surfaces réparées.

Notes

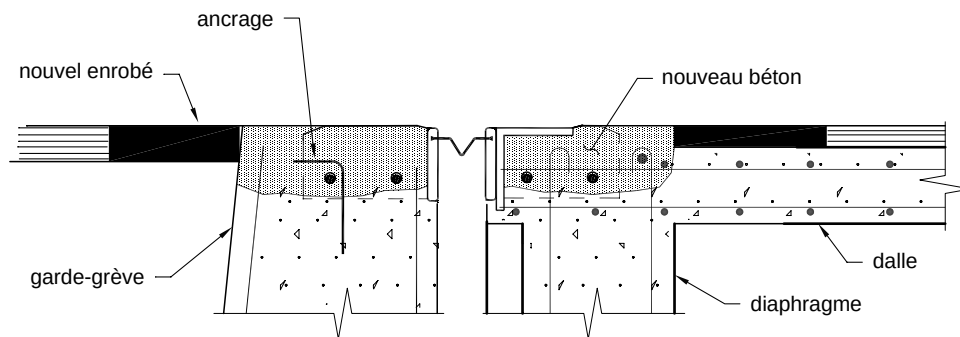
- . Généralement, la correction d'épaulement d'un joint de tablier n'est envisagée que lorsque le rapiéçage à l'enrobé (activité 4031) ne donne pas de bons résultats (mauvaise adhérence au béton, épaisseur de rapiéçage supérieure à 75 mm).
- . Si c'est nécessaire, réparer les éléments en acier dégagés par l'enlèvement du béton, surtout les ancrages (activité 2052).
- . Pour un pont situé sur une route dont le DJMA est supérieur à 5000, il peut être avantageux, dans certains cas, de ne pas corriger l'épaulement d'un joint même si la longueur du joint affectée est inférieure à 20 %. Il faut privilégier plutôt le remplacement de joint de tablier, la modification de joint de tablier à une culée, ou l'élimination de joint de tablier à une pile (activités 3051, 3052 et 3053). Inversement, lorsque le DJMA est inférieur à 5000, il peut être avantageux dans certains cas de corriger l'épaulement d'un joint de tablier même si la longueur du joint affectée est supérieure à 20 %.
- . Pour un joint de tablier ouvert dont le mouvement réel total est supérieur à 100 mm et dont le béton de l'épaulement présente une désagrégation moyenne affectant plus de 20 % de la longueur du joint, il n'est pas recommandé de corriger l'épaulement lorsque les éléments en acier du joint ne sont pas en bon état (durée de vie résiduelle inférieure à 10 ans) ou lorsque le mouvement de tablier est empêché par une anomalie de fonctionnement du joint difficilement réparable. Dans ces cas, envisager plutôt le remplacement du joint de tablier (activité 3051).
- . La correction du béton de l'épaulement peut être réalisée seulement sur une partie de voie carrossable de façon à pouvoir maintenir la circulation pendant les travaux.

CORRECTION D'ÉPAULEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

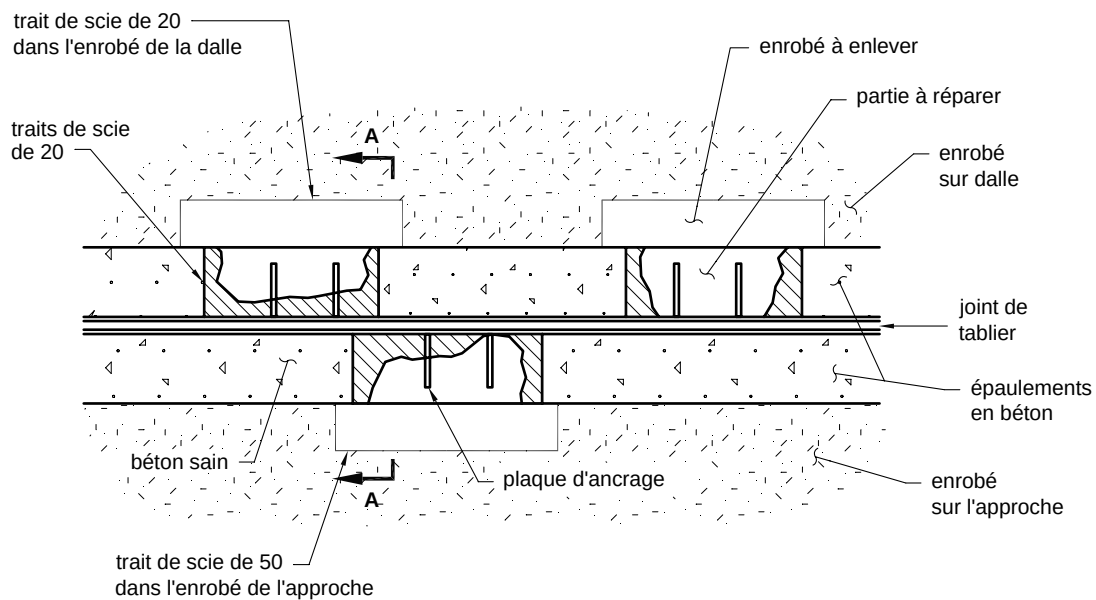
ACTIVITÉ
2051

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



COUPE A-A



VUE EN PLAN

CORRECTION D'ÉPAULEMENT D'UN JOINT DE TABLIER À GARNITURE ENCLENCHÉE

CORRECTION D'ÉLÉMENT EN ACIER D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
2052

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Correction des éléments en acier d'un joint de tablier qui sont desserrés, dessoudés, fissurés, brisés ou mal positionnés afin d'assurer la sécurité des usagers et de prolonger, si possible, la durée de vie du joint.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Cornière d'épaulement

- . Fissure dans les cornières ou rupture des ancrages fixant la cornière au béton de l'épaulement.

B) Autres éléments en acier

- . Desserrage ou rupture des boulons ou rupture des soudures reliant les éléments en acier d'un joint ouvert.
- . Rupture des ancrages ou des boulons fixant les éléments au béton de l'épaulement d'un joint ouvert.
- . Bris, rupture ou fissure des doigts, dents, plaques du dessus, dalots ou autres éléments d'un joint ouvert.
- . Décalage vertical de plus de 10 mm entre deux éléments en acier d'un joint ouvert faisant saillie sur laquelle peuvent venir buter les équipements de déneigement ou qui peut compromettre le confort et la sécurité des usagers.
- . Séparateurs dessoudés de leurs supports ou faisant saillie au-dessus d'un joint modulaire.

CORRECTION D'ÉLÉMENT EN ACIER D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
2052

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Cornière d'épaulement

1. Couper au chalumeau les parties horizontales des sections de cornière qui sont fissurées ou mal assujetties au béton de l'épaulement par suite de la rupture d'ancrages.
2. Couper les ancres fissurés au niveau du béton à conserver.
3. Procéder au rapiéçage à l'enrobé de l'épaulement (activité 4031) ou à la correction d'épaulement d'un joint de tablier (activité 2051).

B) Autres éléments en acier

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

Notes

- . La correction de certains éléments en acier peut exiger certains travaux de correction ou de remplacement des épaulements en béton (activité 2051).
- . Il est recommandé d'effectuer une expertise de l'ensemble du joint de tablier pour évaluer s'il y a lieu de corriger l'élément en acier. Dans certains cas, les seules corrections à effectuer jusqu'au remplacement du joint de tablier seront celles touchant la sécurité des usagers.

DÉBLOCAGE D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
2053

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Enlèvement d'objets ou débris qui sont localisés :

- . vis-à-vis de la garniture d'un joint à garniture comprimée ou enclenchée;
- . entre les éléments d'un joint ouvert;
- . entre l'extrémité d'une travée et le garde-grève;
- . entre l'extrémité d'une travée et l'extrémité d'une travée adjacente.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Présence d'objets ou de débris empêchant le mouvement du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Enlever les objets ou les débris en prenant bien soin de ne pas endommager les différents éléments du joint, en particulier la garniture.

Notes

- . On peut détecter si des objets ou des débris en béton, en bois ou en métal entre l'extrémité d'une travée et le garde-grève ou une travée adjacente, empêchent ou gênent le mouvement du tablier, lors du nettoyage sous le tablier (activité 1011) et du dessus de tablier (activité 1012), ou à la suite d'une inspection.
- . L'enlèvement des objets ou débris doit être effectué avant l'été, c'est-à-dire avant la dilatation du tablier. Si la température est trop élevée et qu'il est impossible de les enlever, il faut attendre que la température baisse, afin d'avoir un plus grand jeu entre l'élément de la structure et l'objet à enlever.
- . Les coffrages laissés en place sous le joint lors des travaux de construction ou d'entretien sont considérés comme des débris empêchant le mouvement du tablier et doivent donc être enlevés.

DÉBLOCAGE D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
2053

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

- . Si l'ouverture libre du joint nécessaire au mouvement du tablier est encombrée d'objets ou de débris difficiles ou impossibles à enlever ou de matériaux tel le béton provenant de travaux mal faits, il peut être préférable de remplacer le joint de tablier (activité 3051), de réaliser un joint dalle sur culée (activité 3052) ou d'éliminer le joint de tablier à une pile (activité 3053).

SCELLEMENT DE FISSURES DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
2061

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1106.

DESCRIPTION

Obturation des fissures en vue de rendre le revêtement moins perméable.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Apparition de fissures simples sur la surface de l'enrobé du pont et de la route sur laquelle il est situé.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1106 « Colmatage de fissures (enrobé) ».

Note

- . Il n'est pas économique de procéder au colmatage de fissures si celles-ci sont limitées à l'enrobé du pont.
- . Respecter les taux minima et maxima de colmatage de fissures indiqués au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1106 « Colmatage de fissures (enrobé) ».

RAPIÉÇAGE À L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
2062

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1102.

DESCRIPTION

Réparation d'une partie restreinte de la surface de roulement en enrobé sur une structure ou sur l'approche d'une structure.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Fissure large, nid-de-poule ou dégradation de la couche d'enrobé compromettant le confort et la sécurité des usagers.
- . Affaissement de plus de 30 mm de l'enrobé à l'approche, causant un impact important sur la structure ou sur l'approche.
- . Usure, désagrégation ou éclatement du béton, décalage vertical ou autre défaut du joint de tablier, compromettant le confort et la sécurité des usagers.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1102 « Rapiéçage manuel à l'enrobé ».

Notes

- . Lorsque la dégradation de l'enrobé est accompagnée d'une détérioration importante de la dalle de béton, il faut considérer une correction de la dalle (activité 2131).
- . Lorsque le rapiéçage à l'enrobé d'un épaulement d'un joint de tablier ne peut corriger les défauts, il faut envisager une correction d'épaulement du joint (activité 2051).
- . Lorsque l'affaissement de l'enrobé à l'approche est très important, il est recommandé d'envisager une correction du profil à l'approche (activité 3066).

RAPIÉÇAGE AU MATÉRIAU GRANULAIRE

ACTIVITÉ
2063

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, normes 1201, 1202 et 1203.

DESCRIPTION

Réparation d'une partie restreinte de la surface de roulement en matériau granulaire de l'approche d'une structure.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Affaissement ou soulèvement du matériau granulaire de l'approche immédiate de la structure compromettant le confort ou la sécurité des usagers.
- . Érosion ou absence localisée du matériau granulaire de la surface de roulement causant un impact important sur la structure ou sur l'approche.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1201 « Rapiéçage au matériau granulaire ».

Note

- . Si la surface de roulement à l'approche est fortement détériorée ou qu'elle ne permet pas un drainage adéquat des eaux de ruissellement, il faut envisager un grattage et une mise en forme (norme 1203, Tome VI) ou bien un rechargement de la chaussée en matériau granulaire (norme 1202, Tome VI).

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
2071

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Élément de glissière endommagé, section renversée ou panneau manquant constituant un danger pour les usagers.

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.
4. Fixer solidement avec des ancrages ou des boulons une glissière en tôle ondulée (GTOG) à un ou plusieurs poteaux existants de façon à obtenir un niveau de protection acceptable.

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
2071

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

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 rétro réfléchissante.
3. Les éléments de glissière en béton doivent généralement être ancrés au tablier, sauf si les conditions permettent l'utilisation d'une glissière de niveau de performance NP-1, et que celle-ci peut être installée à plus de 500 mm du côté extérieur de la dalle.
4. S'assurer que la glissière ne constitue pas elle-même une source de danger pour les usagers en prévoyant des transitions sécuritaires.

Notes

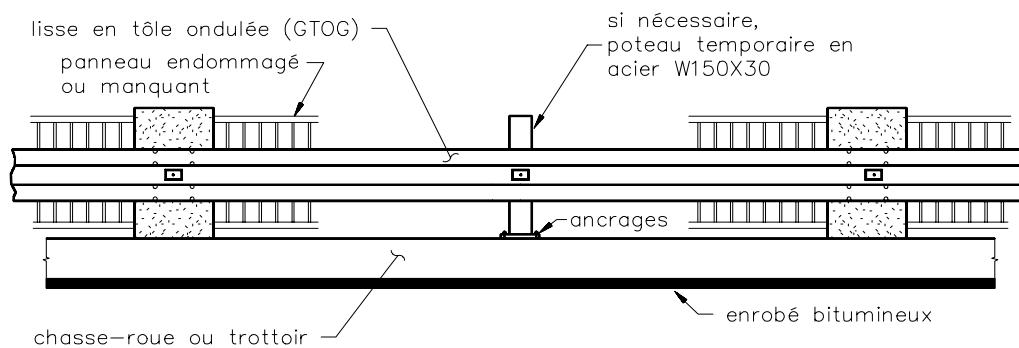
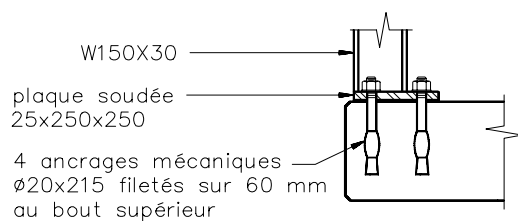
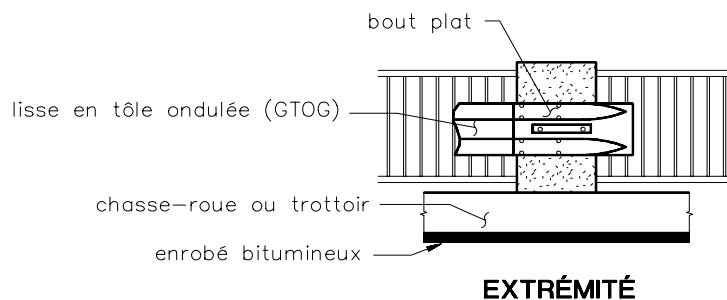
- . Une réparation de glissière (voir activité 3071) ou un remplacement de glissière (voir activité 3073) doit normalement être prévu à la suite des travaux de consolidation.
- . Dans certains cas, lorsque les pièces sont disponibles et qu'il est possible d'effectuer les travaux immédiatement, une réparation 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 (GTOG fixée à la glissière existante, glissière en béton, ou bien glissière en acier ancrée à la dalle).
- . Lorsque l'utilisation de glissières 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.
- . Lorsqu'une consolidation de glissière sur toute la longueur d'un pont est réalisée à l'aide d'une glissière « temporaire » (par exemple une glissière en acier de type 210), cette dernière pourra être récupérée et réutilisée dans le cadre d'un futur projet d'entretien sur le pont.

CONSOLIDATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
2071

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



CONSOLIDATION AVEC LISSE EN TÔLE ONDULÉE

ENLÈVEMENT DE FRAGMENTS DE BÉTON

ACTIVITÉ
2101

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Travaux consistant à enlever les fragments de béton détachables des surfaces situées au-dessus d'un emplacement accessible à la circulation piétonnière ou motorisée (voie ferrée, voie de circulation, aire de stationnement, piste cyclable, trottoir, sentier piétonnier, etc.).

NIVEAU DE QUALITÉ:

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.
3. S'assurer de l'intégrité du béton autour des surfaces dégagées en les nettoyant à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau haute pression (pression 15 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.

Notes

- . Afin de limiter la durée de l'intervention, l'accès aux surfaces doit se faire préféablement à l'aide d'un engin motorisé muni d'une nacelle. Lorsque les surfaces sont situées au-dessus d'une voie ferrée, vérifier l'horaire de passage des trains.
- . Le béton doit être enlevé à l'aide d'outils manuels comme une tige en acier à bout effilé ou aplati, d'un marteau pneumatique de 7 kg, d'un jet d'eau haute pression ou d'un jet d'air.
- . Toutes les dispositions doivent être prises pour assurer la sécurité des travailleurs et des utilisateurs de l'emplacement tout au long de l'opération.

RÉPARATION TEMPORAIRE DE DALLE

ACTIVITÉ
2131

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 6

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Mesures de sécurité et réparation temporaires pour une dalle, généralement sur poutres, qui est défoncée localement.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Dalle défoncée localement ou susceptible d'être défoncée à court terme par le passage d'un véhicule lourd à cause d'une corrosion très importante des armatures ou d'une zone de béton disloqué observées sous la dalle.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Mesures temporaires relatives à la sécurité

1. Installer une signalisation de danger ou une signalisation de travaux routiers.
2. Si c'est nécessaire, mettre en place une plaque d'acier pour recouvrir la surface en cause en attendant l'exécution des travaux de correction de la dalle.
 - . La plaque d'acier doit avoir une épaisseur minimale de 19 mm et son contour doit dépasser d'au moins 600 mm le contour de la surface défoncée.
 - . La plaque doit être fixée à la dalle avec des boulons ou des ancrages mécaniques ou chimiques de 19 mm de diamètre, disposés à 600 mm c/c.
 - . Une transition en enrobé doit aussi être effectuée sur le contour de la plaque de manière à diminuer l'impact des véhicules et l'inconfort des usagers.
 - . Après ces travaux, la signalisation doit, s'il y a lieu, être adaptée à l'obstacle que constitue la plaque de recouvrement.

RÉPARATION TEMPORAIRE DE DALLE

ACTIVITÉ
2131

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 6

Notes

- . Des mesures temporaires relatives à la sécurité doivent être entreprises dès qu'on a connaissance que la dalle d'un pont est défoncée ou susceptible de l'être.
- . Une plaque de 19 mm est suffisante pour supporter la charge de roue des véhicules lourds dans le cas d'un trou de longueur et de largeur inférieures à 1 m. Pour un trou plus grand, l'épaisseur de la plaque doit être déterminée par calcul.
- . Lorsque l'on ne dispose pas d'une plaque suffisamment grande, on peut utiliser un assemblage de plaques soudées.
- . La stabilité de la plaque doit être vérifiée par des inspections effectuées à intervalles réguliers.

B) Réparation temporaire de la dalle

1. Indiquer à l'aide de peinture la surface approximative de dalle à réparer.
2. Délimiter par un trait de scie de 50 mm la surface d'enrobé à enlever. Cette surface doit dépasser d'environ 600 mm le pourtour de la surface de béton à enlever.
 - . La profondeur du trait de scie doit être diminuée au besoin pour ne pas toucher à la surface de béton.
3. Enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité.
4. Délimiter par un trait de scie de 20 mm la surface de béton à démolir, en dépassant d'au moins 300 mm la surface défoncée ou qui est sur le point de l'être.
5. Exécuter les travaux de réparation en profondeur de la dalle (activité 3131).
6. Si la dalle est déjà imperméabilisée, recouvrir d'une membrane d'étanchéité de type 3 toute la surface où l'enrobé a été enlevé.
7. Poser l'enrobé.

RÉPARATION TEMPORAIRE DE DALLE

ACTIVITÉ
2131

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 6

Notes

Expertise et études d'opportunité

- . Les défauts tels le défonçage de la dalle, la corrosion très importante des armatures et la dislocation du béton sont souvent associés à une dalle en mauvais état. Cependant, si un doute persiste relativement à son état, une expertise de dalle et une étude d'opportunité doivent être effectuées afin que les travaux de réparation ou de réfection puissent être effectués à court terme.

Armatures

- . Les armatures des surfaces de dalle défoncées sont souvent très endommagées par la corrosion. Il peut donc être nécessaire d'agrandir la surface de béton à réparer de manière à obtenir une longueur minimale de 600 mm d'armature en bon état pour faire le chevauchement avec de nouvelles armatures.
- . Les problèmes relatifs à la présence d'une quantité insuffisante d'armatures dans la dalle doivent être portés à la connaissance d'un ingénieur spécialiste en structure.

Réparation à court terme

- . Dans le cas d'une dalle en mauvais état pour laquelle la réparation temporaire de dalle constitue une solution à très court terme, certaines précautions relatives à l'exécution des travaux peuvent être omises, par exemple, les opérations comme le trait de scie sous la dalle, le nettoyage des barres d'armature, le meulage des bavures du béton et la pose d'une membrane d'étanchéité. De plus, les coffrages peuvent être fixés à des supports appuyés sur le dessus de la dalle.

Remise en service rapide

- . Dans le cas d'une remise en service rapide d'une route à fort débit de circulation, le béton de réparation fabriqué à partir d'un ciment de type 30 peut être utilisé pour obtenir plus rapidement la résistance nécessaire à la remise en service, si la température extérieure est inférieure à 15 C.
- . Dans le cas où la remise en service doit se faire quelques heures après le bétonnage, un mortier cimentaire en sac de catégorie TR (Norme MTQ 3801) doit être utilisé.

RÉPARATION TEMPORAIRE DE DALLE

ACTIVITÉ
2131

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 6

Membrane d'étanchéité et enrobé

- . 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.

Autres considérations

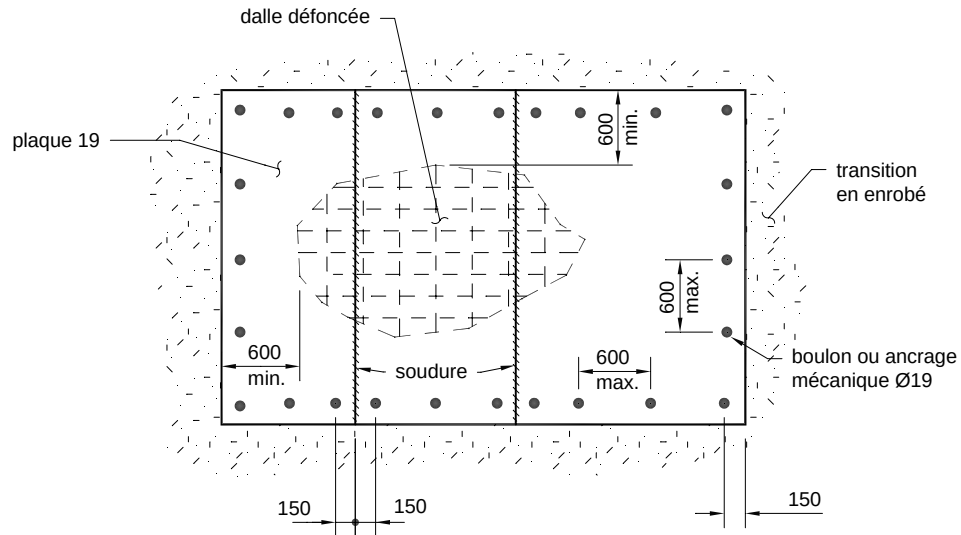
- . Les notes de l'activité 3131 relatives à la dalle sur poutres d'un pont à travées continues et d'un pont précontraint par post-tension ainsi que celles de l'activité 3135 relatives au hourdis supérieur de poutre-caisson en béton doivent être prises en compte lors de travaux de correction de dalle.
- . Une réparation temporaire de dalle peut s'appliquer également à d'autres types de dalles, telles la dalle évidée, la dalle d'un pont à poutre-caisson.

RÉPARATION TEMPORAIRE DE DALLE

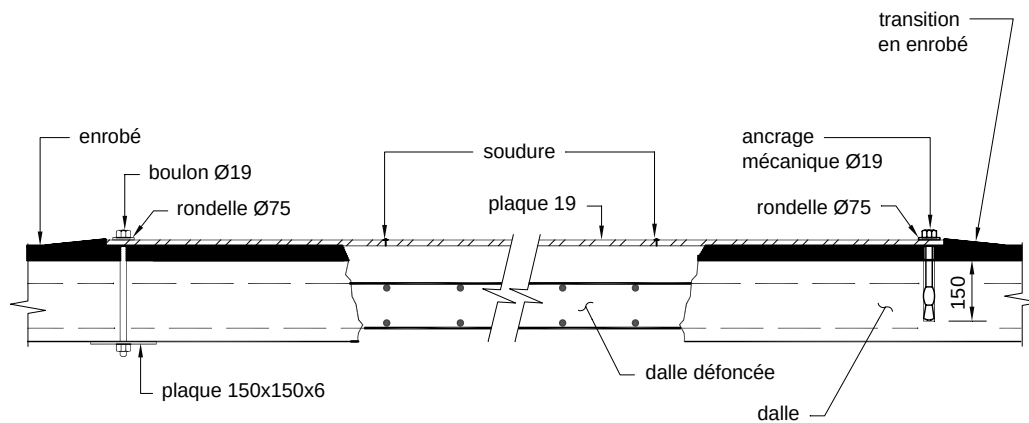
ACTIVITÉ
2131

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 6



PLAN



COUPE

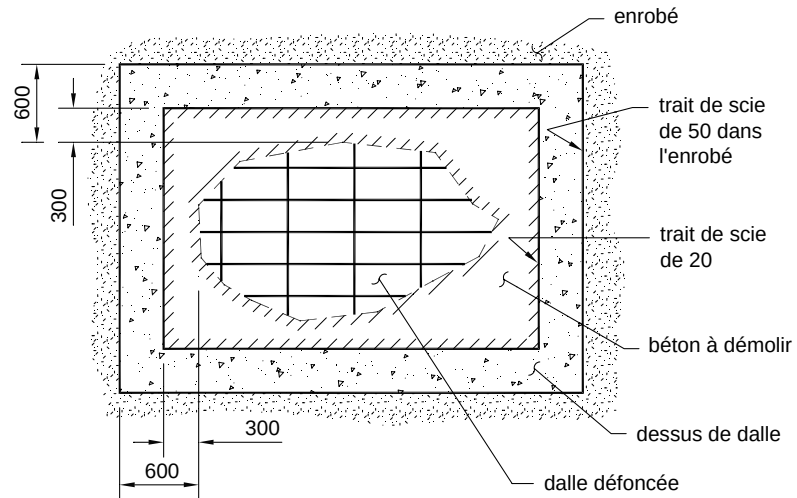
MESURES TEMPORAIRES

RÉPARATION TEMPORAIRE DE DALLE

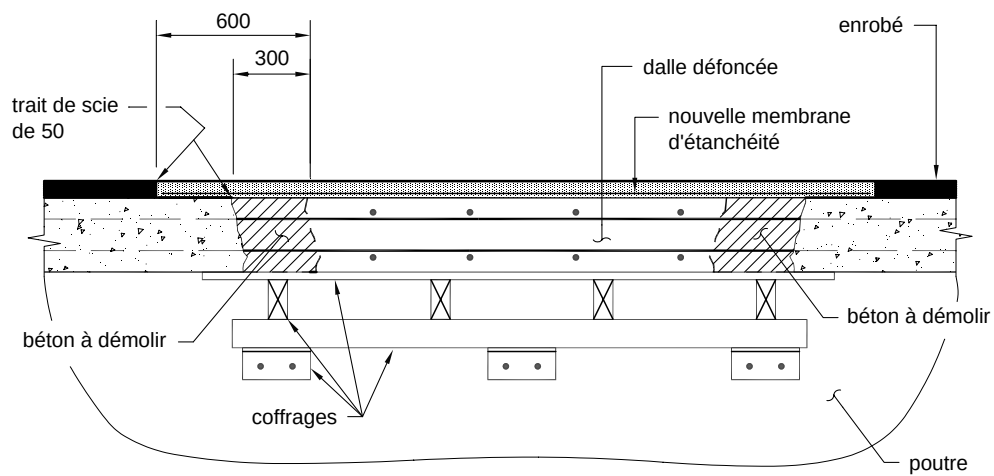
ACTIVITÉ
2131

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 6



PLAN



COUPE

REEMPLACEMENT DE BOULONS / RIVETS

ACTIVITÉ
2201

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement des boulons ou des rivets d'assemblage fortement corrodés, desserrés ou manquants.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Plus de 10 % des boulons ou rivets d'un assemblage fortement corrodés, desserrés ou manquants.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les boulons ou les rivets défectueux à l'aide d'un chalumeau (en évitant de surchauffer le reste de l'assemblage) ou d'une cisaille pneumatique, en commençant par les plus détériorés.
2. Nettoyer le pourtour des trous pour que la tête du boulon et l'écrou portent uniformément.
3. Mettre en place les nouveaux boulons et les serrer à bloc.

Notes

- . En remplaçant en premier les boulons et les rivets les plus détériorés et en s'assurant qu'il n'en manque jamais plus de 20 % pour une membrure, il est généralement possible de remplacer plusieurs boulons ou rivets d'un assemblage sans support temporaire ou sans devoir interrompre la circulation.

REPLACEMENT DE CONTREVENTEMENT DE BANC / BÉQUILLE EN ACIER

ACTIVITÉ
2211

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES:

Aucune.

DESCRIPTION:

Remplacement de pièces de contreventement défectueuses d'un banc ou d'une béquille en acier.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Corrosion très importante ou fissuration de pièces de contreventement.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Enlever et remplacer une à la fois les pièces de contreventement défectueuses.
2. Nettoyer les parties du banc ou de la béquille devant être en contact avec la nouvelle pièce.
3. Percer la nouvelle pièce de contreventement en utilisant la pièce enlevée comme gabarit.
4. Installer la nouvelle pièce en serrant les boulons à bloc.

Notes

- . Avant d'envisager le remplacement de plusieurs pièces de contreventement d'un banc, il faut procéder à une expertise de l'ensemble des éléments du banc. Si les autres éléments ne sont pas en très bon état, il peut être plus rentable de remplacer le banc au complet.
- . Le procédé choisi pour remplacer les pièces défectueuses ne doit pas affecter les éléments de la structure à conserver ni la stabilité de cette dernière.
- . Les pièces de contreventement peuvent généralement être remplacées sans interrompre la circulation sur le pont.
- . Les nouvelles pièces de contreventement doivent être peinturées en atelier si la peinture des autres pièces du banc ou de la béquille est en bon état. Dans le cas contraire, il vaut mieux peindre au chantier l'ensemble du banc ou de la béquille.

REPLACEMENT DE DIAPHRAGME / CONTREVENTEMENT EN ACIER

ACTIVITÉ
2221

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement de diaphragme ou de pièces de contreventement défectueux du système structural.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

Poutre à âme pleine en acier

- . Corrosion très importante d'un diaphragme ou d'une pièce de contreventement.
- . Fissuration d'une pièce de contreventement.

Poutre triangulée en acier

- . Déformation permanente ou fissuration de pièces d'un portique d'extrémité ou d'un contreventement transversal ayant un dégagement de 4,42 m et plus.
- . Corrosion très importante ou fissuration de pièces de contreventement supérieur ou inférieur.

Arc en acier

- . Corrosion très importante ou fissuration de pièces de contreventement supérieur ou inférieur.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever et remplacer un élément à la fois, les pièces de portique, les diaphragmes ou les pièces de contreventement défectueux.
2. Nettoyer les parties des pièces existantes devant être en contact avec la nouvelle pièce et peindre s'il y a lieu.
3. Percer la pièce de remplacement en utilisant la pièce enlevée comme gabarit.

REPLACEMENT DE DIAPHRAGME / CONTREVENTEMENT EN ACIER

ACTIVITÉ
2221

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

4. Installer la nouvelle pièce en serrant les boulons à bloc, puis en procédant au serrage final par la méthode de rotation de l'écrou.

Notes

- . Avant d'envisager le remplacement de plusieurs pièces de diaphragme ou de contreventement, il faut procéder à une expertise de l'ensemble des éléments du pont. Si les autres pièces ne sont pas en bon état, il peut être plus rentable de remplacer le système structural ou le pont au complet plutôt que les pièces d'un pont dont l'espérance de vie est limitée.
- . Le procédé choisi pour remplacer les pièces défectueuses ne doit pas affecter les éléments de la structure à conserver ni sa stabilité.
- . On peut normalement remplacer les pièces de contreventement sans interrompre la circulation sur le pont, mais dans certains cas, le remplacement de diaphragmes et de pièces de contreventement exigera sa fermeture à la circulation.
- . Les contreventements inférieurs se trouvant à moins de 200 mm sous la dalle de béton ne sont pas absolument essentiels à la stabilité du système structural et n'ont donc pas nécessairement besoin d'être remplacés. Cependant, ils sont nécessaires à la stabilité latérale du tablier si l'on doit remplacer la dalle de béton. Lors de travaux de réparation d'envergure, il faut considérer l'apport de rigidité conféré au système structural par ces contreventements avant de décider de ne pas remplacer les pièces défectueuses.
- . Les nouveaux diaphragmes et les nouvelles pièces doivent être peints en usine.

SOUDAGE DU CAILLEBOTIS

ACTIVITÉ
2231

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Consolidation d'un caillebotis par la reprise des soudures fissurées reliant le caillebotis aux traverses ou aux longerons.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Bris de soudures reliant le caillebotis aux traverses ou aux longerons.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Nettoyer les surfaces à souder à l'aide d'une brosse d'acier ou d'un jet de sable.
2. Aux endroits où les soudures sont défectueuses, souder les lamelles porteuses aux traverses ou aux longerons au moyen de cordons de soudure d'angle de 6 mm et de 40 mm de longueur.

Notes

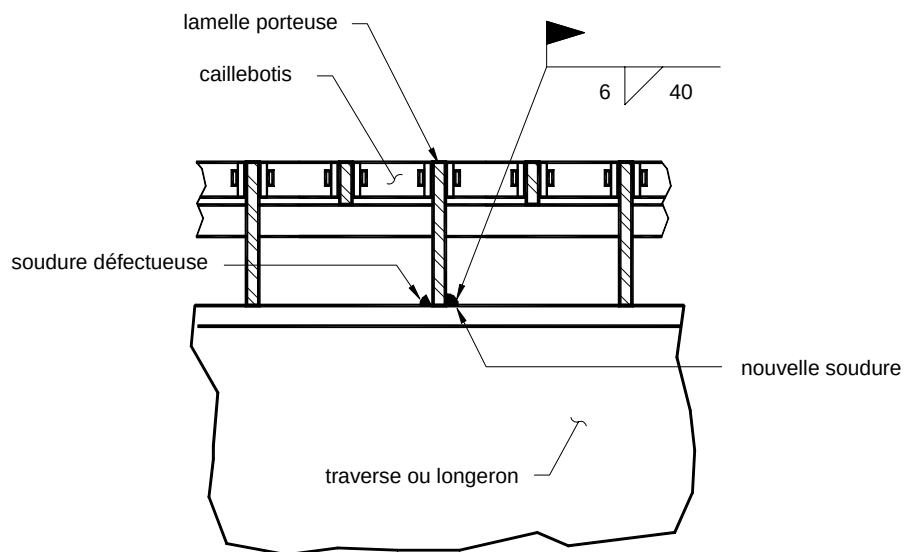
- . Comme il est très difficile d'enlever les soudures défectueuses existantes lorsque les lamelles du grillage ne sont soudées que d'un seul côté, il est conseillé de souder du côté opposé.

SOUDAGE DU CAILLEBOTIS

ACTIVITÉ
2231

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2



COUPE DU CAILLEBOTIS

RECHARGEMENT DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
2311

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Obturation des vides des parois d'un caisson afin d'arrêter la fuite des matériaux de remplissage (pierre ou gravier) et ajout de matériaux de remplissage.

L'obturation est partielle pour des fuites ponctuelles de matériaux de remplissage et complète si les matériaux de remplissage risquent d'être entraînés par l'eau.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

Culée

- . Perte de matériaux de remplissage produisant un affaissement de plus de 50 mm du niveau du matériau granulaire ou du pavage à la partie supérieure du caisson.

Pile

- . Perte de plus de 20 % en volume des matériaux de remplissage du caisson. Le niveau du remplissage se situe généralement à un mètre plus haut que les eaux hautes.
- . Perte de matériaux de remplissage jusqu'en dessous des eaux hautes observées.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Nettoyer le dessus des pièces de bois de tout débris, pierre ou gravier afin de faciliter l'insertion des nouvelles pièces.
2. Insérer des pièces de bois entre les pièces existantes.
3. Fixer solidement ces nouvelles pièces avec des clous ou des tire-fond.
4. Ajouter au besoin des matériaux de remplissage (pierre ou gravier) par la partie supérieure du caisson.
5. Au besoin, refaire le profil de la route en gravier ou en enrobé selon le cas.

RECHARGEMENT DE CAISSON EN BOIS

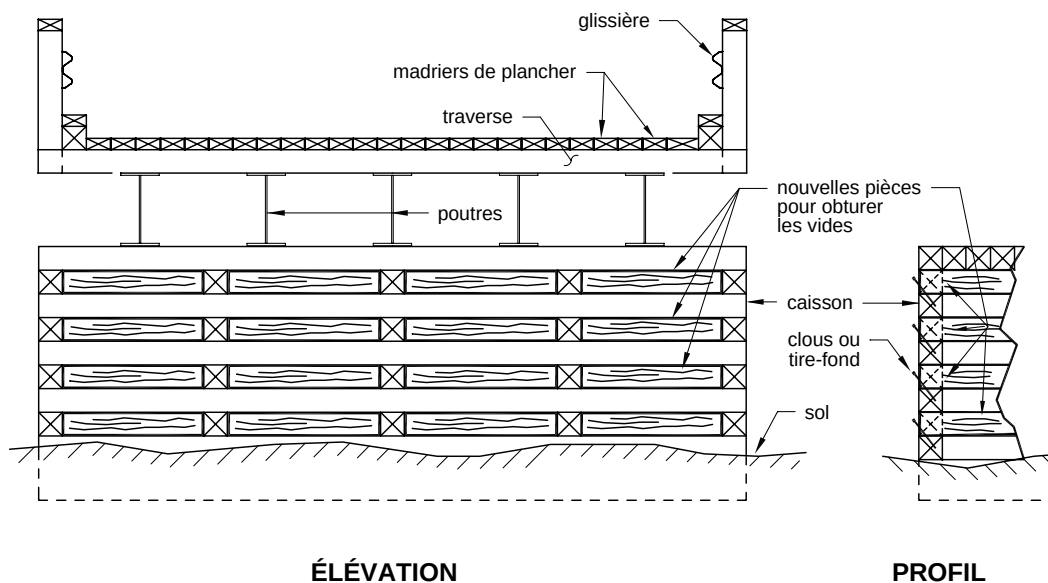
ACTIVITÉ
2311

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

Notes

- . Les matériaux de remplissage sont introduits par des ouvertures pratiquées entre les poutres dans l'assise du caisson ou par les ouvertures existantes du caisson.
- . Le rechargement du caisson est complet pour une culée et jusqu'à 1 m minimum au-dessus des eaux hautes pour une pile en rivière.
- . Il n'est pas nécessaire de recharger une pile située en dehors de la rivière.
- . La pierre est utilisée comme matériau de remplissage pour une culée ou une pile subissant les effets de la marée ou d'un fort courant. Dans les autres cas, le gravier peut être utilisé pour la partie du caisson dont les vides sont obturés, à condition qu'il n'y ait pas de possibilité d'affouillement du sol sous le caisson ou sous le niveau de la partie obturée.



ÉLEVATION

PROFIL

OBTURATION DES VIDES

CONSOLIDATION DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
2312

2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Mise en place de pièces pour renforcer ou consolider des pièces d'un caisson pourries ou altérées physiquement.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture moyenne sur plus de 15 % des pièces.
- . Pourriture importante sur moins de 20 % des pièces.
- . Altération physique sur 15 à 20 % des pièces.
- . Altération physique de la pièce extérieure de l'assise.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Nettoyer le dessus des pièces de bois existantes de tout débris, pierre ou gravier afin de faciliter l'insertion des nouvelles pièces.
2. Insérer des pièces de bois entre les pièces existantes après les avoir planées si c'est nécessaire.
3. Fixer solidement ces nouvelles pièces avec des clous ou des tire-fond.

Notes

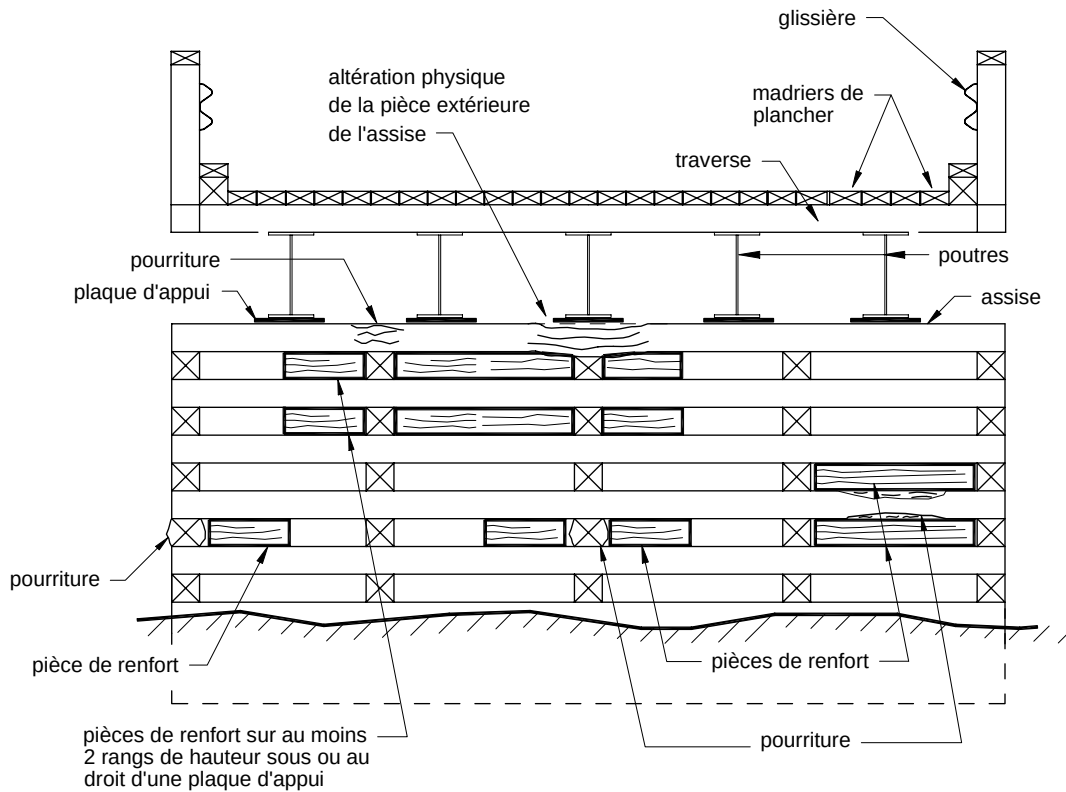
- . Le nombre de pièces à renforcer ne doit pas dépasser 20 % de l'ensemble des pièces visibles du caisson; sinon prévoir la reconstruction du caisson.
- . Le renforcement sous ou au droit d'une plaque d'appui doit être fait sur au moins deux rangs de hauteur.

CONSOLIDATION DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
2312

2001-10-15

PAGE
2 de 2



ÉLÉVATION

REPLACEMENT DE PIÈCES DE L'ASSISE D'UN CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
2313

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Remplacement de pièces de l'assise d'un caisson qui sont pourries ou altérées physiquement.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante ou altération physique de pièces de l'assise.

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.
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. Enlever toutes les pièces de bois de l'assise.
6. 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.

REPLACEMENT DE PIÈCES DE L'ASSISE D'UN CAISSON EN BOIS

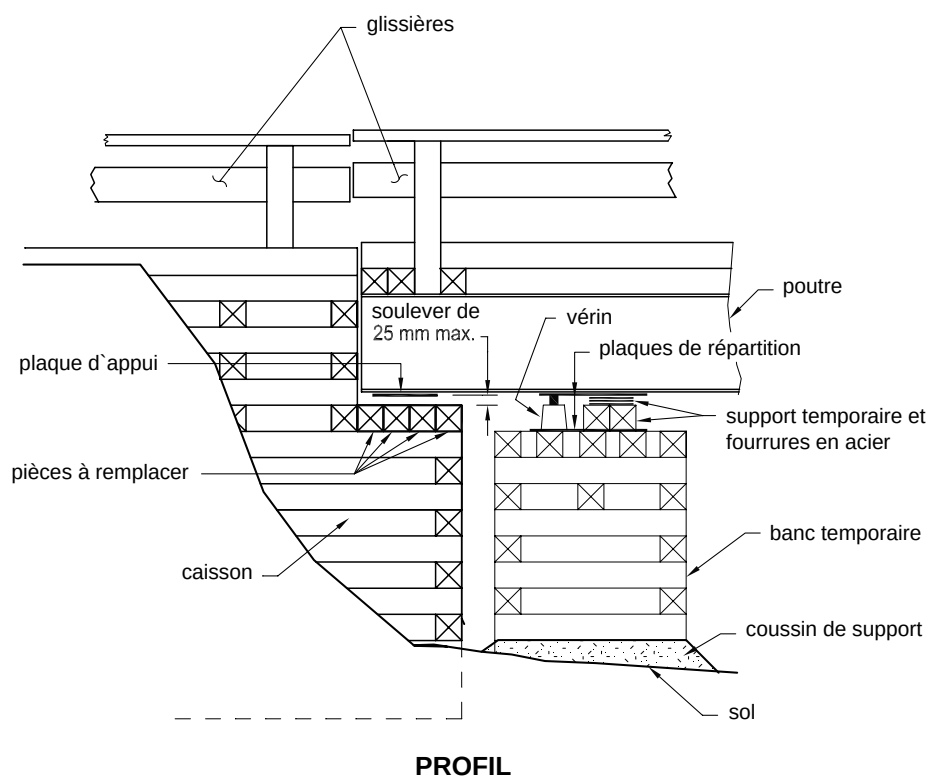
ACTIVITÉ
2313

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

Notes

- . Avant de procéder au levage du tablier, s'assurer que son extrémité peut se soulever librement, sinon attendre un éventuel remplacement du caisson.
- . Le remplacement de pièces de l'assise peut être réalisé sans interrompre la circulation sur le pont.



NIVELLEMENT DE L'ASSISE D'UN CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
2314

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Remise au niveau de l'assise d'un caisson afin de répartir uniformément les charges du tablier.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Dénivellation de l'assise de 25 à 75 mm selon l'axe de la route.
- . Dénivellation de l'assise de 75 à 250 mm perpendiculairement à l'axe de la route.

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.
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. 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.
6. Au besoin, rehausser les côtés du caisson ainsi que les chasse-roues.
7. Enlever le banc temporaire et fixer le tablier à l'assise du caisson avec des tire-fond.
8. Replacer les glissières situées sur les parois latérales du caisson à la même hauteur que les glissières du tablier.
9. Au besoin, corriger le profil de la route.

NIVELLEMENT DE L'ASSISE D'UN CAISSON EN BOIS

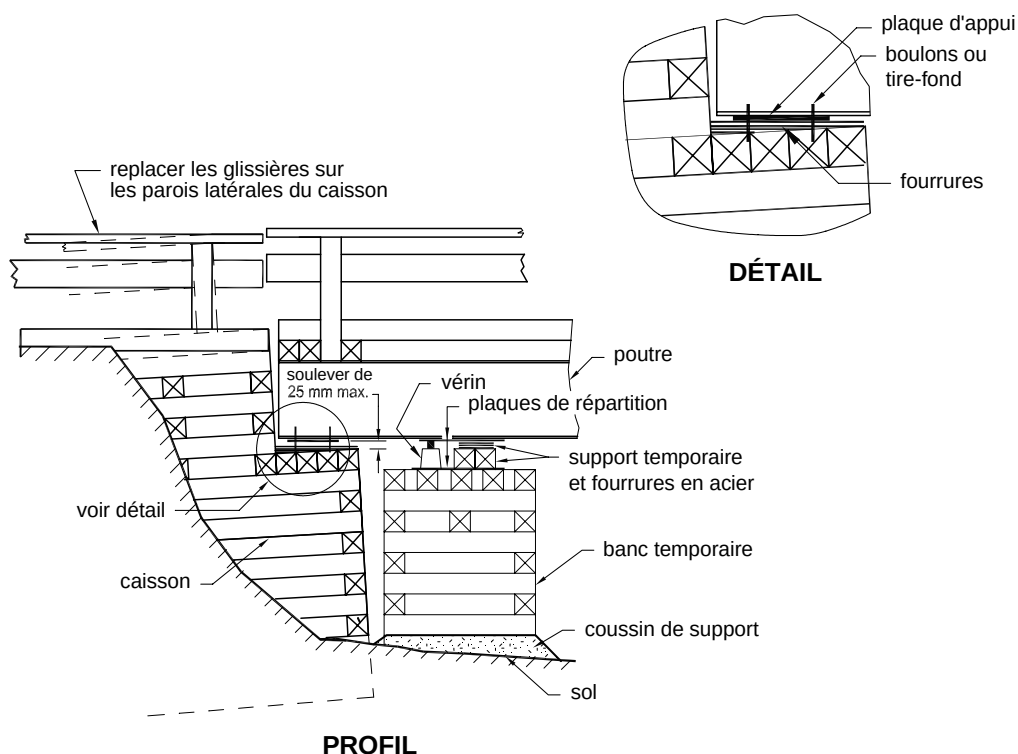
ACTIVITÉ
2314

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 3

Notes

- . Avant de procéder au levage du tablier, s'assurer que le mouvement est stabilisé et que l'extrémité du tablier peut se soulever librement.
- . La remise au niveau de l'assise peut être réalisée sans interrompre la circulation sur le pont.
- . Si la dénivellation est supérieure au seuil d'intervention ou si le mouvement semble se poursuivre, il faut procéder à une étude de sol pour déterminer le type de fondation requis.



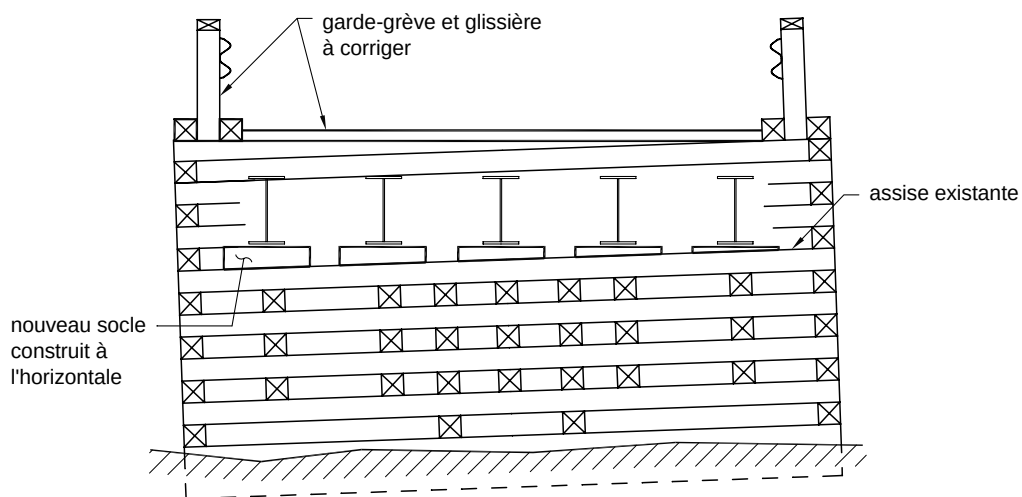
DÉNIVELLATION DE L'ASSISE SELON L'AXE DE LA ROUTE

NIVELLEMENT DE L'ASSISE D'UN CAISSON EN BOIS

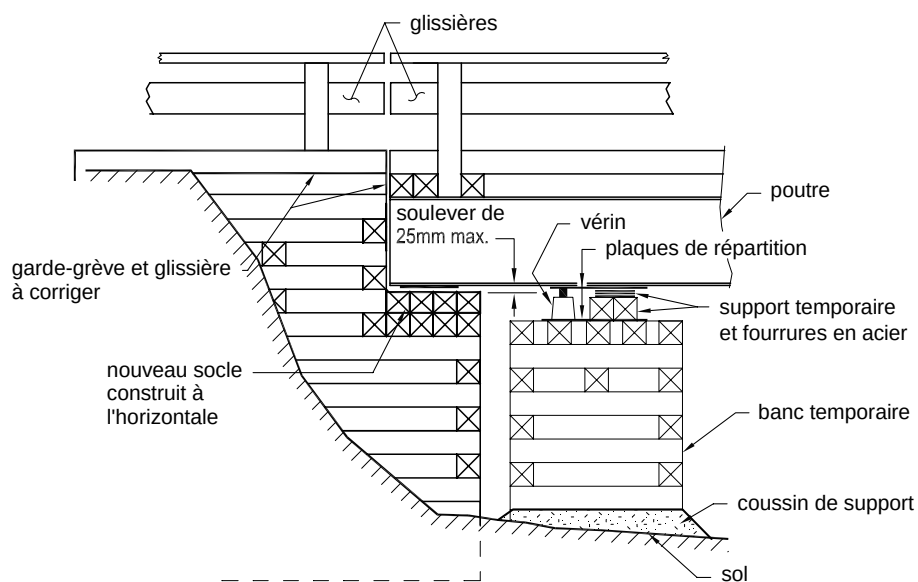
ACTIVITÉ
2314

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 3



ÉLÉVATION



PROFIL

DÉNIVELLATION DE L'ASSISE PERPENDICULAIRE À L'AXE DE LA ROUTE

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 10

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Consolidation d'un banc consistant à assujettir le chevêtre à la tête d'un pieu ou d'une colonne, consolider un assemblage, stabiliser le banc ou remplacer une section de pieu ou de colonne pourrie ou altérée physiquement.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

1. Espace libre entre le chevêtre et la tête d'un pieu ou d'une colonne.
2. Relâchement des assemblages.
3. Déplacement important.
4. Pourriture locale importante ou altération physique d'un pieu ou d'une colonne.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Assujettissement du chevêtre à la tête d'un pieu ou d'une colonne

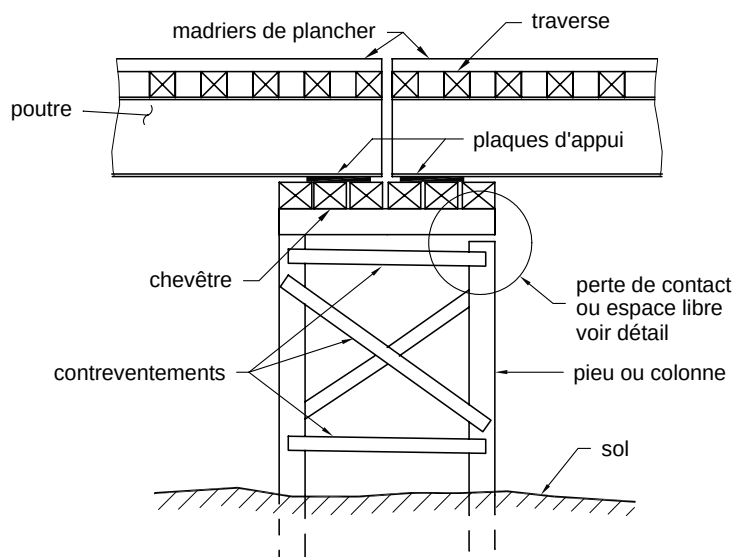
1. Au besoin, enlever les contreventements reliant le chevêtre au pieu ou à la colonne.
2. Au besoin, ramener le chevêtre à la position désirée au moyen de tirants ou d'un contrepoids (camions ou autre).
3. Relier le chevêtre et le pieu ou la colonne au moyen de plaques d'acier placées de chaque côté et fixées solidement avec des tire-fond ou des boulons.
4. S'il y a lieu, insérer à l'aide d'une masse, des fourrures en acier dans l'espace libre entre le chevêtre et la tête du pieu ou de la colonne. Fixer solidement ces fourrures avec des clous ou des tire-fond.
5. Remplacer les contreventements existants ou en mettre de nouveaux.
6. S'il y a lieu, enlever les tirants ou le contrepoids.

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

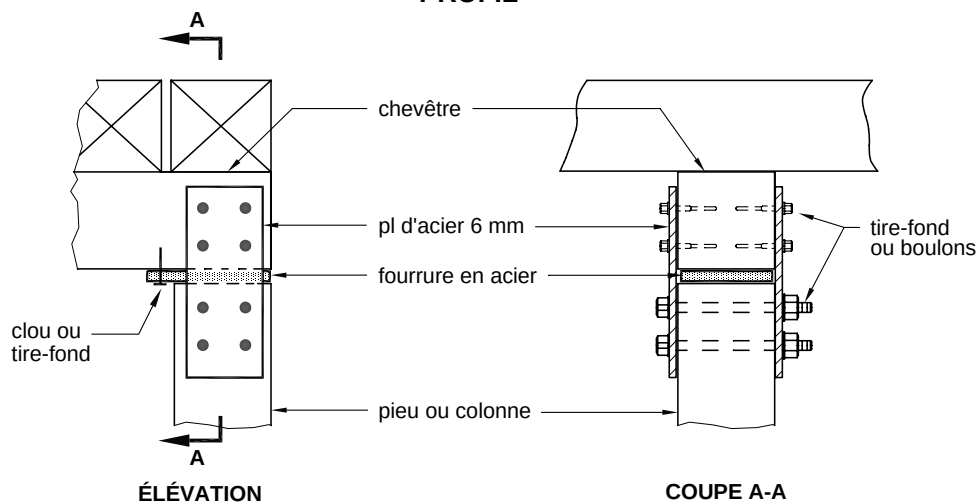
ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 10



PROFIL



DÉTAIL

ASSUJETTISSEMENT DU CHEVÊTRE À LA TÊTE D'UN PIEU OU D'UNE COLONNE

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 10

B) Consolidation d'assemblage

1. Serrer les tire-fond lâches; en ajouter de nouveaux au besoin; rentrer les clous saillants et ajouter des tire-fond si c'est nécessaire.
2. Ajouter des contreventements si le banc a tendance à se déplacer lors du passage des véhicules.

C) Stabilisation d'un banc

1. S'il y a lieu, contreventer temporairement le banc à l'aide de tirants avant d'enlever les contreventements existants.
2. Enlever les contreventements existants.
3. Redresser si possible le banc à l'aide des tirants en place ou d'un autre moyen.
4. Mettre de nouveaux contreventements capables d'assurer la stabilité du banc. Les fixer solidement avec des tire-fond, en évitant les trous laissés par les clous ou les tire-fond.
5. Enlever le contreventement temporaire.

Note

- . Cette intervention doit se faire sous les directives d'un ingénieur en structure.

D) Remplacement d'une section de pieu pourrie ou altérée physiquement

a) Sans soulever le tablier

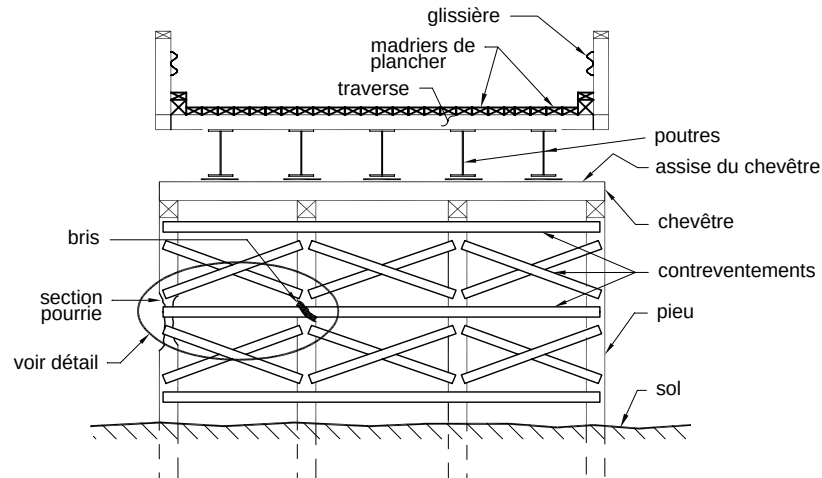
1. Mettre des supports temporaires près du pieu à réparer.
2. Couper et enlever les sections pourries ou altérées du pieu (un pieu à la fois).
3. Mettre entre les parties saines du pieu une nouvelle pièce de bois de même section.
4. Ceinturer les joints du pieu au moyen de plaques en acier et de tire-fond.
5. Enlever les supports temporaires.

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

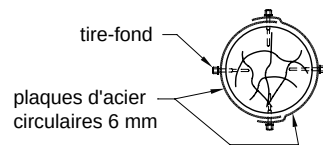
ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

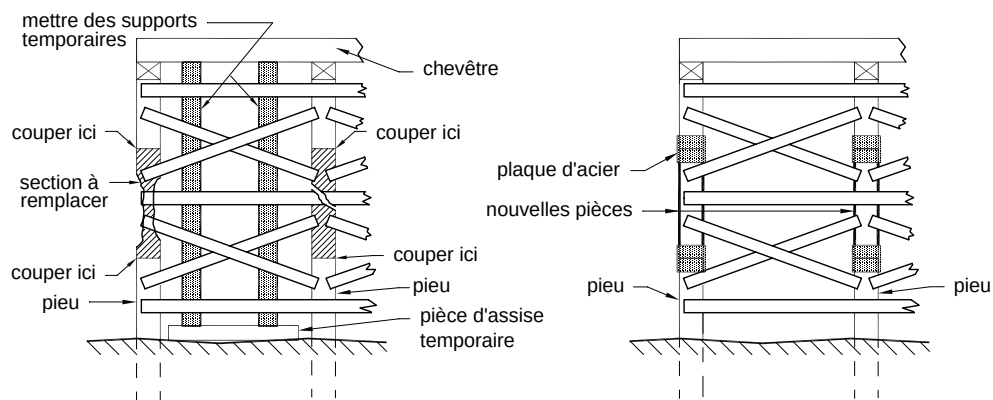
PAGE
4 de 10



ÉLEVATION



COUPE D'UN PIEU



DÉTAIL

REPLACEMENT D'UNE SECTION DE PIEU SANS SOULEVER LE TABLIER

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
5 de 10

b) En soulevant le tablier

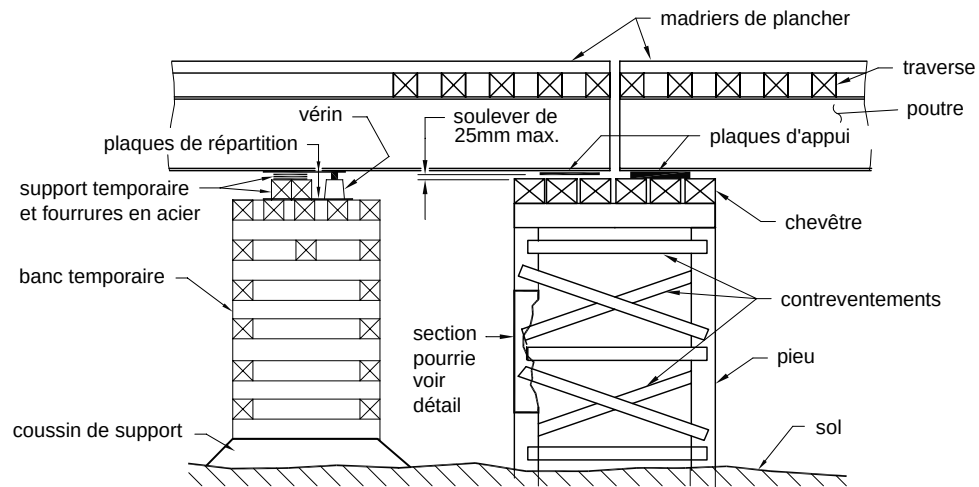
1. Installer un banc temporaire pour soulever et supporter le tablier (activité 3002).
2. Enlever les boulons ou les tire-fond reliant les poutres et les plaques d'appui aux pièces de bois de l'assise.
3. Au besoin, enlever les glissières situées au-dessus du banc.
4. Soulever le tablier d'un maximum de 25 mm plus haut que son élévation finale.
5. Couper et enlever les sections pourries ou altérées du pieu.
6. Mettre en place de nouvelles sections de bois de mêmes dimensions et reliant les parties à conserver du pieu.
7. Ceinturer les joints du pieu au moyen de plaques en acier et de tire-fond.
8. Enlever le banc temporaire et fixer les plaques d'appui des poutres à l'assise du banc avec des tire-fond.
9. Remettre en place les glissières au-dessus du banc.

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

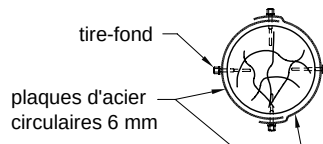
ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

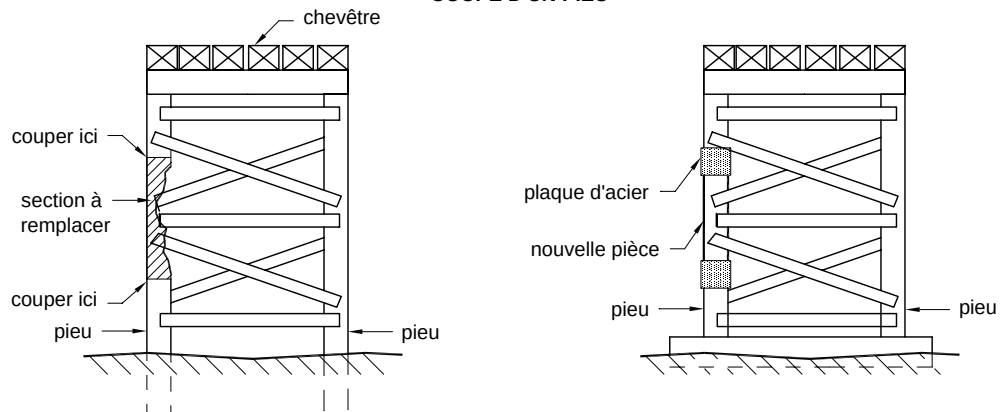
PAGE
6 de 10



PROFIL



COUPE D'UN PIEU



DÉTAIL

REPLACEMENT D'UNE SECTION DE PIEU EN SOULEVANT LE TABLIER

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
7 de 10

E) Remplacement d'une colonne pourrie ou altérée physiquement

a) Sans soulever le tablier

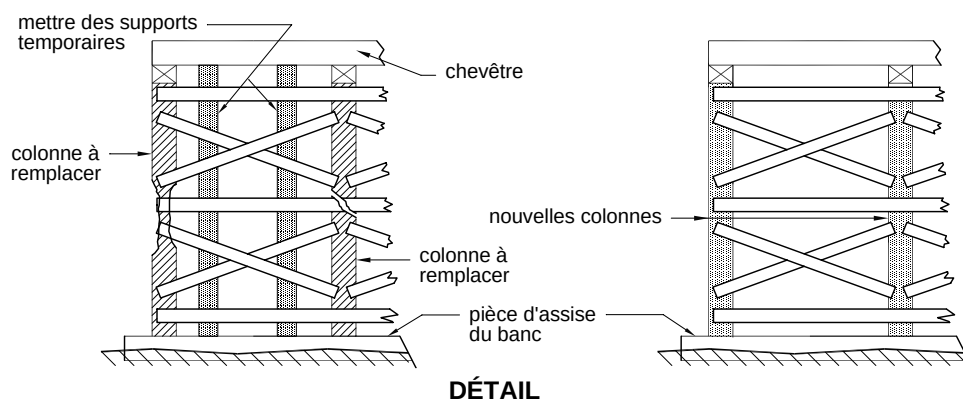
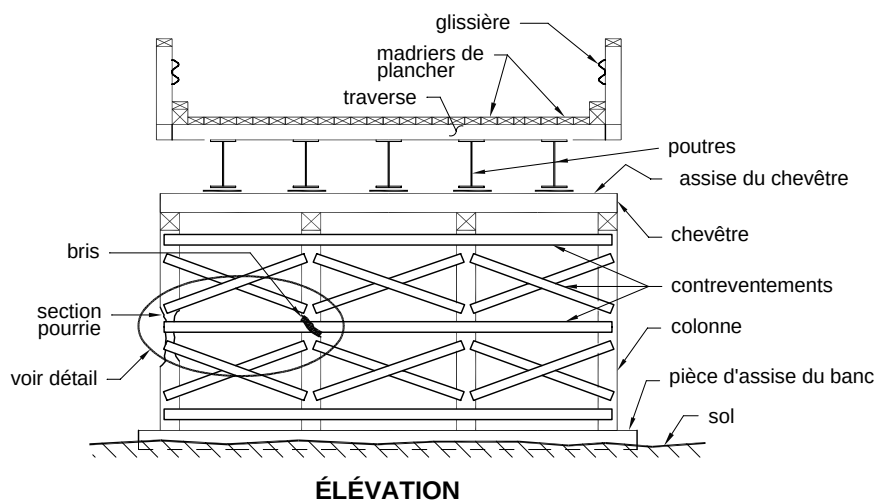
1. Mettre des supports temporaires près de la colonne à remplacer.
2. Au besoin, enlever les contreventements fixés à la colonne.
3. Enlever la colonne endommagée (une seule colonne à la fois si plusieurs d'entre elles sont à remplacer).
4. Mettre en place une nouvelle colonne ayant les mêmes dimensions que celle enlevée.
5. Fixer la nouvelle colonne au chevêtre et à la pièce d'assise du banc avec des clous ou des tire-fond.
6. Fixer les contreventements à la nouvelle colonne avec des clous ou des tire-fond.
7. Enlever les supports temporaires.

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
8 de 10



REEMPLACEMENT DE COLONNE SANS SOULEVER LE TABLIER

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
9 de 10

b) En soulevant le tablier

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.
3. Au besoin, enlever les glissières au-dessus du banc.
4. Soulever le tablier d'un maximum de 25 mm plus haut que l'élévation finale.
5. Mettre un support temporaire près de la colonne à remplacer.
6. Au besoin, enlever les contreventements fixés à la colonne.
7. Enlever la colonne endommagée.
8. Mettre en place une nouvelle colonne ayant les mêmes dimensions que celle enlevée.
9. Fixer la nouvelle colonne au chevêtre et à la pièce d'assise du banc avec des clous ou des tire-fond.
10. Fixer les contreventements à la nouvelle colonne avec des clous ou des tire-fond.
11. Enlever le support temporaire, s'il y a lieu.
12. Enlever le banc temporaire et fixer les plaques d'appui des poutres à l'assise du banc avec des tire-fond.
13. Remettre en place les glissières au-dessus du banc.

Notes concernant A), B), C), D) et E)

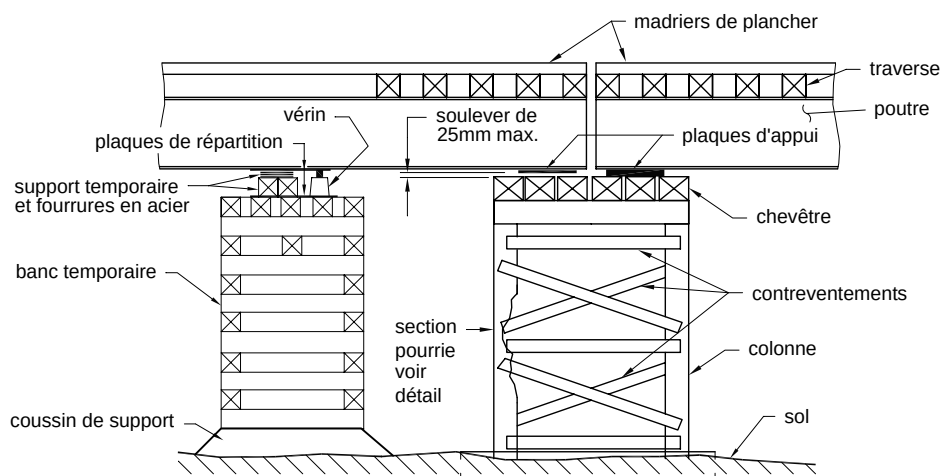
- . Avant d'envisager la consolidation d'un banc, il faut procéder à une bonne expertise de l'ensemble de ses éléments. Lorsqu'il y a pourriture ou altération physique des pièces, il peut être plus rentable dans certains cas de le remplacer que de le consolider.
- . La consolidation d'un banc est généralement réalisée sans interrompre la circulation sur le pont; s'il y a levage du tablier, des supports temporaires doivent être installés sous les poutres pour reprendre les charges du tablier.

CONSOLIDATION DE BANC EN BOIS

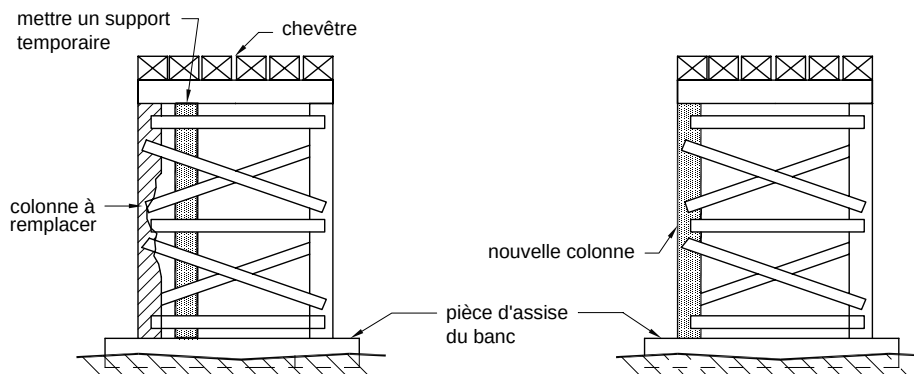
ACTIVITÉ
2315

DATE
2001-10-15

PAGE
10 de 10



PROFIL



DÉTAIL

REEMPLACEMENT DE COLONNE EN SOULEVANT LE TABLIER

REPLACEMENT DE PIÈCES DE CHEVÊTRE / CONTREVENTEMENT D'UN BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2316

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Remplacement de pièces pourries ou altérées physiquement du chevêtre ou des contreventements d'un banc.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante ou altération physique de pièces de chevêtre ou de contreventement.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Pour remplacer des pièces de chevêtre

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.
3. Au besoin, enlever les glissières situées au-dessus du banc.
4. Soulever le tablier d'un maximum de 25 mm plus haut que son élévation finale.
5. Enlever toutes les pièces de bois pourries ou altérées physiquement.
6. Mettre en place de nouvelles pièces et les fixer solidement.
7. Enlever le banc temporaire et fixer les plaques d'appui des poutres à l'assise du banc avec des tire-fond.
8. Au besoin, corriger le profil de la route.
9. Remettre en place les glissières au-dessus du banc.

REEMPLACEMENT DE PIÈCES DE CHEVÊTRE / CONTREVENTEMENT D'UN BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
2316

DATE
2001-10-15

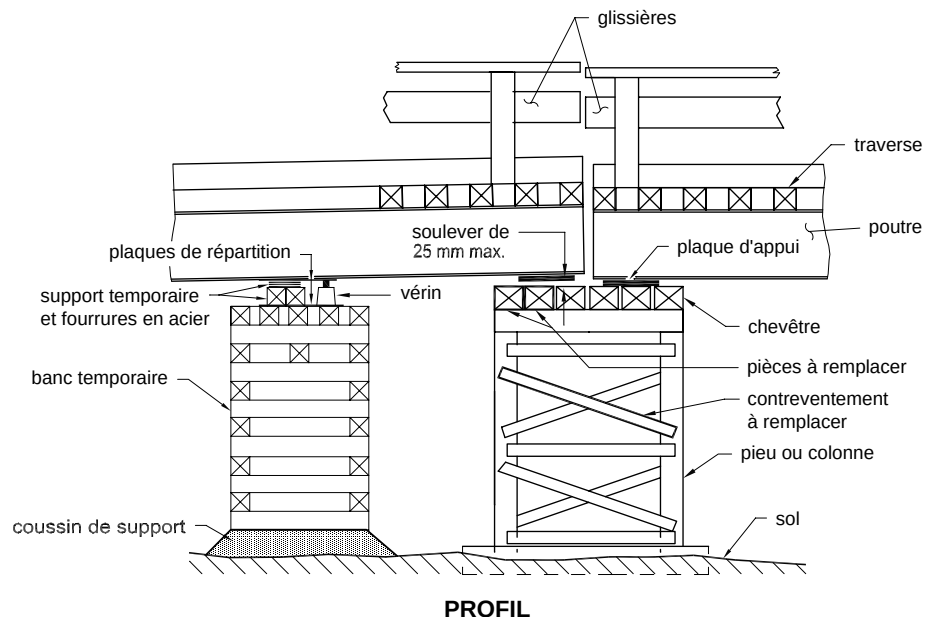
PAGE
2 de 2

B) Pour remplacer des pièces de contreventement

1. Enlever les pièces pourries ou altérées physiquement.
2. Mettre en place de nouvelles pièces et les fixer solidement avec des tire-fond.

Notes concernant A) et B)

- . Avant d'envisager le remplacement de pièces d'un banc, il faut procéder à une expertise de l'ensemble de ses éléments. Lorsqu'il y a pourriture ou altération physique de pièces, il peut être plus rentable dans certains cas de remplacer complètement le banc.
- . Le remplacement de pièces de chevêtre ou des contreventements est généralement réalisé sans interrompre la circulation sur le pont; s'il y a levage du tablier, des supports temporaires doivent être installés au droit des vérins pour reprendre les charges du tablier.



AJOUT DE LONGERONS EN BOIS

ACTIVITÉ
2321

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Ajout de longerons supplémentaires entre les longerons existants pourris ou altérés physiquement d'un pont couvert ou à poutres triangulées.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- Pourriture importante ou altération physique sur moins de 20 % des longerons.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Insérer un nouveau longeron entre les longerons existants à côté du longeron pourri ou altéré physiquement.
2. Au besoin, mettre des fourrures entre le nouveau longeron et les entretoises pour assurer un bon contact entre le longeron et les traverses.
3. Fixer le nouveau longeron aux entretoises avec des tire-fond ou avec des cornières en acier.

Notes

- Si plus de 20 % des longerons sont pourris d'une façon importante ou altérés physiquement, il faut envisager le remplacement complet des longerons et du platelage.
- Les nouveaux longerons peuvent être en acier plutôt qu'en bois.
- La consolidation de longerons ne peut prolonger la vie de l'ensemble des longerons que de quelques années seulement.
- L'ajout de longerons est généralement possible sans enlever le platelage et sans interrompre la circulation.

FIXATION DE TRAVERSES EN BOIS

ACTIVITÉ
2331

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Manuel des ponts acier-bois.

DESCRIPTION

Mise en place de plaques d'attache reliant les traverses du platelage aux poutres en acier.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Traverses non ou mal assujetties aux poutres.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Fixer des plaques d'attache en acier aux traverses pour les assujettir à la semelle supérieure des poutres. Les poser en alternance, de chaque côté de la semelle des poutres.

Notes

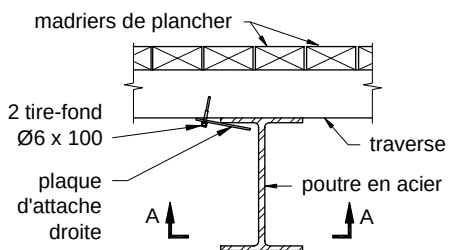
- . Les plaques d'attache peuvent être posées sans enlever les madriers du plancher et sans interrompre la circulation.
- . Deux types de plaques d'attache en acier peuvent être utilisées indifféremment, soit les plaques de 5 mm et celles de 3,2 mm décrites au croquis.

FIXATION DE TRAVERSES EN BOIS

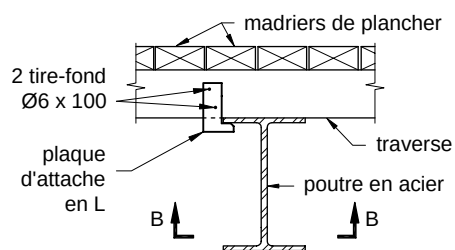
ACTIVITÉ
2331

DATE
2004-06-15

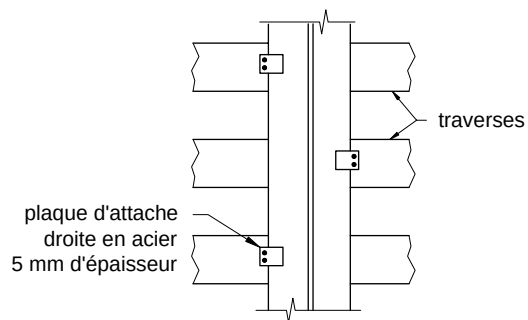
PAGE
2 de 2



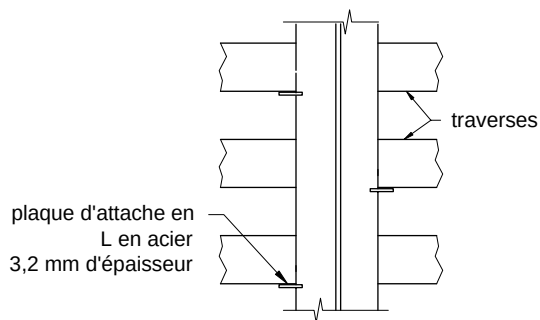
ÉLÉVATION



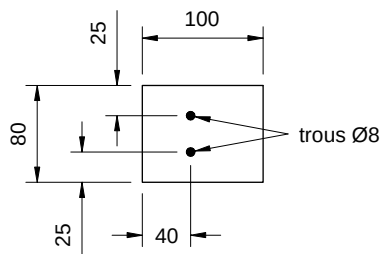
ÉLÉVATION



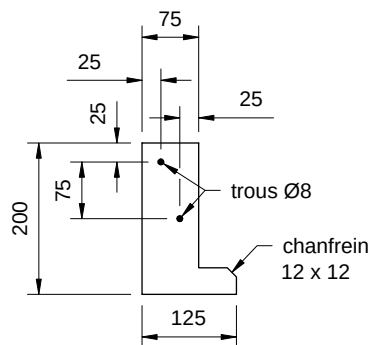
COUPE A-A



COUPE B-B



PLAQUE D'ATTACHE DROITE



PLAQUE D'ATTACHE EN L

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

ACTIVITÉ
2332

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES:

Aucune

DESCRIPTION:

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

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante ou altération physique sur moins de 10 % des 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).

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.

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

ACTIVITÉ
2332

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 3

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 concernant A) et B)

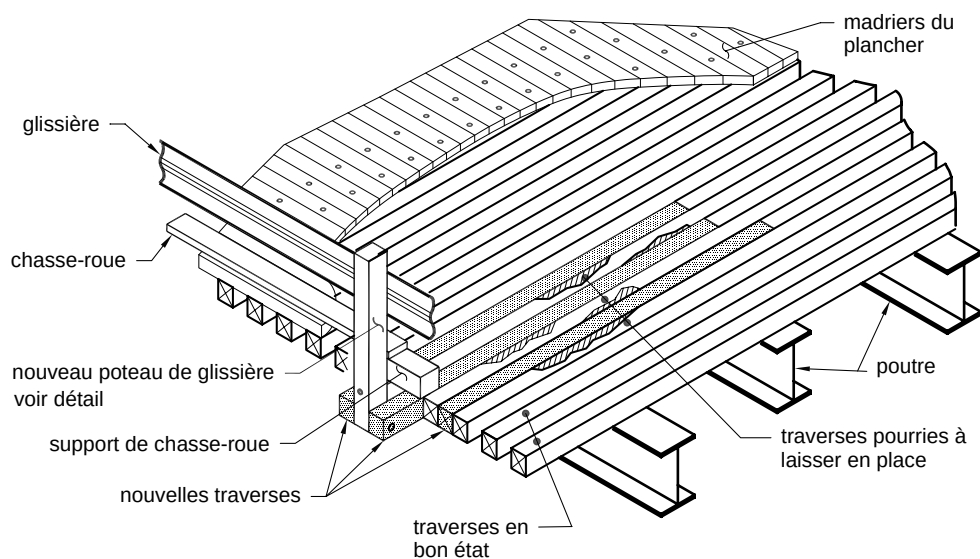
- . Si plus de 10 % des traverses sont affectées d'une pourriture importante ou altérées physiquement, il faut envisager le remplacement complet du platelage.
- . L'ajout de traverses est généralement réalisé sans enlever les madriers du plancher et sans interrompre la circulation.

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

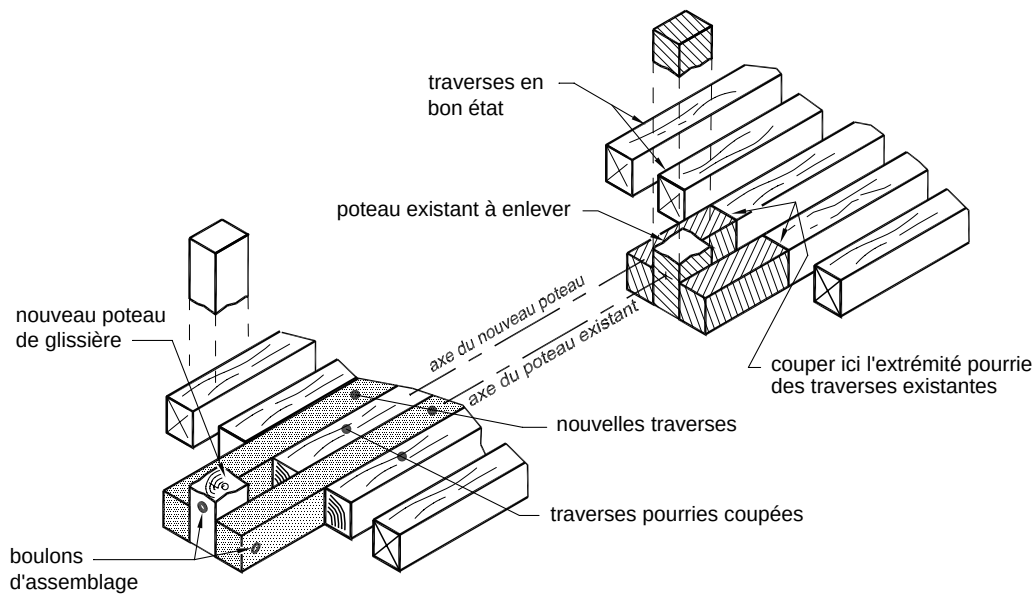
ACTIVITÉ
2332

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 3



VUE PARTIELLE D'UN PONT ACIER-BOIS



DÉTAIL DE REMPLACEMENT DU POTEAU

CORRECTION DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
2333

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Manuel des ponts acier-bois.

DESCRIPTION

Correction d'un plancher :

- . dont les madriers sont manquants, pourris, altérés physiquement ou mal assujettis, ou dont les clous sont saillants;
- . dont l'espacement entre les madriers de plancher peut représenter un danger potentiel pour les cyclistes.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Madriers mal assujettis ou détériorés

- . Clous saillants.
- . Madriers mal assujettis ou manquants.
- . Pourriture importante, altération physique ou usure importante par abrasion sur moins de 20 % des madriers.

B) Madriers trop espacés

- . Espacement entre les madriers de plancher longitudinaux plus grand que 12 mm et qui entraîne un danger potentiel pour les cyclistes.

CORRECTION DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
2333

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Madriers mal assujettis ou détériorés

1. Enfoncer 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.

B) Madriers trop espacés

1. Prévoir une mesure d'atténuation immédiate en insérant une planche adéquatement dimensionnée en bois traité de manière à combler l'espacement anormal entre les madriers de plancher. Appuyer si possible la planche sur les traverses sous-jacentes pour un meilleur support.
2. À défaut d'une correction immédiate, ou dans le but d'avoir une position claire relative à la sécurité, une signalisation pour obliger les cyclistes à marcher à côté de leur bicyclette (panneau P-125) doit être installée à chaque extrémité du pont lorsque ce dernier se trouve sur ou à proximité d'une route utilisée comme piste cyclable.

Note

- . La réparation du plancher peut généralement être réalisée sans interrompre complètement la circulation sur le pont.

CORRECTION DE PLANCHER EN BOIS

**ACTIVITÉ
2333**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
3 de 3**



PANNEAU P-125 - OBLIGATION DE DESCENDRE DE BICYCLETTE

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 11

RÉFÉRENCES:

Norme CAN/CSA-S6 «Code canadien sur le calcul des ponts routiers».

DESCRIPTION:

Principes généraux et méthodes utilisées pour soulever le tablier d'un pont.

NIVEAU DE QUALITÉ:

Le levage du tablier est une activité nécessaire à la réalisation d'une autre activité comme le nivellement de l'assise d'un caisson en bois ou le remplacement d'appareils d'appui. Il n'y a donc pas de niveau de qualité associé à cette activité.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

Le levage du tablier comprend 3 étapes:

- . Le dimensionnement des équipements de levage.
- . L'installation des équipements de levage.
- . Le levage.

A) Dimensionnement des équipements de levage

1. Vérifier la présence de services publics:

- . Le levage du tablier doit se faire sans endommager les installations des services publics présentes sous le pont.
- . Les services accrochés sous le pont sont généralement assez flexibles pour subir un mouvement de 15 mm.
- . Lorsque les conduits de services publics sont dans les chasse-roues ou trottoirs, un mouvement relatif, même minime, entre les deux côtés d'un joint peuvent endommager ces conduits ou leur gaine.

2. Évaluer les charges du tablier à considérer pour le levage:

- charge morte;
- charge vive.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 11

- . La charge vive ne doit être prise en compte que si les véhicules doivent continuer à circuler sur la structure pendant le levage du tablier.
 - . Ces charges, qui sont les mêmes que celles supportées par les appareils d'appui, sont généralement indiquées sur les plans, pour chaque appareil. Dans le cas contraire, elles doivent être évaluées à partir des dimensions montrées sur les plans ou déterminées sur les lieux. On suppose généralement que la charge morte est répartie également entre les appareils d'appui; la charge vive doit être évaluée selon les exigences de la norme CAN/CSA-S6 pour tenir compte de l'emplacement des camions sur le tablier.
3. Déterminer la méthode de levage la plus appropriée:
- levage à partir de l'assise de l'élément de fondation;
 - levage à partir d'un banc temporaire.

Levage à partir de l'assise

- . Cette méthode implique que le levage doit se faire par l'intermédiaire des diaphragmes ou des entretoises qui unissent les poutres du tablier entre elles. En plus de supporter la poussée des vérins, ces éléments doivent transmettre cette poussée aux poutres pour exécuter le levage.
- . Cette méthode, plus pratique et plus économique, doit toujours être privilégiée.
- . Le levage à partir de l'assise peut être effectué lorsque:
 - les vérins et les supports temporaires peuvent être disposés de façon à ne pas nuire aux travaux nécessitant un levage du tablier;
 - le dégagement entre l'assise et les diaphragmes ou les entretoises est suffisant pour permettre la mise en place des vérins et des supports temporaires;
 - la résistance des diaphragmes ou des entretoises est suffisante pour agir comme poutre de levage en supportant et transmettant aux poutres la poussée des vérins ou la charge transmise par les supports temporaires;
 - La portion de la dalle au-dessus d'un diaphragme de béton et attenante à celui-ci ne doit pas être démolie avant ou pendant le levage.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 11

Levage à partir d'un banc temporaire

- . Cette méthode doit être choisie lorsqu'on ne peut effectuer le levage à partir de l'assise ou lorsque c'est la seule méthode permettant le levage du tablier. On exécute le levage en disposant les vérins directement sous les poutres.
4. Prendre en compte la répartition des charges sur les vérins.

Levage à partir de l'assise

- . Pour le levage des poutres intermédiaires, les vérins sont disposés de chaque côté des poutres. La poussée de chaque vérin pour soulever une poutre est donc sensiblement équivalente à la moitié de la charge transférée à l'appareil d'appui.
- . Pour le levage des poutres extérieures (ou dans le cas d'un pont constitué de 2 poutres), un seul vérin placé du côté intérieur de la poutre peut être utilisé; la poussée du vérin est donc approximativement égale à la charge transmise à l'appareil d'appui par cette poutre. La poussée nécessaire peut cependant être moindre quand la rigidité transversale du tablier est suffisamment importante pour transférer la charge de la poutre extérieure vers les poutres intermédiaires.

Levage à partir d'un banc temporaire

- . Les vérins sont placés directement sous les poutres. La poussée qui doit être développée par les vérins pour soulever chacune des poutres est donc approximativement égale à la charge transmise à l'appareil d'appui.
5. Vérifier la capacité des diaphragmes ou des entretoises et la résistance des assemblages aux poutres lorsque le levage est effectué à partir de l'assise.
- . Cette vérification doit être effectuée en considérant comme force de sollicitation la poussée des vérins et la charge transmise par les supports temporaires. Les vérins et les supports temporaires doivent être disposés le plus près possible des poutres à soulever pour réduire au minimum les efforts de flexion produits dans les diaphragmes ou les entretoises par l'excentricité des charges.
 - . Il est possible d'augmenter la résistance des éléments utilisés comme point d'appui pour le levage. Par exemple, la résistance des entretoises en acier peut être améliorée par l'ajout de raidisseurs d'âme vis-à-vis les points d'appui des vérins et des supports temporaires. Ces éléments de renforcement doivent être dimensionnés en conséquence.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
4 de 11

6. Analyser les équipements nécessaires au levage:

- . banc temporaire (si cette méthode est utilisée);
- . vérins;
- . plaques de répartition;
- . supports temporaires.

Un plan montrant les détails des équipements de levage et leur emplacement par rapport aux éléments de tablier doit être établi afin de s'assurer de la conformité de leur fabrication et de leur installation.

Banc temporaire

- . Un banc en acier est utilisé pour soulever le tablier d'un pont en béton ou d'un tablier très élevé; il est préférable que les colonnes du banc soient appuyées directement sur la semelle de l'élément de fondation pour assurer sa stabilité.
- . Un banc en bois est utilisé lorsque les charges à soulever sont relativement faibles et le tablier peu élevé, comme dans le cas d'un pont acier-bois. Ce type de banc est généralement construit directement sur le sol.

Vérins

- . Les vérins hydrauliques employés pour soulever le tablier d'un pont sont généralement identifiés par la charge maximale qu'ils peuvent soulever en toute sécurité. Ils sont fabriqués pour satisfaire une gamme de charges maximales qui va de 5 t à plus de 100 t.
- . Pour chaque vérin, la correspondance entre la pression hydraulique exercée et la charge que cette pression permet de soulever est déterminée par le fabricant. Il est donc toujours possible de connaître à l'avance pour un vérin particulier la pression hydraulique qu'il faut exercer pour soulever une charge déterminée. Cette correspondance, qui est propre à chaque capacité de vérin, diffère cependant d'un fabricant à l'autre.
- . La course du cylindre de levage, généralement plus petite pour les vérins de grande capacité, dépend de la capacité du vérin.
- . Les vérins hydrauliques peuvent être actionnés manuellement à l'aide d'un levier ou mécaniquement à l'aide d'une pompe hydraulique. L'avantage des vérins actionnés mécaniquement, c'est que plusieurs vérins de même capacité peuvent être actionnés par une seule pompe, ce qui permet de soulever une charge plus grande ou de soulever simultanément plusieurs charges identiques.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
5 de 11

- . La capacité des vérins utilisés pour le levage devrait toujours dépasser d'au moins 30 % la charge de sollicitation prévue. Tous les vérins actionnés manuellement ou avec une pompe hydraulique doivent être munis d'un manomètre, qui permet de contrôler les opérations de levage à partir de la pression hydraulique.
- . Des vérins de faible hauteur (moins de 100 mm) peuvent être utilisés lorsque le dégagement est restreint.

Plaques de répartition

- . La base du vérin et le cylindre de levage doivent s'appuyer sur des plaques en acier dont le rôle est de répartir la poussée des vérins sur les éléments d'appui.
- . Les plaques de répartition doivent être dimensionnées de façon à assurer une répartition uniforme, et aussi conforme à la résistance des matériaux qui composent les éléments d'appui.

Supports temporaires

- . La méthode de levage du tablier doit toujours prévoir des supports temporaires.
- . Ces supports sont nécessaires en cas de bris de vérins lors du levage et pour supporter temporairement la structure, le temps d'exécuter les travaux pour lesquels le levage est effectué.
- . La partie supérieure du support est constituée d'un ensemble de plaques de répartition et de fourrures en acier.

L'épaisseur des plaques de répartition et des fourrures doit limiter l'affaissement toujours possible de la structure à au plus 3 mm. Leur nombre doit être suffisant pour convenir à la hauteur de levage prévue et pour prévenir l'affaissement du support sous la charge.

B) Installation des équipements de levage

1. S'assurer que l'on dispose du nombre de vérins nécessaires.
2. Le cas échéant, construire un banc temporaire.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
6 de 11

3. Installer les vérins et les plaques de répartition.
 - . Les surfaces d'appui des vérins doivent être de niveau pour que la surface plane du cylindre de levage soit toujours parfaitement en contact avec la plaque de répartition; un mauvais contact peut entraîner le bris du vérin.
 - . Dans le cas d'un levage à partir de l'assise, les vérins doivent toujours être installés le plus près possible des poutres à soulever.
4. Mettre en place des supports temporaires en prévoyant un nombre suffisant de plaques de répartition et de fourrures.

C) Levage

1. S'assurer que l'installation des équipements de levage est conforme au plan indiquant les détails du levage.
2. Déterminer, pour chaque vérin installé, la pression hydraulique nécessaire pour soulever la charge prévue.
3. Actionner les vérins.
 - . S'assurer tout au cours de l'opération de levage que les éléments sollicités par les vérins ne sont pas fissurés ou déformés. Le cas échéant, les éléments affectés doivent être renforcés sinon des modifications doivent être apportées à la méthode de levage.
4. Augmenter la pression des vérins progressivement et de manière à lever simultanément toutes les poutres du tablier.
 - . Une différence de hauteur de levage avec les poutres adjacentes, même inférieure à 1 mm, entraîne une surcharge importante sur les vérins qui portent la poutre la plus sollicitée. Cette surcharge peut à la limite provoquer le bris des vérins, mettant ainsi la sécurité des utilisateurs en danger. L'affaissement subit du tablier résultant du bris des vérins peut aussi causer des dommages très importants aux éléments du système structural de l'ouvrage.
 - . Une différence de hauteur de levage entre les poutres entraîne aussi des contraintes excessives qui peuvent endommager la dalle, les entretoises, les diaphragmes ou les contreventements qui relient les poutres entre elles.
 - . Pour obtenir le levage simultané des poutres d'un tablier, la poussée de tous les vérins utilisés doit être synchronisée de manière à ce que la force de levage (poussée équivalente à la charge à soulever) soit atteinte simultanément.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
7 de 11

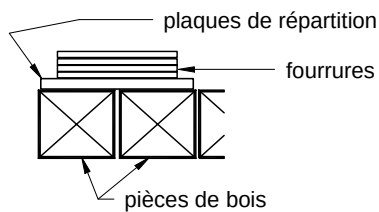
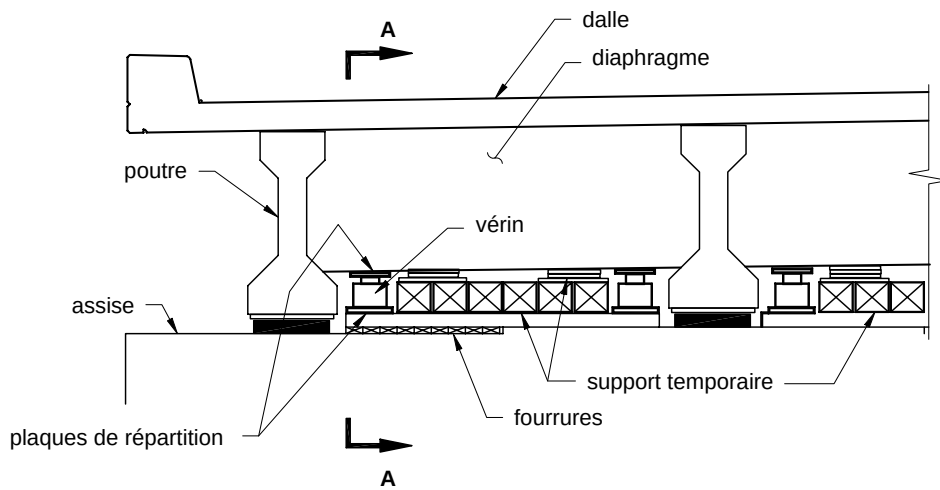
- . Lorsque les charges à soulever sont semblables, le contrôle peut être facilité en utilisant des vérins de même capacité provenant d'un même fabricant car la pression de levage est alors la même pour tous les vérins.
5. Poursuivre le levage jusqu'à ce que la hauteur soit suffisante pour permettre l'exécution des travaux, sans dépasser la hauteur limite de levage.
- . Les plaques de répartition et les fourrures des supports temporaires doivent être mises en place au fur et à mesure que le levage s'effectue afin de limiter l'affaissement éventuel de la structure à au plus 3 mm.
 - . Le tablier d'un pont à travées non continues doit être soulevé de 15 mm au maximum (25 mm pour un tablier acier-bois) afin de limiter au minimum les inconvénients causés aux usagers et de ne pas endommager, s'il y a lieu, le joint de tablier au-dessus de l'élément de fondation.
 - . Le tablier d'un pont à travées continues doit être soulevé de quelques millimètres seulement pour permettre l'enlèvement des éléments à réparer ou à remplacer. Le fait de soulever une partie du tablier d'un tel pont a pour effet d'augmenter considérablement la charge à soulever par les vérins et entraîne des efforts imprévus dans différentes parties de la structure. La surcharge sur les vérins et l'intensité des efforts augmentent avec la hauteur de levage. Il est donc souhaitable de limiter la hauteur de levage au minimum.
6. Diminuer la pression des vérins pour appuyer la structure sur les supports temporaires et réaliser les travaux en toute sécurité.
- . La pression des vérins doit être diminuée progressivement et de manière à entraîner l'abaissement simultané de toutes les poutres. L'abaissement inégal des poutres produirait les mêmes effets que leur levage à des hauteurs différentes.
7. Les travaux terminés, soulever le tablier de façon à pouvoir enlever les plaques de répartition et les cales des supports temporaires, puis l'abaisser pour le ramener à sa position initiale. Les plaques de répartition et les cales doivent être enlevées de façon à limiter l'affaissement éventuel de la structure à au plus 3 mm.
8. Enlever les équipements de levage et remettre le site dans l'état où il se trouvait.

LEVAGE DU TABLIER

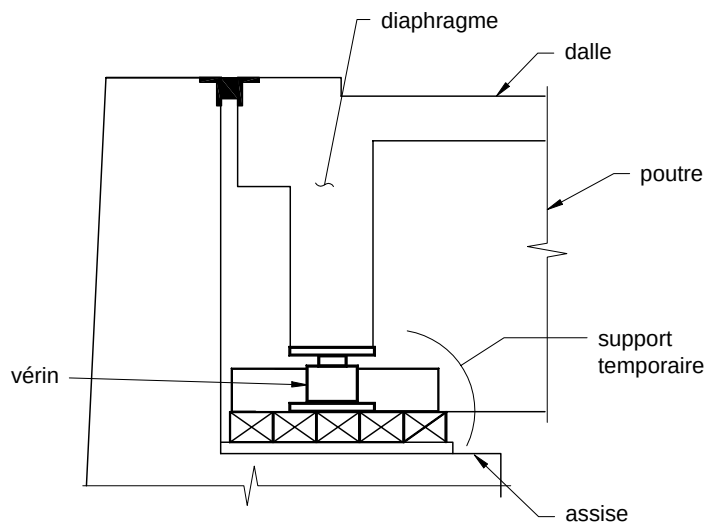
ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
8 de 11



SUPPORT TEMPORAIRE



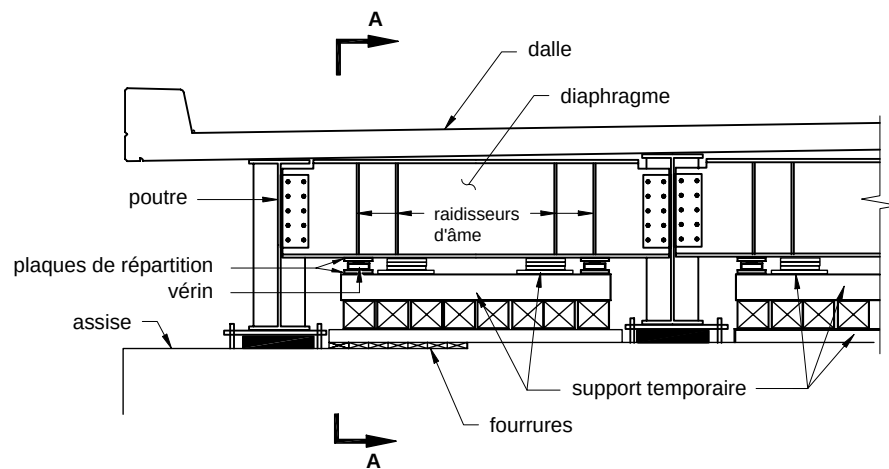
LEVAGE À PARTIR DE L'ASSISE - POUTRE ET DIAPHRAGME EN BÉTON

LEVAGE DU TABLIER

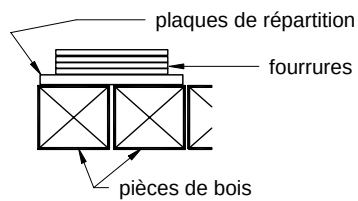
ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

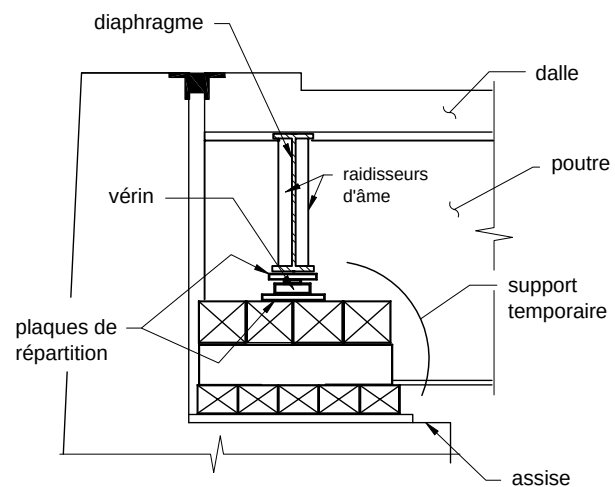
PAGE
9 de 11



ÉLEVATION



SUPPORT TEMPORAIRE



COUPE A-A

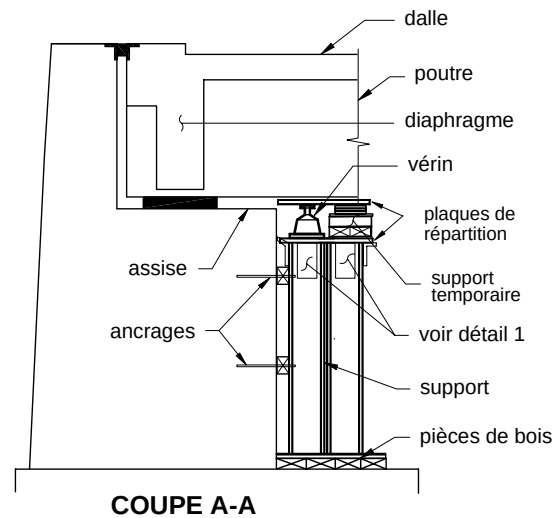
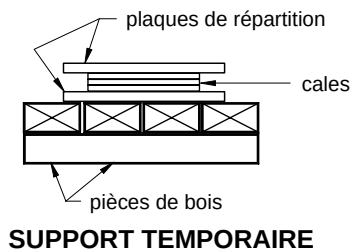
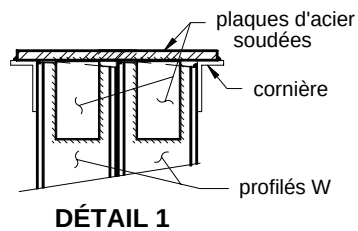
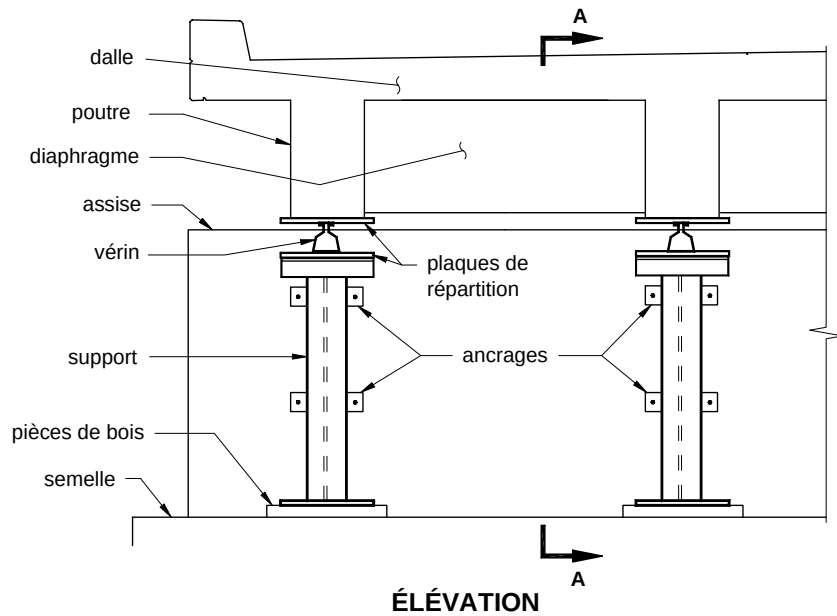
LEVAGE À PARTIR DE L'ASSISE - POUTRE ET DIAPHRAGME EN ACIER

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
10 de 11



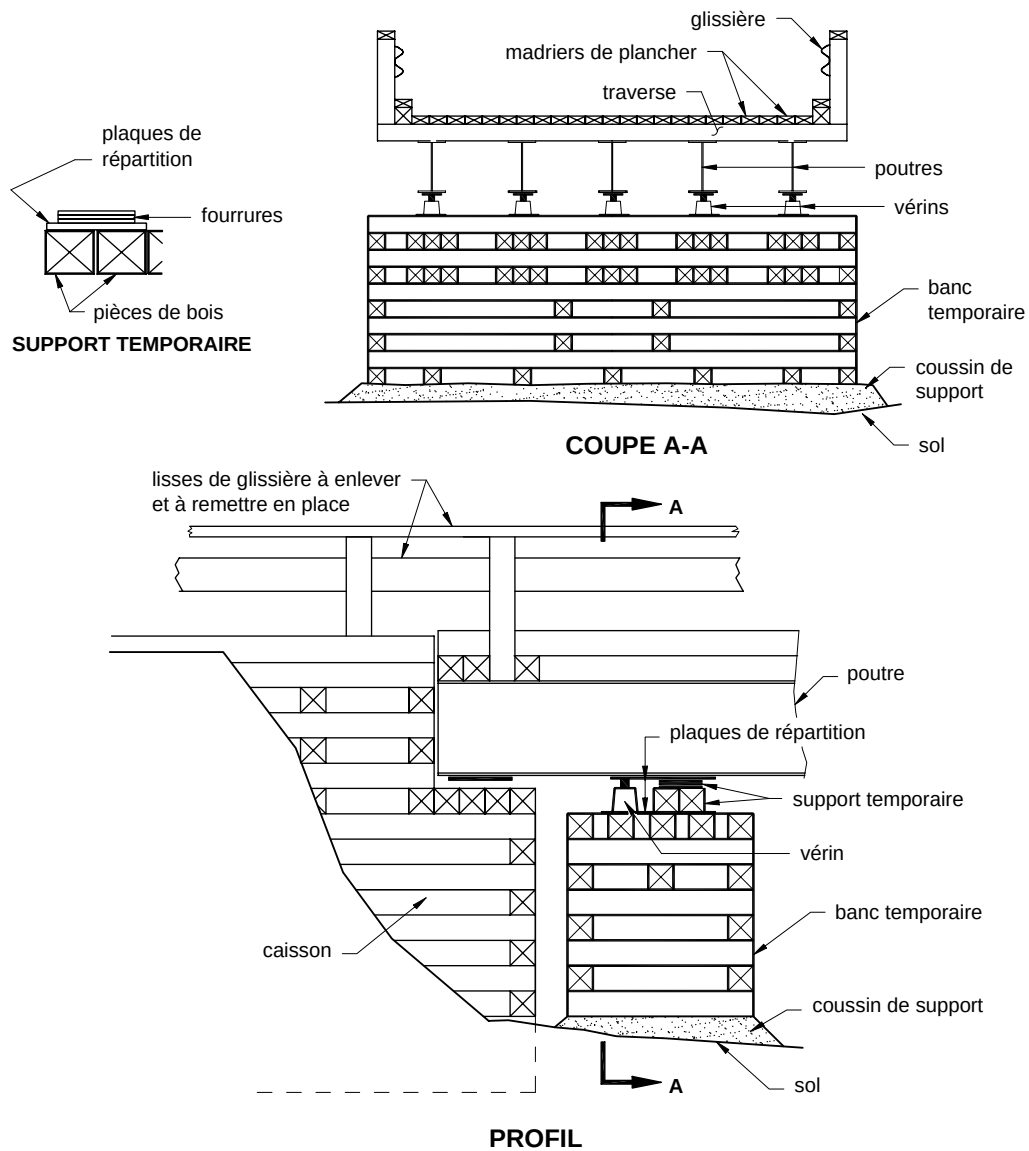
LEVAGE À PARTIR D'UN BANC TEMPORAIRE EN ACIER

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
11 de 11



LEVAGE À PARTIR D'UN BANC TEMPORAIRE EN BOIS

POSE / RÉPARATION D'UN GABARIT

ACTIVITÉ
3005

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Installation d'un gabarit de véhicules aux extrémités d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Lorsqu'une limitation de hauteur est requise pour protéger l'intégrité d'un pont couvert.
- . Lorsque des mesures complémentaires sont nécessaires pour renforcer l'application d'une restriction de charge pour un pont couvert.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Évaluer la configuration aux approches du pont en vue de choisir la localisation optimale du gabarit.
2. Procéder à l'excavation en vue de construire les fondations du gabarit. Le dessous de la fondation doit être au moins 1,5 m plus bas que le profil de la route.
3. Mettre en place le gabarit, en acier galvanisé, de façon à ce que la hauteur libre entre la membrure horizontale et le niveau de la route réponde aux exigences demandées.
4. Sécuriser le gabarit pour avoir une bonne position verticale, et consolider ses assises en comblant les vides sous les plaques d'appui à l'aide d'un coulis sans retrait.

Note

- . La hauteur libre sous le gabarit doit être déterminée en fonction de la géométrie du pont et de sa capacité portante.

ENROCHEMENT

ACTIVITÉ
3011

DATE
2004-06-15

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 de matériaux d'enrochement afin de contrer l'affouillement ou le minage autour d'une pile, aux extrémités d'un ponceau ou à proximité des berges.

NIVEAU DE QUALITÉ

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.
- . Affouillement important à l'entrée ou à la sortie d'un ponceau.
- . Affouillement ou minage important à proximité 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
2004-06-15

PAGE
2 de 4

Notes

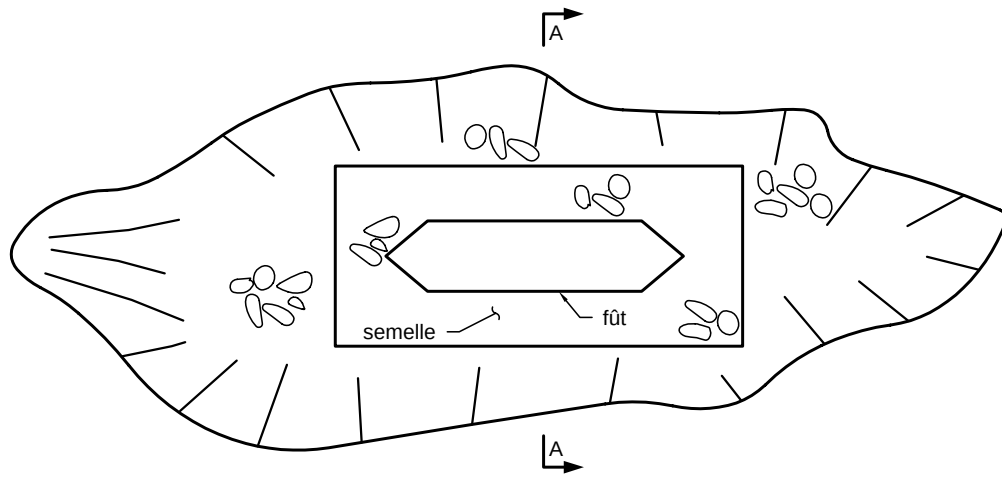
- . Les articles 6.13 et 10.4 du CCDG fixent les exigences environnementales concernant la protection des plans d'eau.
- . La section 8.4 du Manuel de conception des ponceaux contient un guide pour le choix du calibre des pierres en fonction de la vitesse d'écoulement. L'épaisseur du revêtement peut varier selon les conditions locales.
- . La section 2.1 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 spécialiste en hydraulique.

ENROCHEMENT

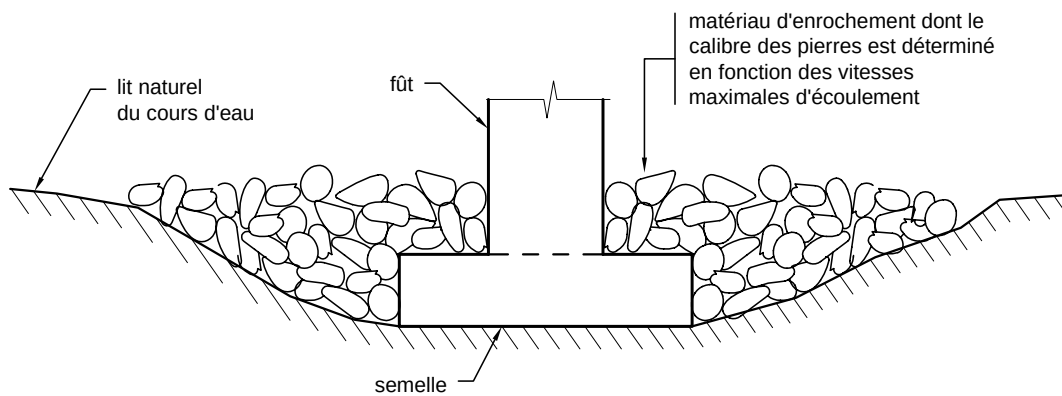
ACTIVITÉ
3011

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 4



PLAN



COUPE A-A

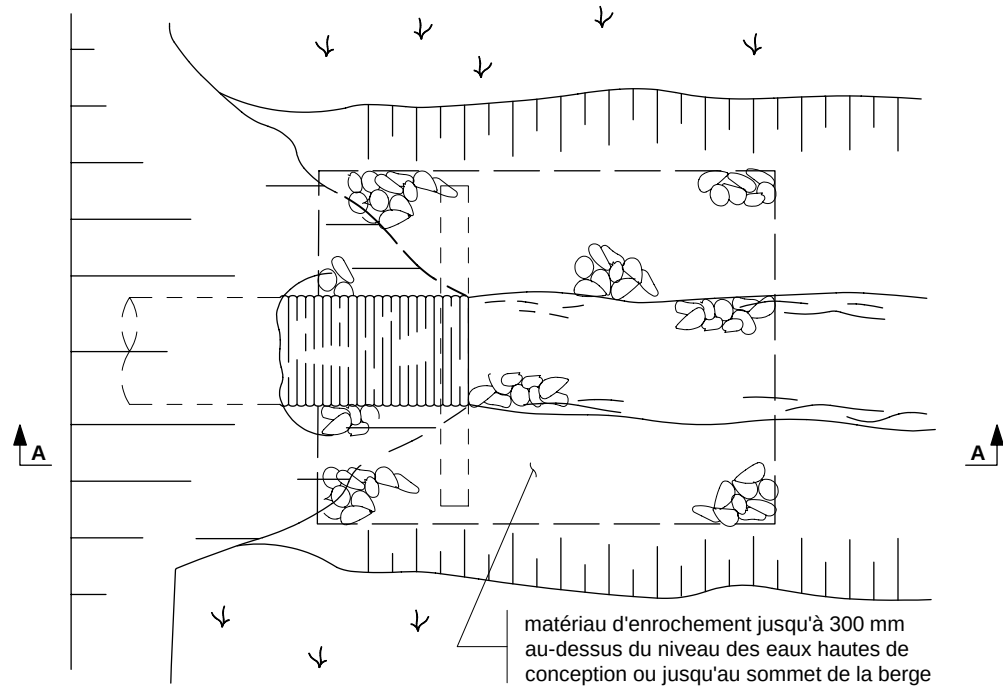
ENROCHEMENT AUTOUR D'UNE PILE

ENROCHEMENT

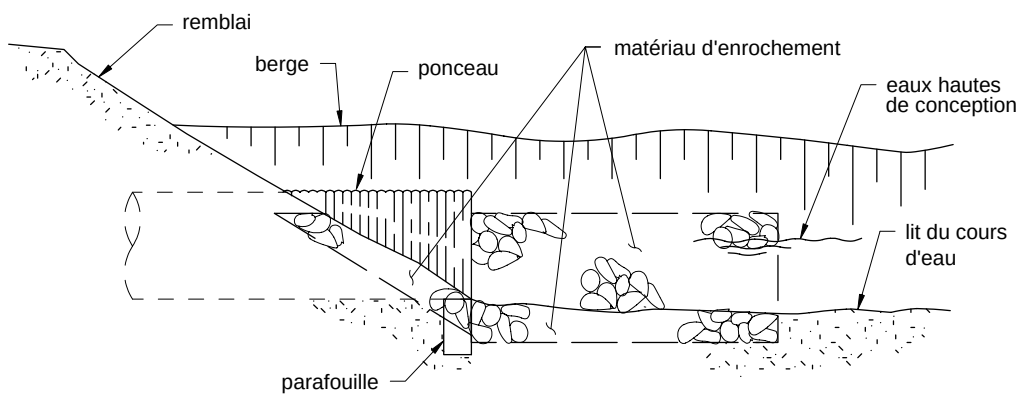
ACTIVITÉ
3011

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 4



VUE EN PLAN



COUPE A-A

ENROCHEMENT À PROXIMITÉ D'UN PONCEAU

CORRECTION DU COURS D'EAU

ACTIVITÉ
3012

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Correction d'un problème d'écoulement du cours d'eau susceptible d'affecter la stabilité d'un élément de fondation.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Exhaussement ou changement de l'alignement du lit entraînant un écoulement d'eau susceptible de compromettre la stabilité d'un élément de fondation.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en hydraulique.

Note

- . Une expertise portant sur l'analyse de l'écoulement naturel du cours d'eau peut démontrer la nécessité de construire un ouvrage, tel un épi ou une digue, afin de diriger le cours d'eau.

STABILISATION DE REMBLAI

ACTIVITÉ
3021

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Stabilisation d'un remblai, soit par l'ajout d'un contrepoids afin de contrer le glissement, soit par la mise en place d'un noyau de remblai léger afin de limiter le tassement.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Mouvement du remblai d'approche compromettant la stabilité de l'élément de fondation qu'il supporte directement.
- . Mouvement du remblai causant un affaissement continu important à un remblai d'approche ne supportant pas directement un élément de fondation.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer conjointement par un ingénieur spécialiste en structure et un ingénieur spécialiste en mécanique des sols.

PROTECTION DE TALUS

ACTIVITÉ
3022

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Construction d'un revêtement de protection en pierres, ou ajout de matériaux à un revêtement de protection existant.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Absence, perte ou dégradation de matériaux de protection de talus compromettant la stabilité du remblai ou de la culée.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Nettoyer la zone à protéger de tout débris et de toute végétation.
2. Régaler au besoin la zone affectée.
3. Construire un revêtement de protection en pierres ou ajouter des pierres au revêtement. Le calibre des pierres peut être augmenté selon les vitesses maximales d'écoulement.
4. Si c'est nécessaire, prolonger le revêtement de protection de façon à encasturer le revêtement à sa base.

Notes

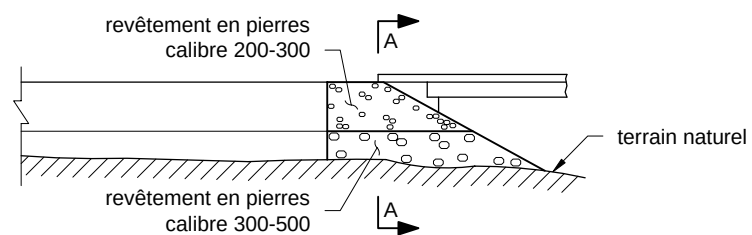
- . À proximité d'une rivière, il est recommandé de placer une membrane géotextile derrière le revêtement en pierres pour empêcher la migration des particules fines.
- . À défaut de régaler, l'épaisseur de protection peut être augmentée dans les zones érodées.

PROTECTION DE TALUS

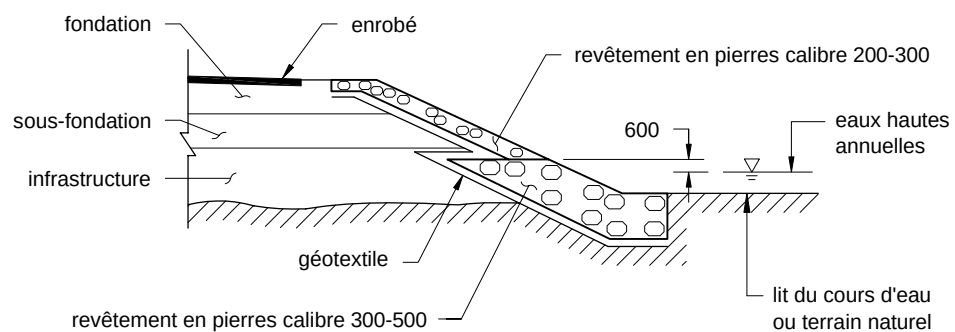
ACTIVITÉ
3022

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2



PROFIL



COUPE A-A

RÉHABILITATION SISMIQUE

ACTIVITÉ
3025

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures – Volume 1

- . Calcul parasismique, chapitre 4.

DESCRIPTION

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

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Le pont doit déjà faire l'objet de travaux de réparation et doit respecter tous les critères suivants :
 - il est situé sur le réseau supérieur;
 - il a été construit avant 1980;
 - son indice de vulnérabilité sismique est inférieur à 75;
 - les travaux de réparation sont estimés à plus de 10 % de sa valeur de remplacement.

Lorsqu'un remplacement de tablier est prévu sur un pont, il faut se référer à la section 4.4 du Manuel de conception des structures – Volume 1.

MÉTHODE DE TRAVAIL

L'intervention doit être déterminée par un ingénieur spécialiste en structures.

Notes

- . 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 des joints au-dessus des piles;
 - établissement de la continuité des poutres au-dessus des piles;
 - fixation des poutres aux unités de fondation;
 - 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.

CONSOLIDATION DE FONDATION AVEC SACS SABLE-CIMENT / EMPIERREMENT

**ACTIVITÉ
3031**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
1 de 3**

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Consolidation de la fondation d'une culée, d'une pile, d'une béquille, d'un mur de soutènement ou d'un élément d'extrémité d'un ponceau avec des sacs de sable-ciment ou par empièrrement.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Perte de matériaux granulaires sous la semelle d'une fondation superficielle d'une culée, d'une pile, d'une béquille, d'un mur de soutènement ou aux extrémités d'un ponceau.
- . Perte de matériaux granulaires sous la semelle d'une fondation profonde d'une culée, d'une pile, d'une béquille ou d'un mur de soutènement, sur plus de 20 % de la surface de la semelle.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les débris de la zone à consolider.
2. Bloquer la fuite de matériaux granulaires et combler les vides sous la semelle à l'aide de sacs de sable-ciment ou par empièrrement.
3. Au besoin, compléter la consolidation de la fondation par un ajout de béton à travers les pierres ou les sacs de sable-ciment.

Notes

- . Pour une fondation superficielle, la consolidation avec des sacs de sable-ciment ou par empièrrement doit être considérée comme une mesure temporaire seulement. La consolidation par ajout de béton (activité 3032) doit être prévue ultérieurement.
- . Compte tenu de la nécessité de maintenir la capacité portante sous la fondation, la consolidation avec des sacs de sable-ciment est susceptible de mieux arrêter la fuite des matériaux que la consolidation par empièrrement.

**CONSOLIDATION DE FONDATION
AVEC SACS SABLE-CIMENT / EMPIERREMENT**

**ACTIVITÉ
3031**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 3**

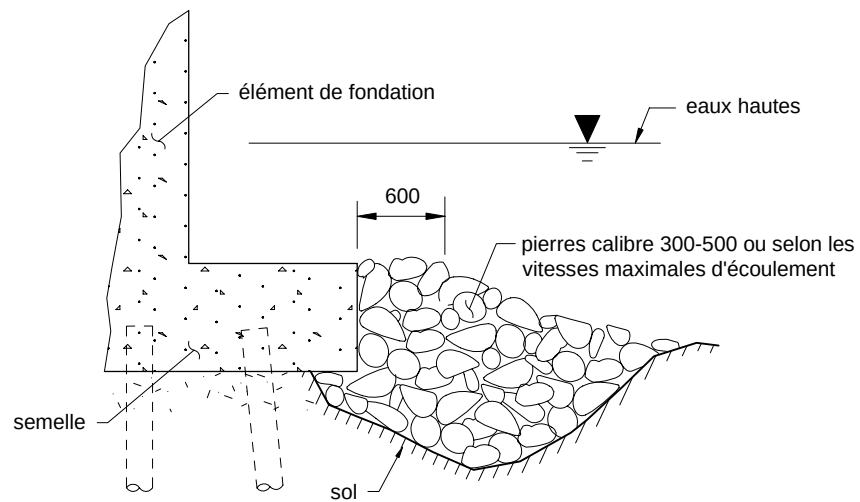
- . Au besoin, compléter la consolidation de fondation par l'ajout de pierres à proximité d'une pile (activité 3011) ou d'une culée (activité 3022).
- . Cette intervention peut s'appliquer dans certains cas pour des extrémités de ponceau.

CONSOLIDATION DE FONDATION AVEC SACS SABLE-CIMENT / EMPIERREMENT

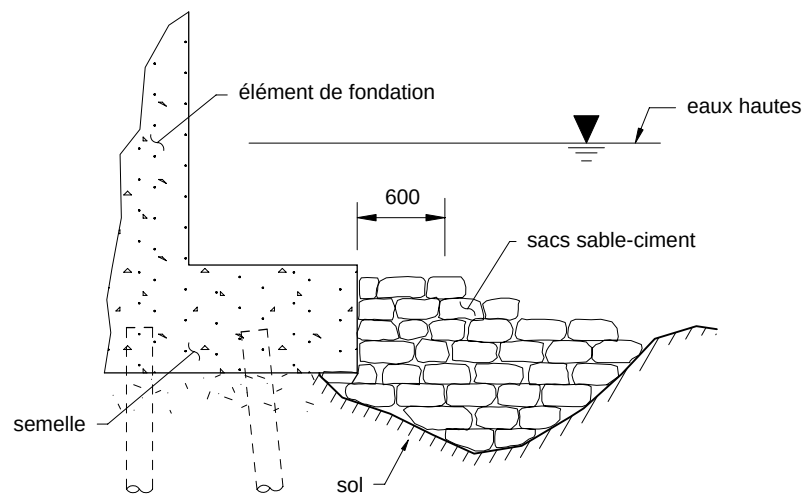
ACTIVITÉ
3031

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



EMPIERREMENT



SACS SABLE-CIMENT

CONSOLIDATION DE FONDATION PAR L'AJOUT DE BÉTON

ACTIVITÉ
3032

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Consolidation de la fondation d'une culée, d'une pile, d'une béquille, d'un mur de soutènement ou d'un élément d'extrémité d'un ponceau par ajout de béton sous la semelle.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Perte de matériaux granulaires sous la semelle d'une fondation superficielle d'une culée, d'une pile, d'une béquille, d'un mur de soutènement ou d'un élément d'extrémité d'un ponceau.
- . Perte de matériaux granulaires sous la semelle d'une fondation profonde d'une culée, d'une pile, d'une béquille ou d'un mur de soutènement, sur plus de 20 % de la surface de la semelle.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever les débris de la zone à consolider.
2. Nettoyer le béton de la semelle pour améliorer les surfaces de contact.
3. Au besoin, excaver les matériaux lâches.
4. Ériger une ceinture de protection autour de la fondation avec des sacs de sable-ciment ou des palplanches métalliques. Les palplanches en acier peuvent être laissées en place à la fin des travaux. S'assurer que les éléments laissés en place n'engendreront pas un nouvel obstacle à l'écoulement des eaux
5. Mettre en place un béton antilessivage, normalement à l'aide d'une pompe à béton. Suivre alors les exigences concernant le bétonnage sous l'eau (activité 3105) et s'assurer de bien combler les vides sous la semelle.

CONSOLIDATION DE FONDATION PAR L'AJOUT DE BÉTON

**ACTIVITÉ
3032**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 3**

Notes

- . Il est possible dans certains cas de mettre en place le béton à l'aide d'un ou plusieurs conduits insérés préalablement à travers les pierres de consolidation.
- . Achever s'il y a lieu la consolidation de fondation par un revêtement de protection en pierres près d'une culée (activité 3022) ou par un matériau d'enrochement à proximité d'une pile (activité 3011).

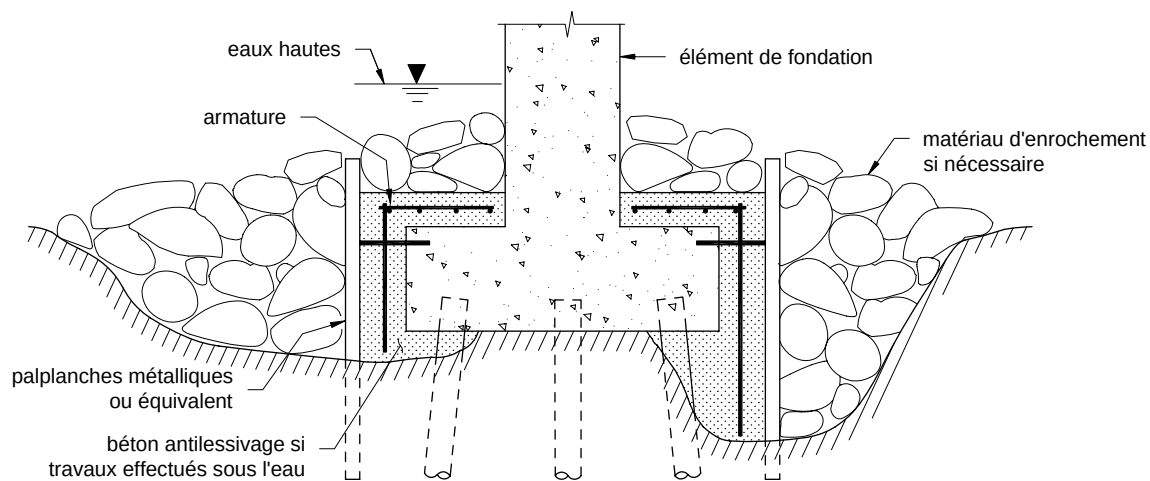
Il faut s'assurer que le matériau d'enrochement ajouté à proximité d'un élément de fondation n'est pas un obstacle à l'écoulement des eaux, pouvant entraîner une augmentation des vitesses de l'eau et un nouvel affouillement du sol près des fondations.

CONSOLIDATION DE FONDATION PAR L'AJOUT DE BÉTON

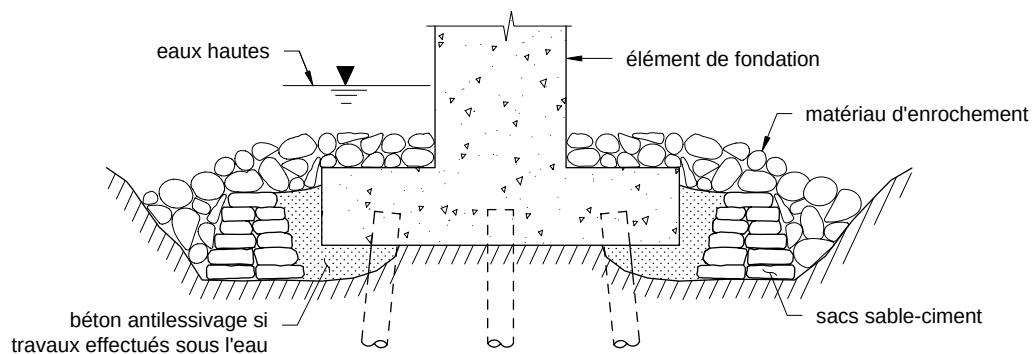
ACTIVITÉ
3032

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



CEINTURE DE PROTECTION EN PALPLANCHES MÉTALLIQUES



CEINTURE DE PROTECTION EN SACS SABLE-CIMENT

CONSOLIDATION DE PIEU

ACTIVITÉ
3033

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Consolidation par enrobage en béton d'un ou plusieurs pieux déficients.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Corrosion importante d'un pieu en acier.
- . Pourriture importante d'un pieu en bois.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, construire un batardeau pour isoler la zone de travail.
2. Excaver le pourtour du pieu sur une profondeur suffisante pour dégager complètement la zone détériorée.
3. Enrober individuellement ou globalement avec du béton les pieux endommagés.

Notes

- . Au besoin, compléter la consolidation de pieux par un revêtement de protection en pierres près d'une culée (activité 3022) ou par un matériau d'enrochement à proximité d'une pile (activité 3011).

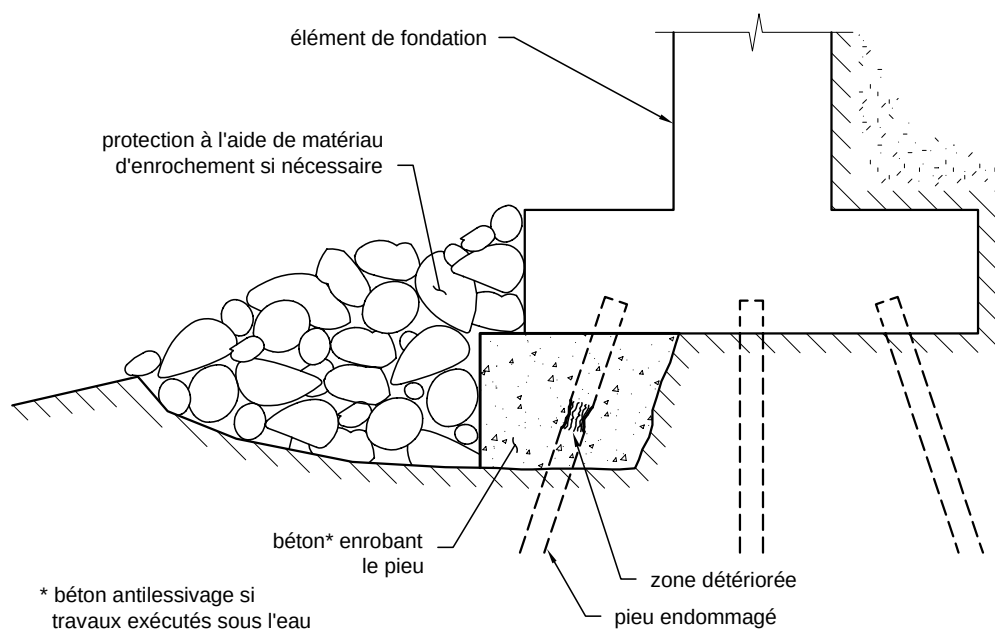
Il faut s'assurer que le matériau d'enrochement ajouté à proximité d'un élément de fondation n'est pas un obstacle à l'écoulement des eaux, pouvant entraîner ainsi une augmentation des vitesses de l'eau et un nouvel affouillement du sol près des fondations.

CONSOLIDATION DE PIEU

ACTIVITÉ
3033

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2



RÉPARATION DE SEMELLE

ACTIVITÉ
3034

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation d'une semelle avec coffrages et surépaisseur.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Éclatement, désagrégation ou érosion par abrasion du béton d'une semelle réduisant de façon importante sa capacité à supporter les charges.

MÉTHODE DE TRAVAIL

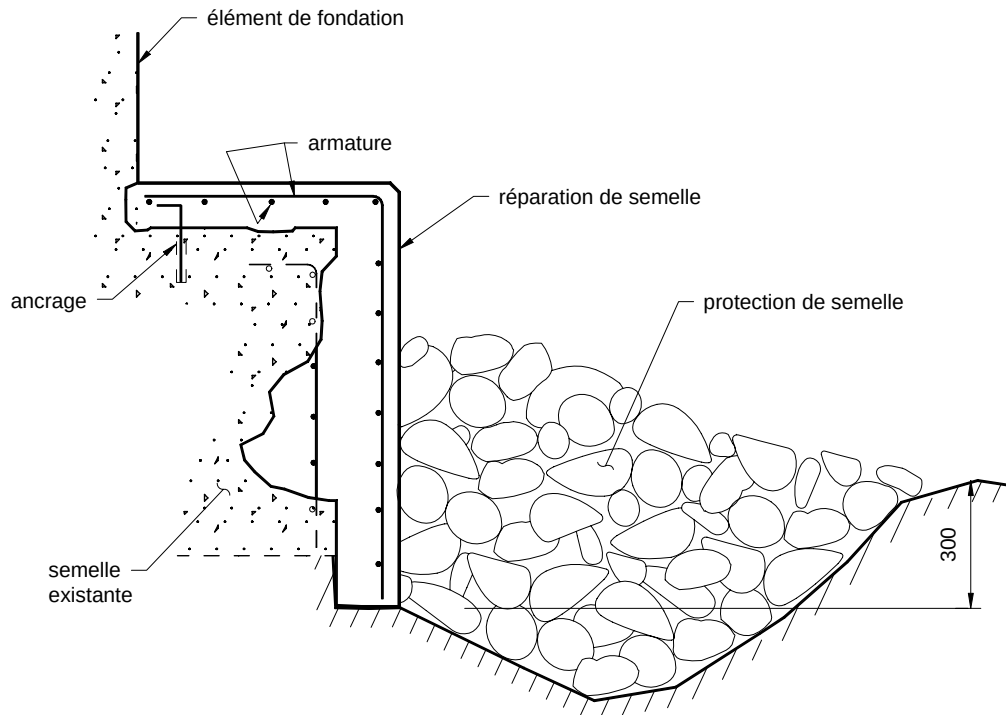
1. Au besoin, construire un batardeau.
2. Délimiter la surface à réparer par un trait de scie de 10 mm de profondeur, démolir le béton de surface jusqu'à une profondeur minimale de 10 mm et enlever le béton désagrégué ou délaminé au-delà de cette profondeur.
3. Nettoyer les armatures rendues apparentes par la démolition.
4. Au besoin, mettre en place un coussin de propreté.
5. Poser les barres d'armature et les ancrages nécessaires.
6. Installer les coffrages nécessaires.
7. Procéder au bétonnage. Utiliser au besoin un béton antilessivage dans les cas où la présence d'eau est inévitable.
8. Enlever les coffrages, remblayer et protéger la semelle contre d'éventuels affouillements (activité 3011 ou 3022).

RÉPARATION DE SEMELLE

ACTIVITÉ
3034

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2



STABILISATION DE FONDATION

ACTIVITÉ
3035

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Stabilisation de la fondation d'un élément pour arrêter tout mouvement et rendre la structure sécuritaire.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Mouvement de la fondation pouvant compromettre la stabilité de la structure.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer conjointement par un ingénieur spécialiste en structure et un ingénieur spécialiste en mécanique des sols.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE

ACTIVITÉ
3042

DATE
2004-06-15

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'un même élément de fondation.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation de blocs d'assise

- . Désagrégation ou délaminage sur plus de 30 % de la surface d'un ou de quelques blocs d'assise supportant les appareils d'appui.

B) Modification des blocs d'assise

- . Désagrégation ou délaminage sur plus de 30 % de la surface de la majorité des blocs d'assise supportant les appareils d'appui.

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 à haute pression pour enlever la poussière et les particules de béton détachées.

RÉPARATION / MODIFICATION DES BLOCS D'ASSISE

ACTIVITÉ
3042

DATE
2004-06-15

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

- . 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 (norme MTQ 3101) de type IV (35 MPa, sans fumée de silice), 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 cette dernière est inférieure à 40 mm, un mortier cimentaire en sac de type N conforme à la norme 3801 du MTQ doit être utilisé.
- . 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
2004-06-15

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 appareils d'appui.

Notes

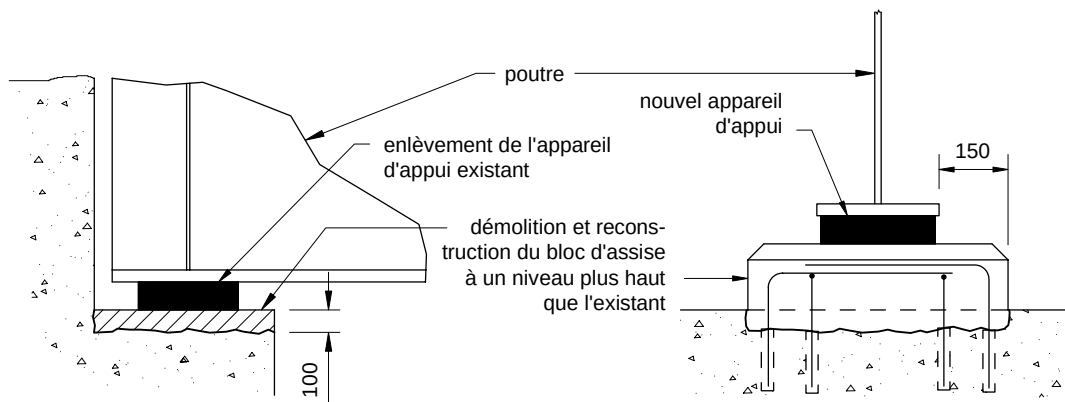
- . Il peut être nécessaire de modifier les blocs d'assise si on remplace les appareils d'appui existants par des appareils d'épaisseur différente (activité 3044), que le béton des blocs d'assise soit endommagé ou non.
- . La hauteur des blocs d'assise doit être établie en fonction de la hauteur des 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.
- . 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
2004-06-15

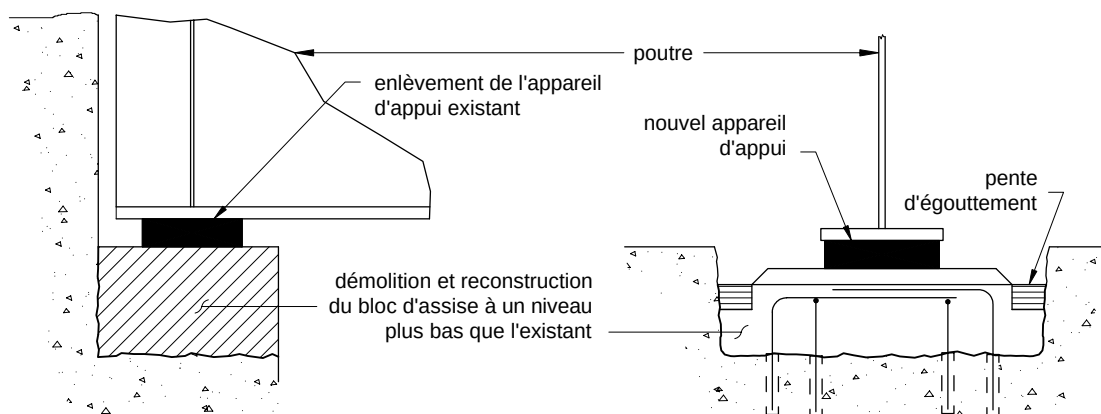
PAGE
4 de 4



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

REMISE EN POSITION D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3043

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remise en place sur l'assise d'un appareil d'appui comportant une plaque en élastomère.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Déplacement de la plaque en élastomère entraînant une perte de plus de 30 % de la surface d'appui.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, soulever et supporter l'extrémité du tablier pour dégager l'appareil sans excéder 15 mm (activité 3002).
2. Nettoyer la surface du bloc d'assise à l'aide d'un jet d'air ou d'un jet d'eau sous pression.
3. Remettre à sa position initiale la plaque en élastomère si elle est en bon état, sinon la remplacer (activité 3044).

Notes

- . Avant de commencer les travaux de remise en position d'appareil d'appui, il faut évaluer les travaux à effectuer de façon à pouvoir faire fabriquer à l'avance les pièces à remplacer et éviter ainsi des délais de réalisation.
- . Les dimensions des appareils d'appui apparaissent généralement sur les plans; dans le cas contraire, les appareils doivent être mesurés sur les lieux.
- . Au besoin, réparer le béton des blocs d'assise (activité 3042).
- . Terminer les travaux aux appareils d'appui avant d'effectuer s'il y a lieu une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus.

REEMPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures – Volume 1

- . 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 appareil à plaques en acier par un appareil d'appui de même type ou de type différent.

NIVEAU DE QUALITÉ

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
 - Cylindre d'un appareil à élastomère confiné fissuré.
 - Dommages très 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 de la plaque en acier inoxydable.

C) Appareil à plaques en acier

- . Corrosion ou dommages très importants des plaques ou d'autres éléments pouvant entraîner une restriction de mouvement.

REEMPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 5

D) Appareil à pendule

- . Position instable du pendule pouvant entraîner une perte 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 spécialiste en structure.
- . Il est préférable d'utiliser des appareils d'appui en élastomère 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.

REEMPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 5

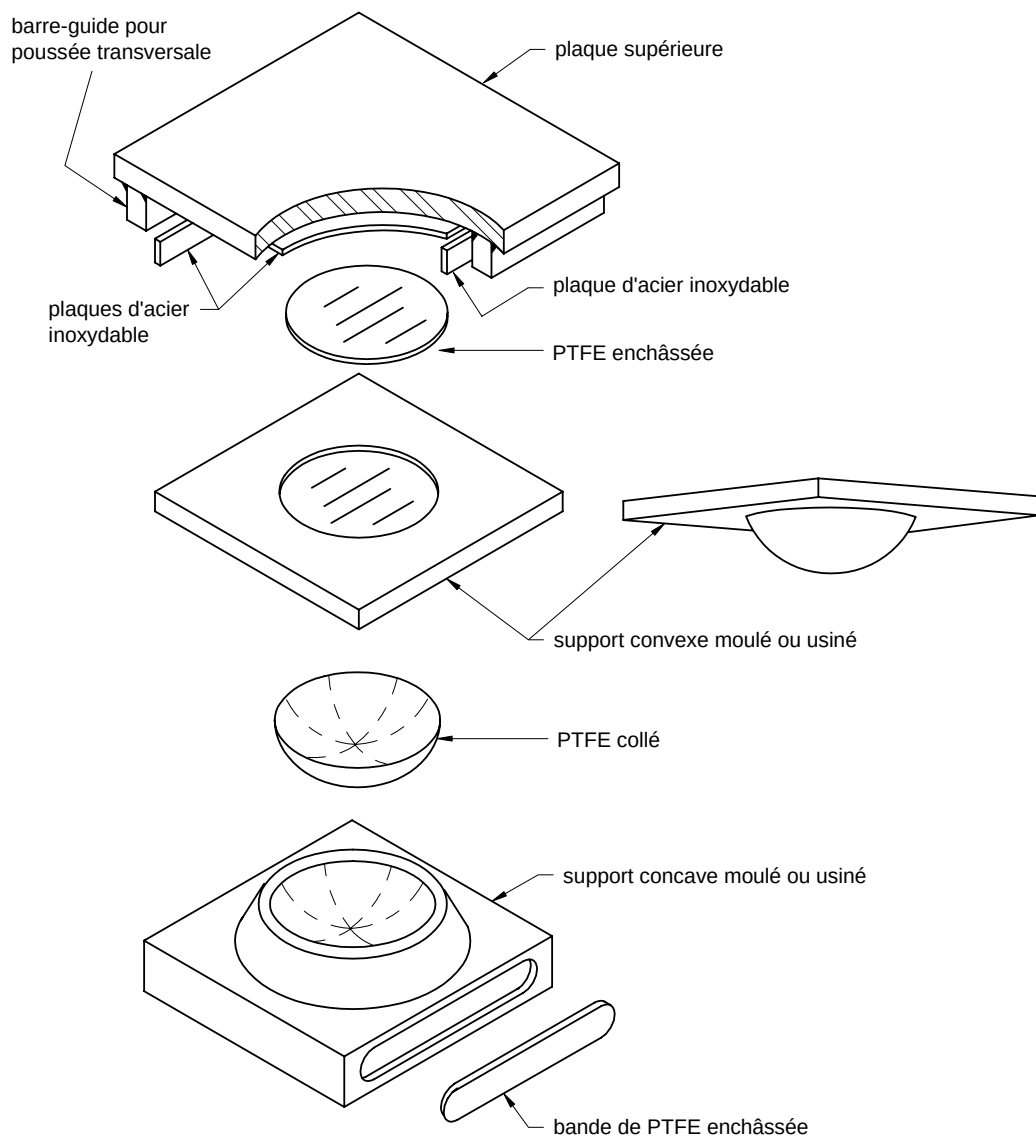
- . Le remplacement d'appareil d'appui peut nécessiter une modification des blocs d'assise (activité 3042) si le nouvel appareil d'appui est d'une hauteur différente.
- . Tous les appareils d'appui supportant la même extrémité du tablier doivent être de même type.
- . Remplacer les appareils d'appui 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 de peinture riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.

REEMPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 5



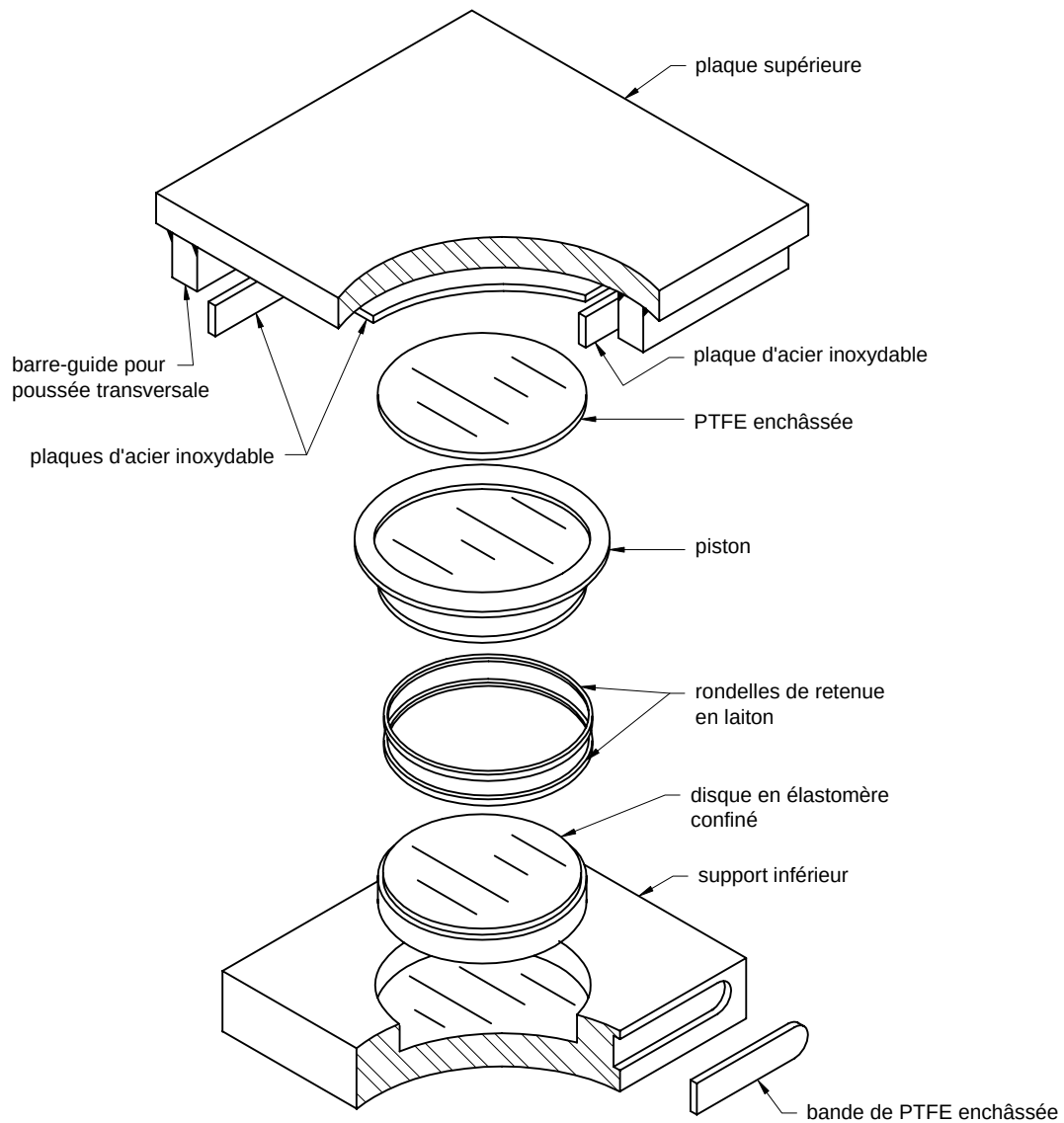
APPAREIL D'APPUI À GLISSEMENT

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI

ACTIVITÉ
3044

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 5



APPAREIL D'APPUI À ÉLASTOMÈRE CONFINÉ

RÉPARATION D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

ACTIVITÉ
3045

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES:

Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation et entretien d'un appareil d'appui à rouleaux dont les rouleaux, les plaques de support ou les guides d'espacement sont corrodés, détériorés ou mal lubrifiés.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Défauts pouvant entraîner une restriction de mouvement:
 - Corrosion importante ou effritement des guides d'espacement des rouleaux.
 - Désalignement ou aplatissement des rouleaux et corrosion légère des plaques de support et des rouleaux.
 - Manque de lubrifiant ou présence de saletés ou de débris affectant le fonctionnement normal de l'appareil.

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 et les rouleaux.
3. Au besoin, usiner les rouleaux pour leur redonner une forme cylindrique.
4. Nettoyer à l'aide d'un jet de sable les surfaces des plaques de supports en contact avec les rouleaux pour enlever toute trace de rouille.
5. Poncer ces surfaces au papier d'émeri pour enlever les aspérités et obtenir une surface uniforme.

RÉPARATION D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

ACTIVITÉ
3045

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 4

6. Réparer les guides d'espacement des rouleaux et les plaques de la boîte de protection ou les remplacer en utilisant les pièces existantes comme gabarit pour la fabrication de nouvelles pièces.
7. Si des dépôts de saletés ou de débris sont observés, nettoyer le pivot du rouleau maître, les dents du système de crémaillère et l'ensemble de la boîte de protection avec un jet de vapeur.
8. Mettre les rouleaux en place et poser les guides d'espacement des rouleaux.

. Les rouleaux doivent être placés perpendiculairement à l'axe longitudinal de la structure pour que leurs déplacements soient parallèles au déplacement de la structure, qui autrement provoquera l'aplatissement des rouleaux et la dégradation des guides d'espacement. Certains appareils sont munis de pivots permettant le déplacement des rouleaux parallèlement à la structure.
9. Abaisser la structure sur les rouleaux tout en s'assurant qu'ils ne se déplacent pas pendant la manoeuvre.
10. Remplir de graisse toute la boîte de protection pour que toutes les surfaces des rouleaux et des plaques de support soient protégées contre la corrosion. Il est recommandé d'utiliser une graisse à base de molybdène, de grade No 1 NLGI (National Lubricant & Grease Institute), qui permet une bonne mobilité par temps froid et conserve sa viscosité par temps chaud.
11. Peinturer au besoin les plaques de la boîte de protection des rouleaux, puis les remettre en place.

Notes

- . Ne réparer les appareils d'appui à rouleaux que si très peu d'entre eux sont défectueux. Dans le cas contraire, envisager le remplacement de tous les appareils (activité 3046).
- . Pour que les plaques de support des rouleaux puissent être réutilisées, les surfaces sur lesquelles se déplacent les rouleaux doivent être nettoyées pour qu'elles soient planes et uniformes; les aspérités à la surface des plaques entraînent le désalignement des rouleaux et l'endommagement des guides d'espacement des rouleaux.
- . Le remplacement de l'appareil d'appui (activité 3046) doit être envisagé lorsque la corrosion des plaques de support est telle qu'il est impossible d'enlever toutes les traces de rouille et d'obtenir le degré d'uniformité nécessaire.
- . L'usage des rouleaux ne doit pas réduire leur diamètre de plus de 5 mm, car cette diminution de diamètre se traduit par un abaissement équivalent de la hauteur du tablier.

RÉPARATION D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

ACTIVITÉ
3045

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 4

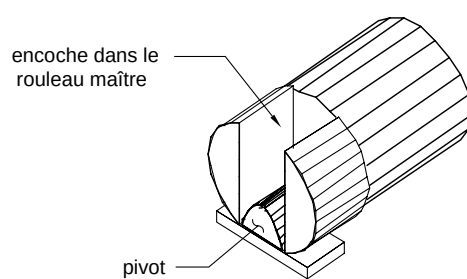
- . L'usinage des rouleaux d'un appareil d'appui implique que les rouleaux des autres appareils d'appui qui supportent la même extrémité de la structure le seront aussi afin que tous les rouleaux aient le même diamètre.
- . Il est recommandé de réparer et de lubrifier tous les appareils à rouleaux supportant la même extrémité d'un tablier de pont.
- . Lorsque la boîte de protection est en bon état, un orifice de graissage (grease plug) peut être installé afin de permettre la lubrification à l'aide d'un fusil à graissage.
- . La lubrification de certains types d'appareils se fait en remplissant d'huile la boîte de protection des rouleaux. Il est recommandé d'utiliser une huile « Extrême Pression » avec une viscosité permettant un écoulement à basse température (-30°C)
- . Au besoin, réparer le béton du bloc d'assise (activité 3042).
- . Terminer les travaux aux appareils d'appui avant d'effectuer s'il y a lieu une intervention sur le joint de tablier situé au-dessus.
- . Lorsqu'un appareil à rouleaux n'est pas réparable parce qu'il est trop détérioré, tous les appareils supportant la même extrémité d'un tablier de pont doivent être remplacés par des appareils de même type (activité 3046).

RÉPARATION D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

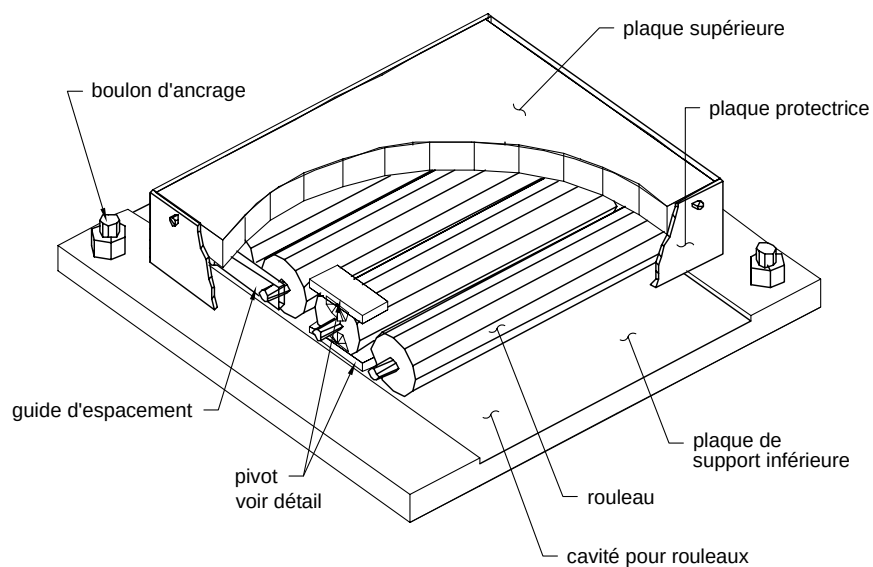
ACTIVITÉ
3045

DATE
2001-10-15

PAGE
4 de 4



DÉTAIL



APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

ACTIVITÉ
3046

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures – Volume 1

- . 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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

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

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 supérieure et inférieure 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
2004-06-15

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 inférieure et supérieure existantes.

Notes

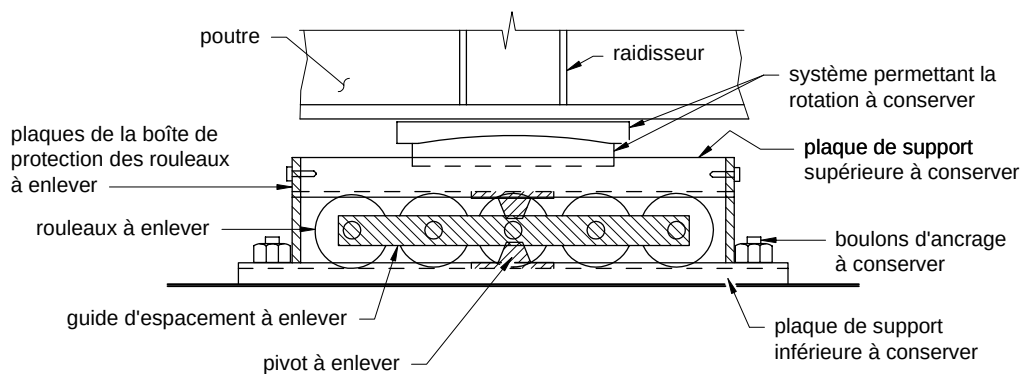
- . Le choix et le dimensionnement du nouvel appareil d'appui sont fonction des charges à supporter et des mouvements dus à la dilatation et à la rotation des travées. Au besoin, consulter un ingénieur spécialiste en structure.
- . Le remplacement d'un appareil d'appui à rouleaux peut nécessiter la modification 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 de la plaque de support inférieure et du béton du bloc d'assise doit être vérifié. Il peut s'avérer nécessaire de remplacer la plaque 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 de peinture riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.

REPLACEMENT D'APPAREIL D'APPUI À ROULEAUX

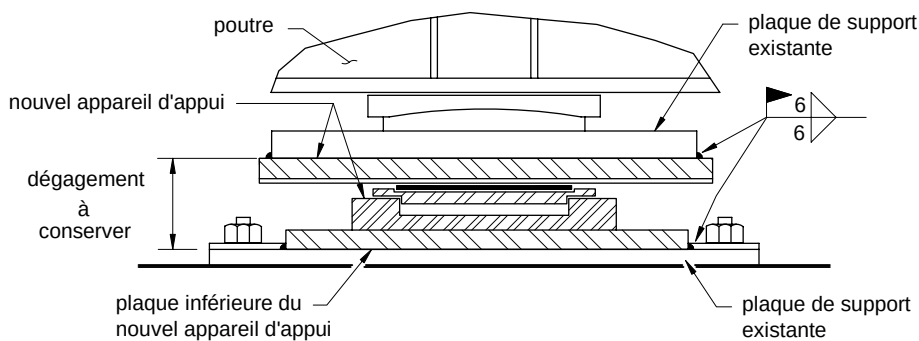
ACTIVITÉ
3046

DATE
2004-06-15

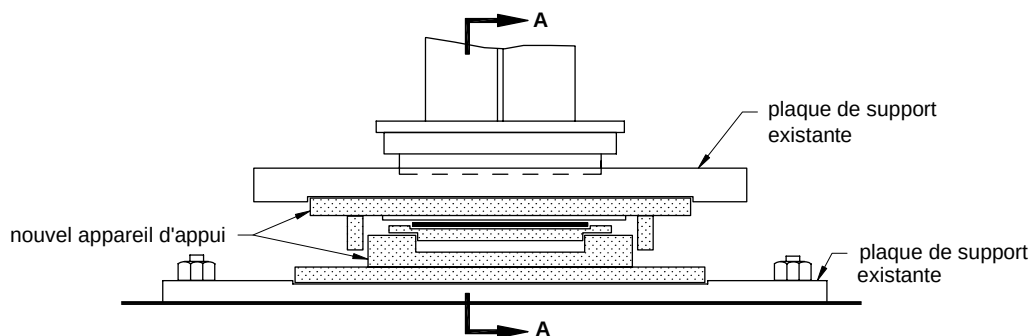
PAGE
3 de 3



PROFIL EXISTANT



COUPE A-A APRÈS REMPLACEMENT



ÉLÉVATION APRÈS REMPLACEMENT

REEMPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 6

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures – Volume 1

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

DESCRIPTION

Remplacement d'un joint de tablier existant dont le mouvement théorique ou mesuré est inférieur à 100 mm par un joint avec une garniture enclenchée.

NIVEAU DE QUALITÉ

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 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.
- . Désagrégation moyenne du béton de l'épaulement sur plus de 20 % de la longueur du joint.
- . Différence de pente ou d'élévation entre le joint et l'enrobé adjacent compromettant le confort ou la sécurité des usagers.
- . 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 ou qui peut compromettre le confort ou la sécurité des usagers.

REEMPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 6

Joint à plaque en élastomère fretté

- . Usure, perte d'élasticité, fissuration, déchirure, perforation des plaques du joint.
- . Ancrages brisés ou manquants sur plus de 30 % des ancrages du joint ou pouvant entraîner son arrachement.
- . Décollement ou arrachement des plaques du joint.

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 ou seulement de part et d'autre du joint à remplacer. 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.

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 la bonne ouverture et le souder solidement aux barres d'armature de la dalle et du garde-grève s'il y a lieu. Enlever les plaques ou les cornières d'assemblage temporaires dès que le joint est fixé aux armatures.
5. Procéder au bétonnage du garde-grève, des épaulements, de la dalle et des trottoirs ou chasse-roues dans une même coulée.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 6

6. Enlever les coffrages.
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).
 - . Consulter un ingénieur spécialiste en structure pour les cas où il faut un joint avec un mouvement supérieur à 100 mm.
 - . 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.
- . 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.

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

ACTIVITÉ
3051

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 6

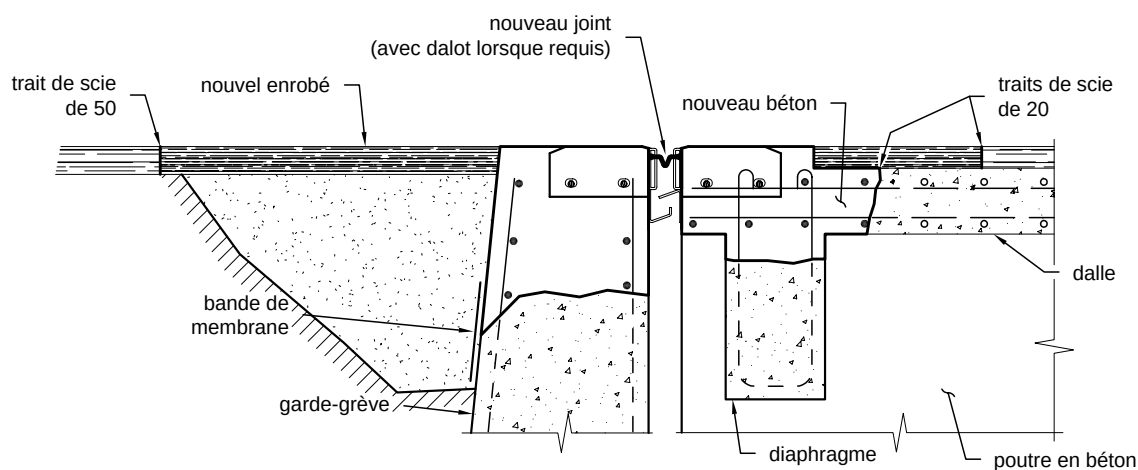
- . S'assurer que la distance libre entre les deux extrémités de tablier est suffisante pour permettre le mouvement prévu des tabliers. Si elle est insuffisante, prévoir l'élimination de joint de tablier à cette pile (activité 3053).
- . Si le nouveau joint est moins large que le joint existant, il faut 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. Au besoin, consulter un ingénieur spécialisé en structures s'il est difficile d'éliminer les changements de direction d'un joint de tablier existant.
- . Voir la figure 11.3.14 du Manuel de conception, Volume 1 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.
- . Employer un béton qui contient de la fumée de silice pour réduire la perméabilité du béton et augmenter sa durabilité. Ce type de béton adhère mieux aux surfaces métalliques aidant ainsi à améliorer la durabilité de l'épaulement du joint.
- . 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 au 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

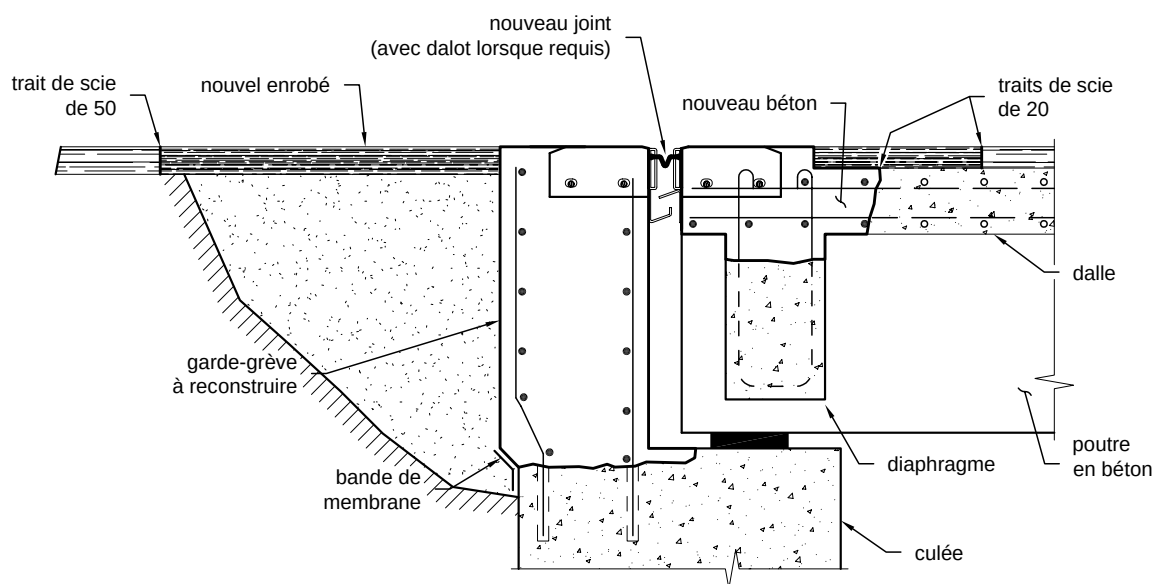
ACTIVITÉ
3051

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 6



GARDE-GRÈVE EXISTANT À RECONSTRUIRE PARTIELLEMENT



GARDE-GRÈVE À RELOCALISER

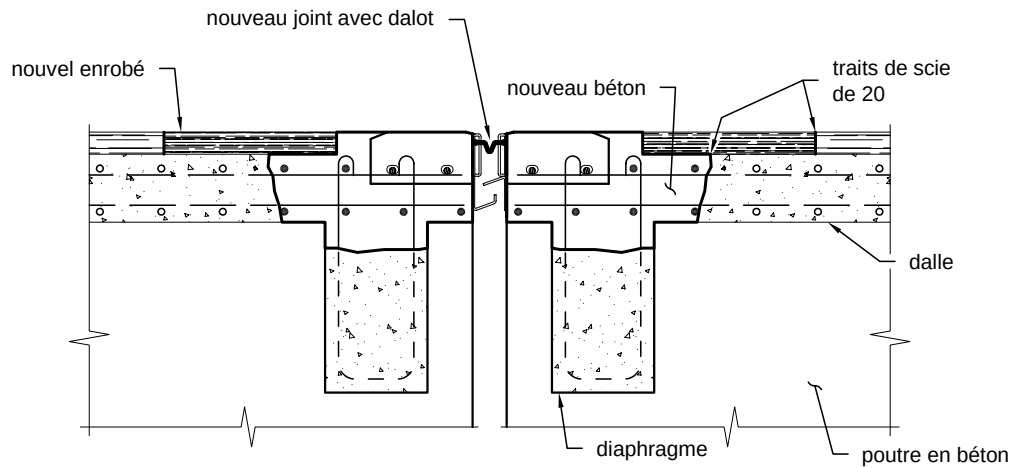
REPLACEMENT À UNE CULÉE - SANS DALLE DE TRANSITION

REPLACEMENT D'UN JOINT DE TABLIER

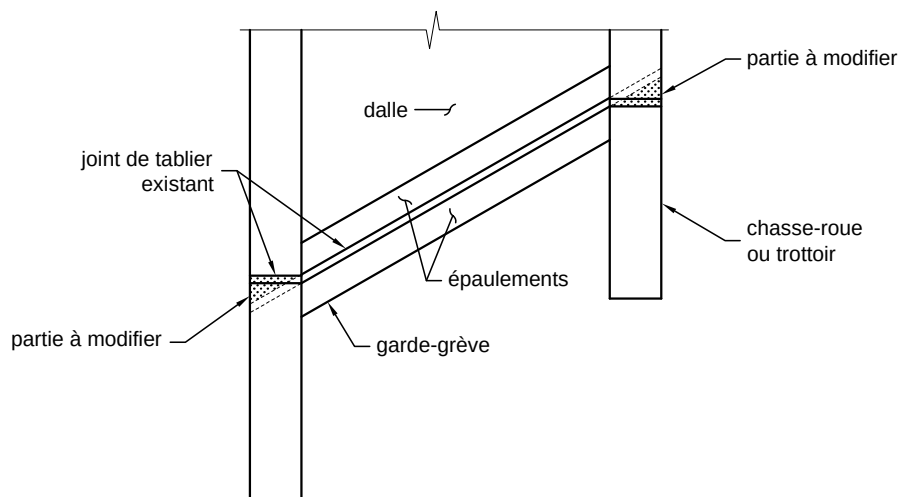
ACTIVITÉ
3051

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 6



REPLACEMENT À UNE PILE



JOINT DE TABLIER AVEC BIAIS

JOINT DALLE SUR CULÉE

ACTIVITÉ
3052

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

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

NIVEAU DE QUALITÉ

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 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
2004-06-15

PAGE
2 de 4

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 le drain flexible et 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 vis-à-vis de 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

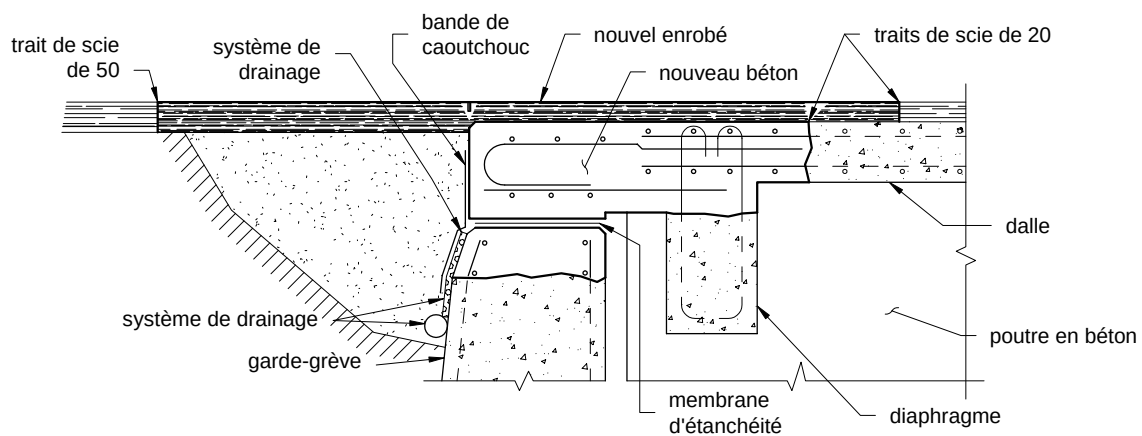
- . Si la chaussée de l'approche près de la culée est en béton de ciment, se référer aux dessins normalisés 007, 007A et 007B du Tome II – Construction routière, chapitre 2.
- . Vérifier l'emplacement des poteaux de glissières attenant au joint de tablier et modifier au besoin l'attache de la glissière 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);
 - le garde-grève et l'extrémité des poutres sont en bon état.
- . Prendre en considération la présence de services publics.

JOINT DALLE SUR CULÉE

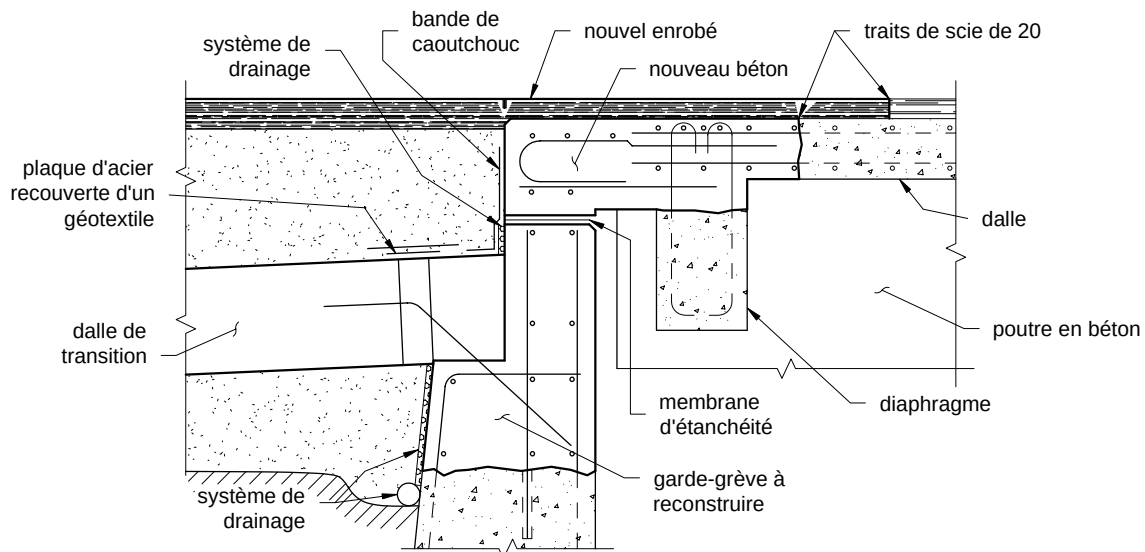
ACTIVITÉ
3052

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 4



SANS DALLE DE TRANSITION



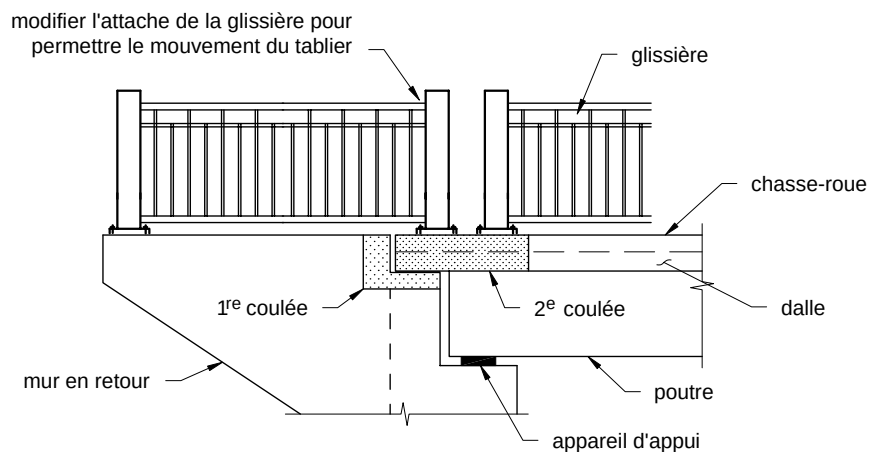
AVEC DALLE DE TRANSITION

JOINT DALLE SUR CULÉE

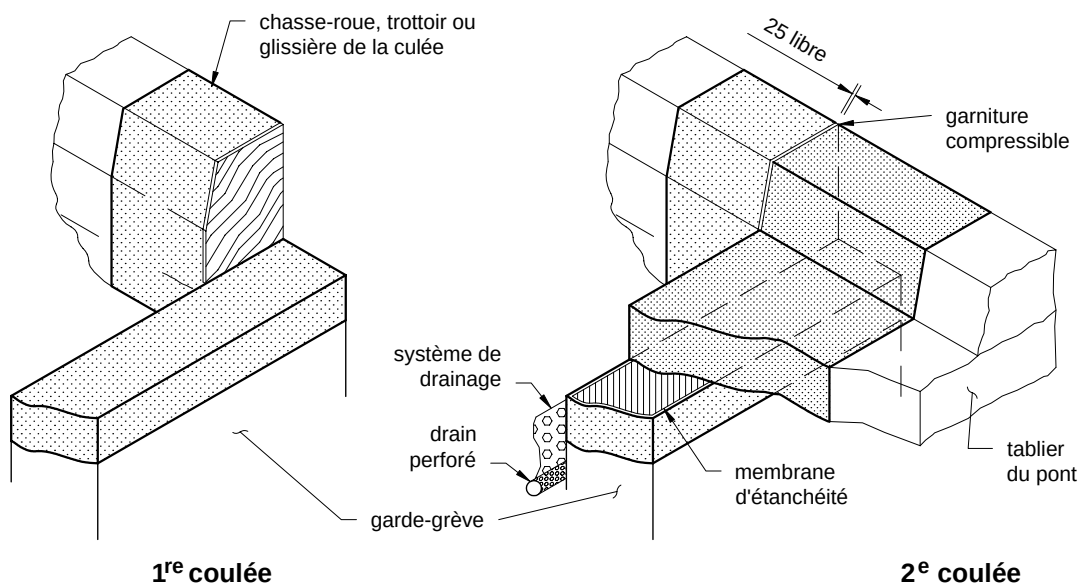
ACTIVITÉ
3052

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 4



MODIFICATION DE GLISSIÈRE À UNE CULÉE



SÉQUENCE DE BÉTONNAGE

ÉLIMINATION DE JOINT DE TABLIER À UNE PILE

ACTIVITÉ
3053

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Élimination d'un joint de tablier à une pile en rendant la dalle continue.

NIVEAU DE QUALITÉ

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 de joint de tablier à une pile, la présente activité est l'option à envisager lorsque les critères établis à la section 3.4.5 du présent manuel peuvent être respectés.

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 de part et d'autre du joint à éliminer, ou dans certains cas sur toute la superficie de la dalle.
3. Démolir les deux extrémités de dalle et enlever le joint de tablier; enlever s'il y a lieu les coffrages laissés en place antérieurement.
4. Installer l'acier d'armature supplémentaire.
5. Procéder au bétonnage de la dalle, ainsi que des chasse-roues, trottoirs, ou glissières dans une seule et même coulée.
6. Enlever les coffrages.
7. Poser la membrane et le nouvel enrobé d'une épaisseur minimale de 60 mm.

ÉLIMINATION DE JOINT DE TABLIER À UNE PILE

ACTIVITÉ
3053

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

Notes

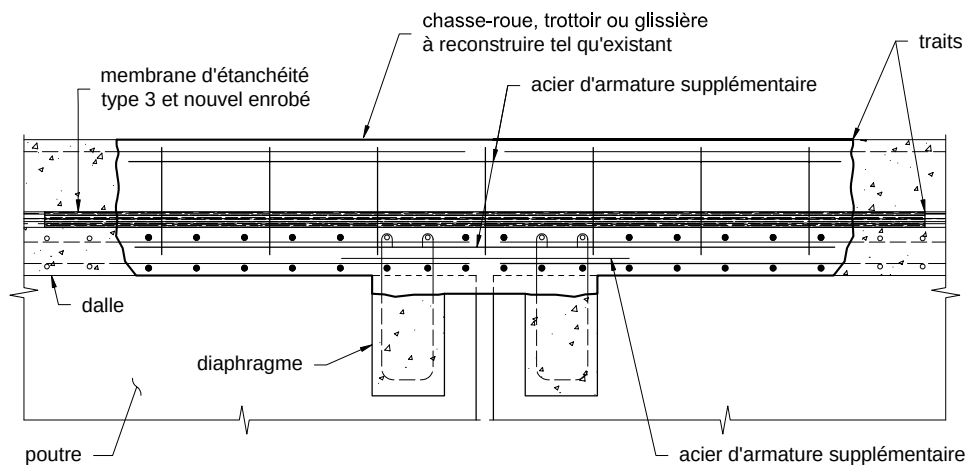
- . L'élimination de joint de tablier à une pile peut exiger la modification ou le remplacement d'appareils d'appui aussi bien à la pile concernée qu'aux autres éléments de fondation. Vérifier à cet effet les critères décrits à la section 3.4.5 du présent manuel.
- . Lors du remplacement d'un appareil d'appui par un appareil d'épaisseur différente, il faut modifier le bloc d'assise (activité 3042) afin de ne pas changer le profil longitudinal du pont.
- . S'assurer que la distance libre entre le bas des deux extrémités de tablier est d'au moins 10 mm pour permettre le mouvement de rotation des tabliers. Dans le cas contraire, consulter un ingénieur spécialiste en structure.
- . La pose d'acier d'armature supplémentaire dans la dalle lors de l'élimination d'un joint permet de minimiser et de mieux distribuer la fissuration de la dalle au-dessus de la pile. La pose de membrane permet d'étancher cette fissuration.
- . Lorsqu'une réfection de dalle est réalisée sur un tablier à poutres en acier, il peut être avantageux dans certains cas de réaliser la continuité au niveau du tablier. Consulter un ingénieur spécialiste en structure pour analyser cette possibilité qui a l'avantage d'augmenter la capacité structurale du tablier.
- . Il est possible d'éliminer un joint à une pile pour les tabliers à dalle épaisse en réalisant la continuité de la partie supérieure de la dalle. Consulter un ingénieur spécialiste en structure pour vérifier la stabilité du tablier durant les travaux; l'utilisation d'un banc pour supporter le tablier pourrait être nécessaire.

ÉLIMINATION DE JOINT DE TABLIER À UNE PILE

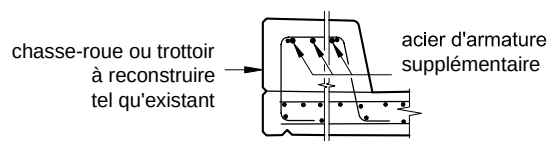
ACTIVITÉ
3053

DATE
2004-06-15

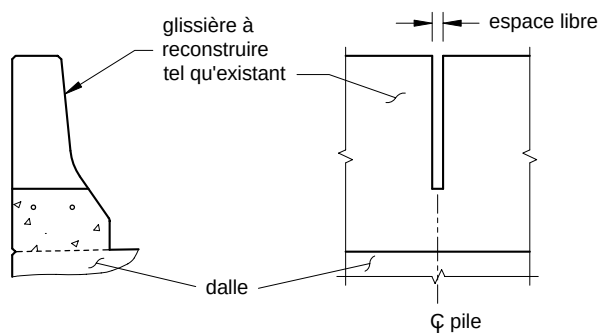
PAGE
3 de 3



COUPE LONGITUDINALE (CHASSE-ROUE OU TROTTOIR)



COUPE DU CHASSE-ROUE OU TROTTOIR



Coupe

Élévation

JOINT DANS GLISSIÈRE (C_P PILE)

ÉTANCHEMENT D'UN JOINT LONGITUDINAL

ACTIVITÉ
3054

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Intervention visant à étancher une interruption, un vide se trouvant entre deux structures parallèles rapprochées.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Infiltration d'eau entre deux tabliers engendrant une détérioration importante d'éléments de structure sous-jacents.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structures.

Note

- . Les interventions possibles pour corriger un joint longitudinal défailant sont :
 - La reconstruction d'une glissière monolithique pour protéger complètement l'espace entre les deux ponts.
 - Le regroupement des deux tabliers, en rendant continues les deux dalles. Une précontrainte transversale peut être nécessaire si la largeur totale de la dalle est importante.

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

ACTIVITÉ
3061

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

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

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut important de la surface d'un trottoir représentant un danger potentiel pour les piétons : cavité ou décalage vertical;
- . Délaminage ou éclatement important affectant moins de 10 % de la surface d'un trottoir, d'un chasse-roue ou d'une bande médiane.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir activité

- . 3131 – Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

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 4031 – 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).

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

**ACTIVITÉ
3061**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 3**

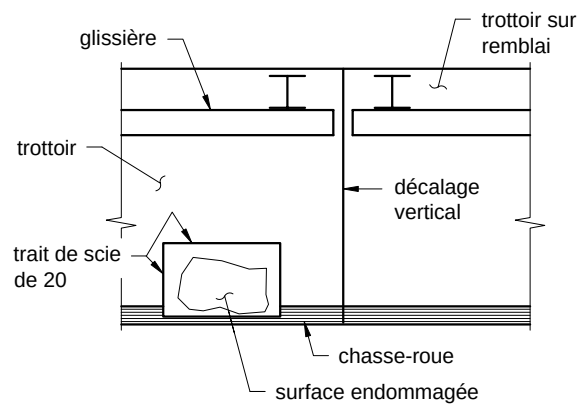
- . Lorsque des défauts importants affectent plus de 20 % de la surface, la méthode de réparation doit être déterminée par un ingénieur.
- . Le décalage vertical entre deux sections de trottoir, généralement aux culées, peut être corrigé en construisant une transition à l'aide d'un mortier de réparation ou d'enrobé. La pente de la transition doit être inférieure à 10 %.

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

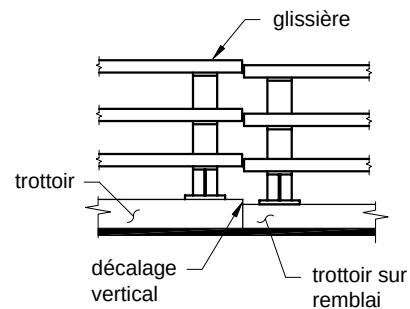
ACTIVITÉ
3061

DATE
2004-06-15

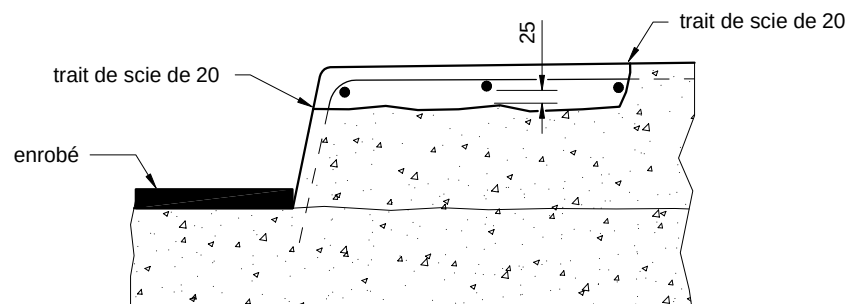
PAGE
3 de 3



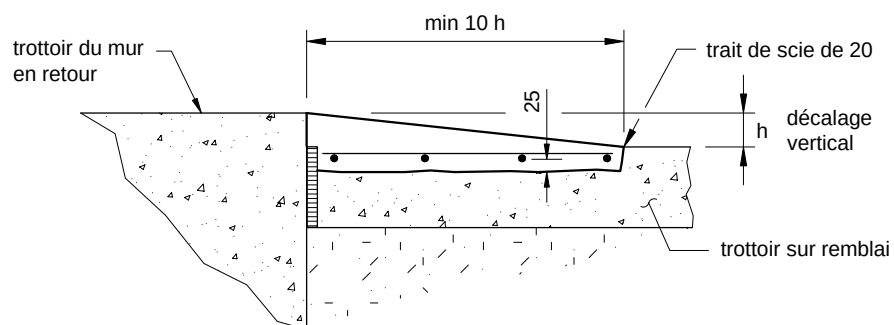
PLAN



ÉLÉVATION



RÉPARATION DE LA SURFACE



RÉPARATION DU DÉCALAGE VERTICAL

RÉPARATION DE TROTTOIR

MODIFICATION DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 5

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures – Volume 1

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

DESCRIPTION

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

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Rallongement de drains

- . Drains trop courts qui se déversent directement sur les éléments de la structure ou qui les éclaboussent, à condition qu'ils 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 ou disposés aux mauvais endroits causant la formation de flaques d'eau importantes sur la chaussée du pont.
- . Plus de 60 % des drains en mauvais état.
- . Drains qui se déversent directement sur les éléments de la structure ou qui les éclaboussent et qui ne peuvent être rallongés.
- . Drains qui se déversent directement sur le remblai d'approche.

C) Canalisation de l'eau

- . Drains qui se déversent directement sur les éléments de fondation ou qui les éclaboussent.

MODIFICATION DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
2004-06-15

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 de peinture riche en zinc conforme à la norme CAN/CGSB-1.181.

Notes

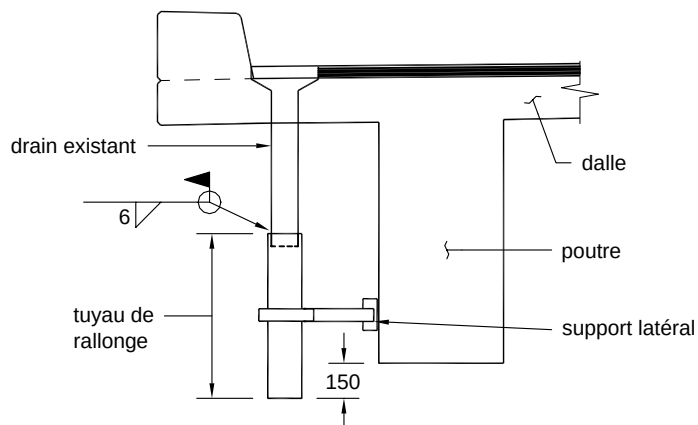
- . La surface intérieure des drains ne doit pas présenter d'aspérités (trous, têtes de boulons, etc.) susceptibles de provoquer l'accumulation de débris.
- . Lorsque c'est nécessaire pour des raisons de stabilité, la partie inférieure du tuyau de rallonge peut être fixée à l'élément structural adjacent 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 DE DRAINS

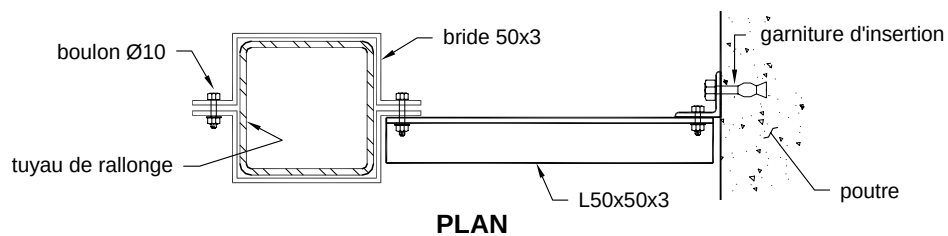
ACTIVITÉ
3062

DATE
2004-06-15

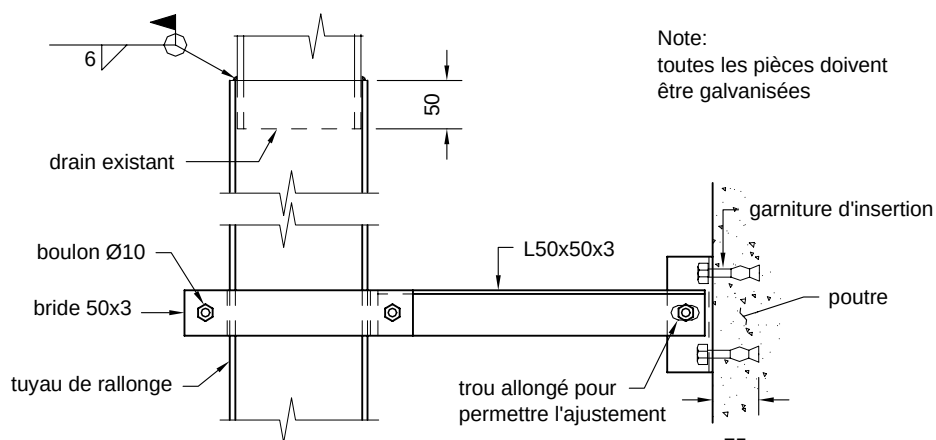
PAGE
3 de 5



INSTALLATION DE L'ASSEMBLAGE



PLAN



Note:
toutes les pièces doivent
être galvanisées

ÉLÉVATION

DÉTAIL DU SUPPORT LATÉRAL

MODIFICATION DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 5

B) Élimination de drains et installation de nouveaux drains

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 de type 3 toute la surface où l'enrobé a été enlevé.
7. Poser l'enrobé de façon à diriger l'eau vers le nouveau drain.

Notes

- . Cette activité peut servir à éliminer un drain non nécessaire ou à installer un drain à un endroit où il n'y en avait pas.
- . Le nouveau drainage de la structure doit être conçu selon les exigences du Manuel de conception des structures, Volume 1, 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) Canalisations de l'eau

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

MODIFICATION DE DRAINS

ACTIVITÉ
3062

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 5

Notes

- . Le tuyau de descente doit répondre aux exigences du Manuel de conception des structures, Volume 1, article 2.2.4.4 « Tuyau de descente ».
- . Le tuyau de descente de même que ses attaches aux éléments de la structure doivent être déterminés par un ingénieur.
- . Lorsque l'eau qui se déverse sur un remblai ne peut pas être évacuée par un tuyau de descente et par un système de drainage, 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.

RÉFECTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE

ACTIVITÉ
3063

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Manuel de conception des structures – Volume 1

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

DESCRIPTION

Travaux consistant à remplacer le système de drainage existant par un système plus efficace.

Le système de drainage comprend les conduites secondaires acheminant l'eau des drains vers une conduite principale et les conduites principales qui amènent l'eau à un égout pluvial.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Plus de 60 % des composantes du système de drainage détériorées, mal raccordées ou fixées de façon non sécuritaire;
- . Béton du hourdis inférieur d'une poutre-caisson endommagé de façon importante par l'eau ou risquant de l'être, à cause de défauts du système de drainage installé 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, Volume 1, section 2.2 « Drainage d'un pont ».
- . La localisation des nouveaux drains, le type et le diamètre des conduites, les raccordements, les joints d'expansion ainsi que les attaches des conduites à la structure doivent être dimensionnés par un ingénieur.

RÉFECTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE

ACTIVITÉ
3063

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

- . Les drains doivent être disposés le plus près possible des conduites de descente généralement fixées aux éléments de fondation, de façon à réduire au minimum les sections de conduites horizontales qui favorisent la sédimentation et le blocage.
- . Idéalement, les drains et plus spécialement les conduites du système de drainage ne devraient pas passer à l'intérieur du caisson.
- . Le système de drainage doit être conçu de façon à minimiser les effets sur l'esthétique de la structure.

RÉPARATION DE DALLE DE TRANSITION

ACTIVITÉ
3064

2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Aucune

DESCRIPTION:

Réparation de la surface d'une dalle de transition servant de surface de roulement ou consolidation de la fondation par injection de béton dans la cavité sous la dalle.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Réparation

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface de la dalle : désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

B) Consolidation de la fondation

- . Minage du matériau granulaire de fondation qui se trouve sous la dalle de transition.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Réparation

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

Notes

- . Pour des défauts mineurs, la réparation de la dalle de transition peut être réalisée avec de l'enrobé; se référer à l'activité 4031 – Rapiécage à l'enrobé.
- . La réparation d'une dalle de transition recouverte d'enrobé doit aussi être effectuée selon la méthode de travail décrite à l'activité 3131 - Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

RÉPARATION DE DALLE DE TRANSITION

ACTIVITÉ
3064

2001-10-15

PAGE
2 de 2

B) Consolidation de la fondation

1. Enlever l'enrobé sur une surface d'environ 1,5 x 1,5 m.
2. Enlever s'il y a lieu le remblai recouvrant la dalle.
3. Forer une ouverture dans la dalle de transition afin de pouvoir remplir la cavité avec du béton.
 - . La démolition doit être effectuée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel ou à l'aide d'un marteau hydraulique ayant une énergie de choc par frappe inférieure 200 J.
 - . La grandeur de l'ouverture dépend de l'importance de la cavité et de la méthode de bétonnage. Pour le bétonnage à la pompe, qui est la façon la plus pratique d'exécuter les travaux, une ouverture de 600 mm de diamètre peut être suffisante.
4. Utiliser comme coffrage des sacs de sable-ciment pour boucher l'endroit par où fuient les matériaux granulaires.
5. Remplir la cavité jusqu'au niveau du dessus de la dalle avec un béton de type IV (35 Mpa sans fumées de silice) conforme à la norme 3101 du MTQ. Ajouter un superplastifiant au mélange de façon à obtenir le maximum de fluidité et ainsi faciliter l'introduction dans tous les recoins de la cavité.
6. Remblayer s'il y a lieu.
7. Poser l'enrobé.
8. Stabiliser la partie endommagée du remblai (activité 3021) et refaire la protection de talus (activité 3022).

Note

- . Le minage sous la dalle de transition est causé par une infiltration d'eau. Les travaux de consolidation de la fondation de la dalle doivent donc être accompagnés de travaux d'étanchement de joints ou de fissures ou d'amélioration du système de drainage des approches.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 8

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Peinturage de toute la charpente métallique d'une structure, 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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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 de 33 % de la surface totale d'un système structural.

Encapsulage

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuillet se retrouvant, d'une façon concentrée, sur plus de 33 % de la surface de certaines parties du système structural, comme la partie inférieure des poutres,
et
- . Revêtement en bon état pour le reste du système structural

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, la méthode considère trois types de répartition de rouille : rouille par taches, rouille généralisée et rouille par points.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 8

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, tel que défini par l'essai « *Test Method A – X Cut Tape Test* ».

MÉTHODE DE TRAVAIL

La peinture de la charpente métallique est réalisée 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 pourrait 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 chlorures avant le décapage mécanique à l'aide d'abrasif.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 8

- 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 toutes les surfaces à peindre pour enlever les chlorures et autres contaminants en surface ainsi que toute trace de rouille, de calamine et de peinture détachables. Les surfaces d'acier à peindre doivent être nettoyées à l'eau haute pression suivant les modalités « *High Pressure Water Cleaning* » (HP WC) décrites dans la norme SSPC-SP 12. Le nettoyage à l'eau doit se faire à une pression de 34 à 70 MPa (5 000 à 10 000 psi) avec un équipement muni d'une buse à jet rotatif à un débit d'environ 20 litres/min. La buse doit être maintenue à une distance maximale de 15 à 20 cm de la surface.

Cette préparation correspond dans son ensemble à la condition WJ-4 de la norme SSPC-SP 12.

- La vérification des surfaces préparées est effectuée en essayant de décoller la rouille et la peinture adhérentes avec un couteau à mastic non coupant, suivant les prescriptions de la norme SSPC- SP 3.
- Des essais peuvent être préalablement réalisés pour déterminer la teneur en ions chlorure sur les surfaces.
- Les surfaces nettoyées doivent avoir une teneur en chlorures 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.
- L'eau utilisée pour le nettoyage doit être claire et exempte de matières nuisibles.
- Pour maximiser l'enlèvement des chlorures, il est recommandé d'ajouter à l'eau de nettoyage un produit qui en augmente l'extraction (de type « *Chlor-Rid* »), selon un rapport de mélange d'au moins 1 : 100.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 8

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 foisonnantes (*pack rust*) à l'aide d'outils manuels ou mécaniques.
- . Décaper les surfaces d'acier corrodées à l'eau ultra-haute pression suivant les modalités « *Ultrahigh - Pressure Water Jetting* » (UHP WJ) décrites dans la norme SSPC-SP 12. La préparation à l'eau doit se faire à une pression supérieure à 170 MPa (25 000 psi). La buse doit être maintenue à une distance maximale de 15 à 20 cm de la surface.
- . Les surfaces décapées doivent être préparées de façon à ce que des traces de calamine, de rouille, de peinture, de produits de corrosion et de toute autre matière étrangère soient tolérées sur 10 % de la surface traitée. De plus, un degré d'oxydation de surface « léger » (L) est accepté sur les surfaces après le décapage. Une surface avec ce degré d'oxydation présente une mince couche de rouille brun jaunâtre, répartie uniformément ou par taches, fortement adhérente et difficile à enlever en frottant légèrement la surface avec un linge.

Cette préparation correspond dans son ensemble à une condition intermédiaire entre WJ-4 et WJ-3L de la norme SSPC-SP 12.

- . En remplacement de l'eau haute pression, le décapage peut être effectué par projection d'abrasif sec sans silice cristalline. Le degré de préparation doit correspondre au type de soins SSPC-SP 14 / NACE No. 8 « Sablage industriel ».
- . Les contours de la peinture restante doivent être amincis sur une largeur de 2 à 5 cm afin que la surface repeinturée offre une apparence lisse et uniforme.

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 3 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 DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 8

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 de la charpente métallique d'une structure 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 est recommandée comme couche de base pour des systèmes structuraux ayant de grandes surfaces dans un même plan, telles des poutres à âme pleine ou des poutres-caissons. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10102 du MTQ.
 - Une peinture au zinc et résines époxydiques ou au zinc et résines polyuréthanes est recommandée comme couche de base pour des systèmes structuraux à multiples membrures et assemblages, tels des poutres triangulées ou des arcs, en raison d'une plus grande facilité d'application. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10102 du MTQ.
 - . 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 devrait être utilisé pour le repeinturage. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10103 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 hygro-réactifs 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.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 8

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 hygroscopiques à un composant, de peintures à base de latex acrylique, 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.

C) Mesures de protection environnementale

Les résidus considérés comme déchets dangereux 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 déchets dangereux autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec.

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 du système structural du pont.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 8

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 la peinture et en disposer conformément aux lois et règlements en vigueur pour le transport et l'évacuation des matières dangereuses.
3. Pour les structures protégées par un système de peintures autre qu'au silico chromate basique de plomb, une analyse des résidus de préparation des surfaces est recommandée pour déterminer s'ils doivent être considérés comme matières dangereuses ou comme déchets solides.
 - . Si 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.
 - . Si les résidus sont considérés comme déchets solides, il faut en disposer dans des sites autorisés par le Ministère 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 certains cas, par exemple lorsque 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* spécifique à la municipalité ou à la 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 d'un décapage par projection d'abrasif sec, 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.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2004-06-15

PAGE
8 de 8

2. Installer des toiles, des écrans ou tout autre matériel protecteur 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 spécifiques (zone du système structural exposée aux sels de déglacage ou située sous un joint de tablier ou un drain déficient), ou sont concentrés sur certains éléments de structure (banc ou béquille), une peinture par zone de la charpente métallique peut s'avérer plus appropriée (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 de la charpente métallique.

CORRECTION DU PROFIL À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3066

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Correction du profil de la route à l'approche de la structure.

NIVEAU DE QUALITÉ

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 appréciable sur la structure ou sur l'approche et influençant le confort ou la sécurité des usagers.

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 MG20 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).

Note

- 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.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1102.

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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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).

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 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.

Réparation de la dalle

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

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 7

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. Choisir le mortier parmi ceux listés au devis spécial.

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 de type 3. 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. Le relevé d'arpentage est réalisé lorsque 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 EB-10C (ou EB-10S 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 ou les extrémités des murs en retour; sinon, apporter les correctifs nécessaires avant de poser la couche de surface.

Couche de surface

17. Poser un liant d'accrochage sur les surfaces à recouvrir.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 7

18. Poser une couche de surface en enrobé de type EB-10S 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 et, au besoin, éprouvettes prélevées par carottage).
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 de bonnes conditions.
- . 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 (activité 3066). 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
2004-06-15

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.
- . Il est beaucoup plus facile d'enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité lorsque ces derniers sont froids. Si 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 EB-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
2004-06-15

PAGE
6 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),

et pour lesquels un resurfaçage est envisagé (activité 1041). 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 spécialiste en structures 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 par carottage, 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
2004-06-15

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 possibles lors de 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 EB-10C, utiliser plutôt le type EB-10S 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 chauffer le joint quand la température de l'enrobé se situe entre 40 et 85 °C. Puisque le chauffage est préjudiciable au maintien intégral des propriétés du bitume, il ne devrait jamais être effectué à l'aide d'une flamme directe ni lorsque sa température est inférieure à 40 °C. Dans ce dernier cas, 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 du joint sur la pleine épaisseur du revêtement.
- . Un trait de scie doit être réalisé aux extrémités de pont n'ayant pas de joint de tablier.

RÉFECTION DE L'ENROBÉ

ACTIVITÉ
3067

DATE
2004-06-15

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 1102). 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.
- . 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.

AMÉNAGEMENT DE L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3068

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, normes 1301, 1303, 1504, 1404 et 1406.

DESCRIPTION

Correction de certains éléments déficients de l'approche d'une structure pour empêcher l'érosion, favoriser le drainage adéquat des eaux de ruissellement et assurer la sécurité des usagers.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Accotement

- . Érosion ou absence localisée de matériau granulaire sur l'accotement de l'approche d'une structure pouvant compromettre la sécurité des usagers.

B) Bordures

- . Section de bordure endommagée, non conforme ou manquante pouvant compromettre la sécurité des usagers ou causant l'érosion de l'accotement, du remblai ou de la protection de talus.

C) Système de drainage

- . Système de drainage déficient, inadéquat ou inexistant, causant l'érosion de l'accotement, du remblai ou de la protection de talus.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Accotement

1. Pour corriger des dégradations restreintes de l'accotement par l'apport d'un matériau granulaire, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1301 « Rapiéçage d'accotement en matériaux granulaires ».

AMÉNAGEMENT DE L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3068

DATE
2006-04-18

PAGE
2 de 2

2. Pour redonner à l'accotement le profil désiré sans apport de matériau granulaire, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1303 « Mise en forme d'accotement ».

B) Bordures

Pour la réparation, le remplacement ou l'addition de bordures, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1504 « Bordures et musoirs ».

Note

- . Choisir un type de bordure et un type d'aménagement permettant une évacuation adéquate des eaux de ruissellement.

C) Système de drainage

1. Pour corriger des déficiences des puisards ou des regards d'égouts pluviaux, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1404 « Réparation des regards, des puisards et des conduites ».
2. Pour réparer ou améliorer des systèmes d'évacuation des eaux en conduites ouvertes, voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1406 « Réparation des rigoles ».

Note

- . S'assurer que les eaux de ruissellement sont adéquatement évacuées au niveau de la chaussée, des accotements et des bordures avant de finaliser l'aménagement du système de drainage.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 5

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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défauts de glissière compromettant le niveau de protection offert aux 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.
 - Attaches et pièces d'assemblage mal serrées, corrodées, cassées ou manquantes.
 - Ancrages défectueux.

Il est recommandé de réparer une glissière si elle offre dans son ensemble un niveau de protection acceptable aux usagers et si les défauts se retrouvent sur moins de 30 % de sa longueur totale.

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.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 5

A) Glissière rigide en béton

2. Réparation avec coffrage sans surépaisseur (activité 3101).

B) Glissière avec poteaux en acier

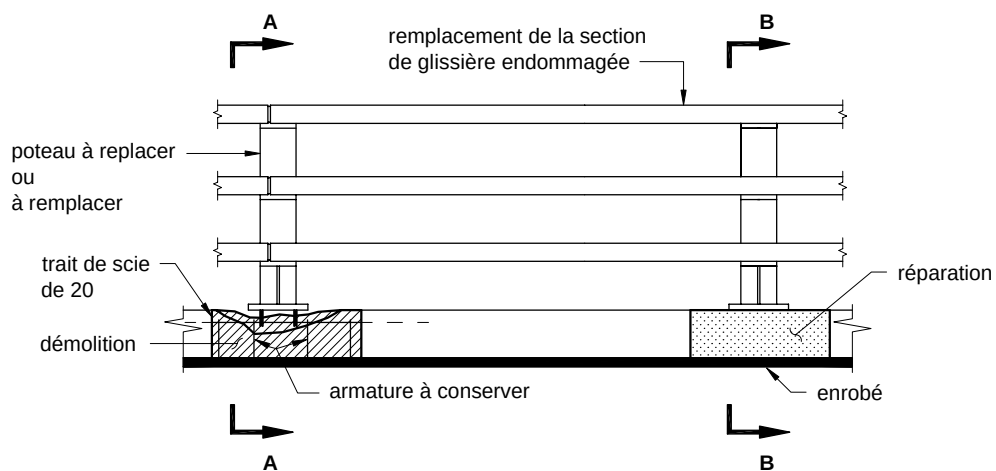
2. Enlever les poteaux et les sections de glissière endommagés en coupant au besoin certaines parties au chalumeau.
3. Pour les parties de glissière à conserver, resserrer les boulons qui ancrent les poteaux et ceux qui attachent les lisses ou les panneaux aux poteaux.
4. Délimiter les surfaces de béton 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. Mettre un matériau isolant entre la base des poteaux et la surface de béton sous-jacente.
10. 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

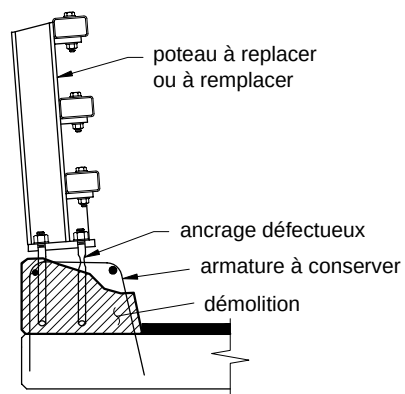
ACTIVITÉ
3071

DATE
2004-06-15

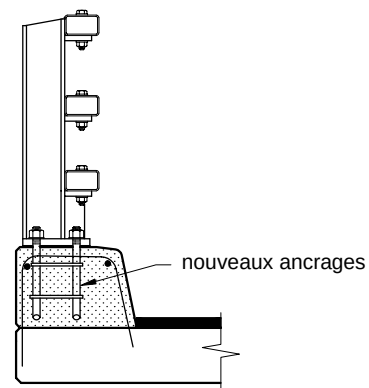
PAGE
3 de 5



ÉLÉVATION



COUPE A-A



COUPE B-B

REEMPLACEMENT PARTIEL DE LA GLISSIÈRE ET NOUVEAUX ANCRAGES

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 5

C) Réparation d'ancrage

2. Nettoyer les zones à réparer.
3. Couper ou meuler l'ancrage, s'il est trop court pour l'écrou devant retenir la plaque de base du poteau de glissière.
4. Souder le boulon d'ancrage à la plaque de base du poteau de glissière.

Note

- . Il n'est pas recommandé de réparer les ancrages lorsque trois des ancrages d'un même poteau de glissière sont défectueux.

D) Glissière avec poteaux en bois

2. Rentrer les clous saillants et en ajouter de nouveaux au besoin.
3. Serrer les tire-fond et les boulons lâches; en ajouter de nouveaux 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 2332).

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.

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

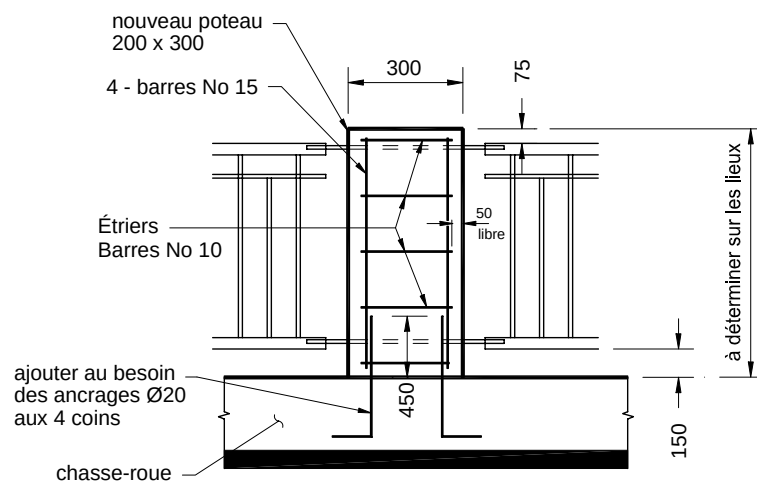
DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 5

3. Nettoyer à l'aide d'un jet de sable 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 des ancrages mécaniques ou chimiques.
5. Remplacer les barres d'armature sectionnées ou fortement corrodées.
6. Reconstruire le poteau à l'aide de coffrages et de nouveau béton.
7. 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
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome II – Construction routière, chapitre 7.

DESCRIPTION

Correction d'un raccordement inadéquat entre la glissière à l'approche et la glissière d'un pont.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Raccordement inadéquat ou inexistant entre la glissière à l'approche et la glissière du pont constituant un danger pour les usagers.
- . Différence de hauteur entre la glissière à l'approche et la glissière du pont entraînant une difficulté de raccordement.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Corriger au besoin la hauteur de la glissière à l'approche de façon à respecter les normes (Tome II des normes du MTQ, chapitre 7).
2. Pour effectuer le raccordement, installer un bout plat qui s'adapte à l'extrémité de la glissière du pont.
3. Fixer le bout plat du raccordement au dernier poteau de la glissière du pont avec des boulons ou des ancrages (Tome II des normes du MTQ, chapitre 7).

Note

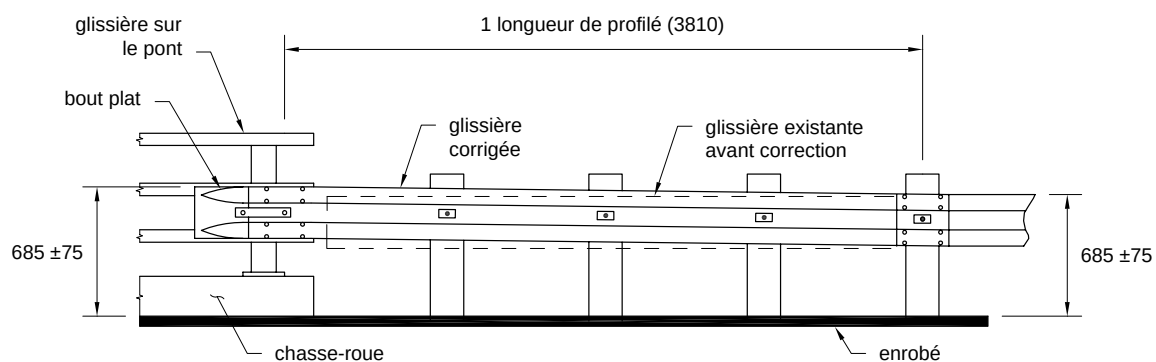
- . Parallèlement à la correction du raccordement de la glissière à l'approche avec celle du pont, s'assurer que la transition de rigidité (espacement entre les poteaux) et l'alignement latéral de la glissière à l'approche sont adéquats (voir activité 4061 – Réparation / Remplacement de glissière à l'approche).

RACCORDEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3072

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2



ÉLÉVATION

Note : Pour respecter la hauteur de glissière prévue aux normes (685 ± 75 mm), ajouter ou enlever des matériaux sur l'accotement, ou bien modifier la hauteur de la glissière elle-même.

REEMPLACEMENT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome II – Construction routière, chapitre 7
- . Tome III – Ouvrages d'art, chapitre 2

Manuel de conception des structures, Volume 1

- . Section 12.2 « Dispositifs de retenue »

DESCRIPTION

Remplacement complet d'une glissière inadéquate sur un pont.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défauts se retrouvant sur plus de 30 % de la longueur totale de la glissière et compromettant le niveau de protection offert aux usagers.
 - Délaminage ou éclatement important du béton d'une glissière rigide.
 - Poteaux brisés, désagrégés, corrodés, pourris, cassés ou manquants.
 - Lisses ou panneaux endommagés, déformés, désagrégés, corrodés, pourris, cassés ou manquants.
 - Attaches ou pièces d'assemblage mal serrées, corrodées, cassées ou manquantes.
 - Ancrages défectueux.

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.

REEMPLACEMENT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

2. Enlever ou démolir la glissière existante.
3. Mettre en place la nouvelle glissière en respectant les exigences prévues aux normes.

Pour une nouvelle glissière en acier

- . Mettre en place de nouveaux ancrages si le remplacement de glissière est effectué dans le cadre d'une réfection de la dalle (activité 5003) ou d'une réfection des côtés extérieurs (activité 3134).
- . Fixer les poteaux en acier aux ancrages et mettre en place la nouvelle glissière.
- . Aligner la glissière en acier, puis procéder au serrage à bloc des boulons d'ancrage.

Notes

- . Le choix d'une nouvelle glissière doit se faire selon le niveau de performance requis (NP1, NP2 ou NP3). Le niveau de performance est déterminé à partir d'un 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 retenues sur les ponts » et à la section 12.2 du Manuel de conception des structures, Volume 1.
- . Il est recommandé de remplacer la glissière lorsqu'une intervention majeure est prévue sur le tablier d'une structure, telle une réfection de dalle sur poutres ou une réfection des côtés extérieurs.
- . À l'inverse, lors du remplacement d'une glissière, il peut s'avérer opportun de procéder à la réfection des côtés extérieurs.
- . Pour un pont à poutres triangulées ayant une largeur suffisante, il est recommandé de mettre en place une glissière rigide, indépendante de la poutre triangulée, avec des poteaux fixés au chasse-roue. Si la largeur du pont est insuffisante, il est possible d'installer une lisse en tôle ondulée (GTOG) attachée 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 la lisse, 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 II – Construction routière, chapitre 7.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3074

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Normes du MTQ

- . Tome I – Conception routière, chapitre 13;
- . Tome II – Construction routière, chapitre 7;
- . Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1501.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement d'une glissière de sécurité semi-rigide à l'approche de la structure.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Bris, déformation ou absence de glissière à l'approche, constituant un danger pour les usagers.
- . Espacement non conforme des poteaux de la glissière à l'approche.
- . Mauvais alignement latéral de la glissière à l'approche avec la glissière de la structure.

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).
- . Voir la méthode de travail décrite au Tome VI – Entretien, chapitre 1, norme 1501 « Glissières de sécurité flexibles et semi-rigides ».

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 I – Conception routière, chapitre 13 « Dispositifs de retenue ».

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3074

DATE
2006-04-18

PAGE
2 de 2

- . 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 II – Construction routière, chapitre 7 « Dispositifs de retenue ».
- . 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
2001-10-15

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.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur ou avec béton projeté

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % de la surface ou de la longueur 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 plus de 20 % de la surface ou de la longueur d'un mur : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur ou avec béton projeté

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
2001-10-15

PAGE
2 de 2

Note

- . Même si les surfaces en cause sont supérieures à 10 %, dans le cas de surfaces endommagées éloignées les unes des autres, une réparation avec coffrages sans surépaisseur ou avec béton projeté 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

Voir activité 3102 - Réparation avec coffrages et surépaisseur.

Note

- . 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.

Notes concernant A) et B)

- . La réparation d'un mur de soutènement doit être effectuée de façon à le déparer le moins possible.
- . La réparation doit être interrompue vis-à-vis chacun des joints de construction qui séparent les sections de murs.

RÉPARATION DE MUR DE SOUTÈNEMENT EN MAÇONNERIE

ACTIVITÉ
3082

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Reprise de joints détériorés ou consolidation / remplacement de pierres brisées ou fissurées d'un mur de soutènement en maçonnerie.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Joints

- . Détérioration ou perte de mortier dans une quantité appréciable de joints.

B) Pierres

- . Dégradation importante de quelques pierres pouvant engendrer l'instabilité de l'ouvrage ou compromettre la sécurité des usagers.
- . Fissures larges traversant les joints de mortier ou les pierres.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Reprise de joints

1. Enlever le mortier des joints détériorés à l'aide d'outils manuels, de petits marteaux pneumatiques ou avec un jet d'eau haute pression. Le mortier détérioré doit être enlevé à une profondeur minimale de 25 mm et à une profondeur maximale de 100 mm.
2. Nettoyer les joints et les pierres à réparer en utilisant une brosse manuelle, un jet d'air ou un jet d'eau sous pression.
3. Prévoir dans certains cas la mise en place d'un boudin de support en mousse de styrène pour combler le fond de la cavité des joints.

RÉPARATION DE MUR DE SOUTÈNEMENT EN MAÇONNERIE

ACTIVITÉ
3082

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

4. Humecter les joints à refaire.
5. Refaire les joints à l'aide d'un mortier de type N et conforme aux exigences stipulées dans la norme CSA-A179 « Mortier et coulis pour la grosse maçonnerie ».
6. Finir avec une surface lisse et concave.
7. Effectuer une cure humide des joints réparés pendant trois jours ou utiliser un agent de mûrissement.

Note relative à A)

- . Si la détérioration des joints est profonde (> 100 mm), il peut être approprié dans certains cas d'injecter un coulis de ciment pour consolider la zone profonde.

B) Réparation / remplacement de pierres

- . Méthode de travail à déterminer par un ingénieur spécialiste en structures.

Notes relatives à B)

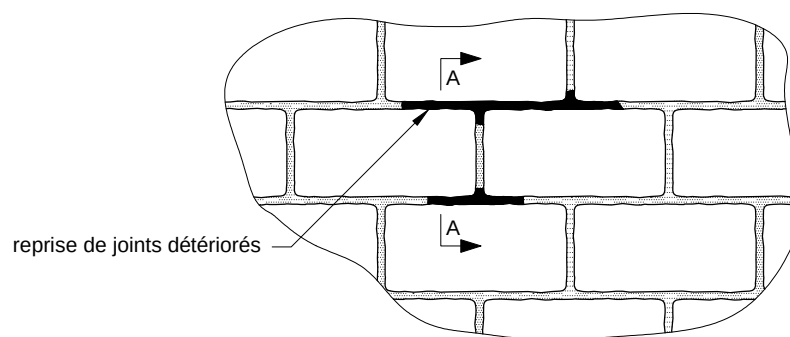
- . Enlever et replacer les pierres instables si possible.
- . Si une pierre est fortement détériorée (éclatement, désagrégation ou fissures importantes multiples), il est recommandé de la remplacer par un bloc de béton préfabriqué ou coulé en place.
- . Si une pierre est légèrement ou modérément fissurée, il peut être approprié de la consolider par injection.
 - Si les fissures sont de petite envergure, une injection d'époxy ou de polyuréthane est recommandée.
 - Si les fissures sont de grande ampleur, une injection au coulis de ciment devrait être privilégiée.
 - Il est important de vérifier l'état évolutif de la fissuration; l'expertise d'un ingénieur spécialiste en mécanique des sols peut être requise au besoin.
 - Pour une consolidation de petites fissures actives, il est préférable de prévoir une injection de polyuréthane en raison de sa flexibilité et de sa capacité à permettre un certain mouvement.

RÉPARATION DE MUR DE SOUTÈNEMENT EN MAÇONNERIE

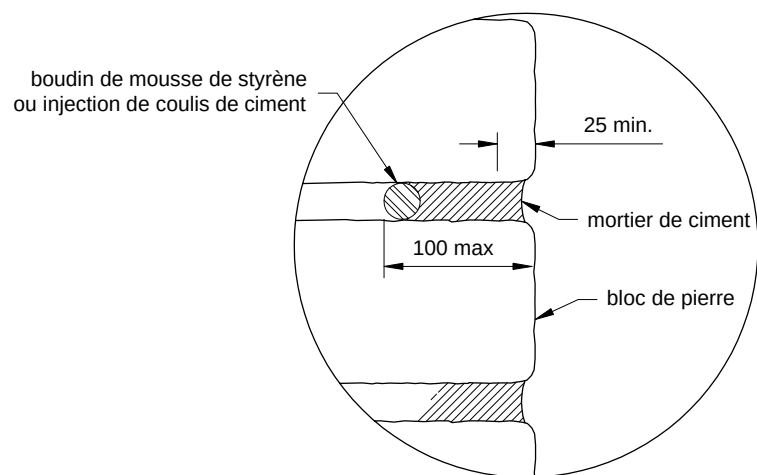
ACTIVITÉ
3082

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



ÉLÉVATION DU MUR EN PIERRES



DÉTAIL A-A

REPRISE DE JOINTS DE MAÇONNERIE

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE MUR ANTIBRUIT

ACTIVITÉ
3083

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement d'un mur antibruit.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation

. Dégradations ou défauts sur moins de 20% de la surface ou de la longueur d'un mur.

B) Remplacement

. Dégradations ou défauts sur plus de 20% de la surface ou de la longueur d'un mur.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation

À déterminer par un spécialiste en fonction de la nature des matériaux constitutifs.

B) Remplacement

À déterminer selon les besoins d'atténuation acoustique et la disponibilité des concepts de mur sur le marché.

RÉPARATION DE PONCEAU EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3091

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES:

Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation avec coffrages sans surépaisseur, avec coffrages et surépaisseur ou avec béton projeté d'un ponceau en béton armé.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Réparation avec coffrages sans surépaisseur

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % de la surface ou de la longueur d'un mur ou des parties inférieures 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

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface ou de la longueur d'un mur ou des parties inférieures d'une voûte : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

C) Réparation avec béton projeté

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % de la surface ou de la longueur 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
2001-10-15

PAGE
2 de 4

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.

Notes concernant A), B) et C)

- . Lorsqu'un élément de ponceau est affecté par des défauts qui diminuent fortement sa capacité, la méthode de réparation doit être déterminée par un ingénieur spécialiste en structure.
- . 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 spécialiste 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 %.
- . De même, la réparation avec coffrages et surépaisseur doit faire en sorte d'englober toutes les surfaces en cause, même si elles sont dispersées, pour éviter que les surfaces réparées soient entrecoupées de surfaces qui ne le sont pas.
- . 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
2001-10-15

PAGE
3 de 4

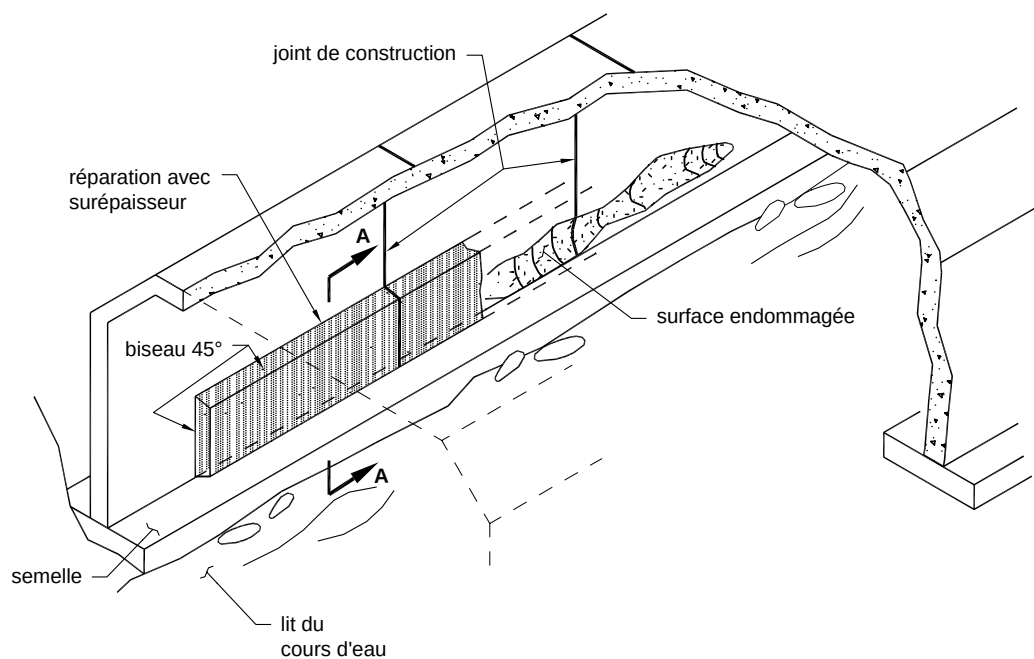
- . La réparation d'un ponceau peut nécessiter la mise en place d'un batardeau. La construction de ce type d'ouvrage nécessite l'obtention d'un certificat d'autorisation de construction délivré par le ministère de l'Environnement. Cette autorisation est accordée sous réserve que les travaux soient exécutés selon une méthode déterminée et à une période définie, généralement limitée à quelques semaines.

RÉPARATION DE PONCEAU EN BÉTON ARMÉ

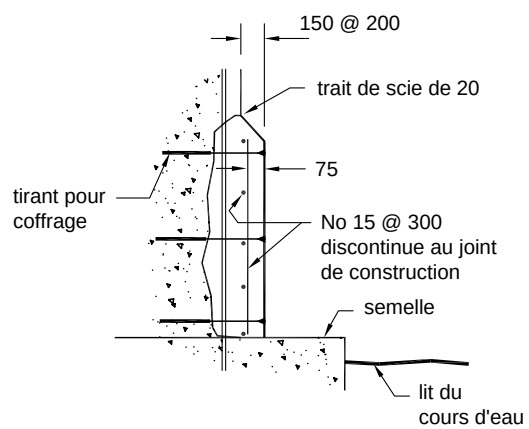
ACTIVITÉ
3091

DATE
2001-10-15

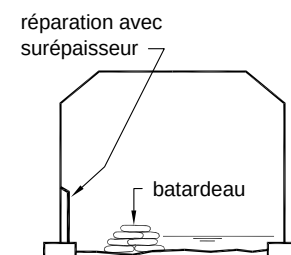
PAGE
4 de 4



INTÉRIEUR D'UN PONCEAU



COUPE A-A



POSITION DU BATARDEAU

RÉPARATION DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3092

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Manuel de conception des ponceaux :

- . Entretien et réfection, chapitre 10.

DESCRIPTION:

Réparation d'un ponceau en acier par injection de béton ou de mortier ou par l'ajout d'un nouveau ponceau dans le ponceau existant.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Perte locale du gravier qui ceinture la structure.
- . Corrosion ou abrasion réduisant de façon significative la capacité structurale.
- . Déformation appréciable de la section transversale.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Perte de gravier

1. Au besoin, assécher le ponceau en bloquant, détournant ou canalisant le cours d'eau.
2. Aux endroits où les matériaux sont manquants, injecter du remblai sans retrait ou du mortier à travers le remblai ou par l'intérieur du ponceau.

B) Ponceau corrodé, usé ou déformé

1. Au besoin, assécher le ponceau en bloquant ou détournant le cours d'eau.
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.

RÉPARATION DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3092

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

4. Comblir l'espace existant entre les deux ponceaux par injection de béton ou de mortier.
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.

Notes concernant A) et B)

- . Dans certains cas particuliers de corrosion ou d'abrasion très locale, il peut être possible de clouer une section profilée identique à celle du ponceau existant sur la portion corrodée ou usée. Si les défauts sont situés sur la partie inférieure du ponceau, il est possible de couler un plancher en béton qui sera fixé au ponceau.
- . Il n'est pas nécessaire que le nouveau ponceau à insérer soit en acier, mais il ne doit pas être en aluminium.
- . 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.
- . Cette activité doit toujours être précédée d'une étude hydraulique confirmant la possibilité de réduire le diamètre du ponceau.
- . 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 3093) doit être envisagé. Il est parfois possible de réduire le diamètre d'un ponceau en créant un bassin de rétention en amont du ponceau.
- . Pour les ponceaux de grand diamètre (> 2400 mm), le ponceau inséré peut être formé sur place au moyen de béton projeté.

REEMPLACEMENT DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3093

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Manuel de conception des ponceaux :

- . Entretien et réfection, chapitre 10.

DESCRIPTION:

Remplacement total ou partiel d'un ponceau existant par un nouveau ponceau.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Corrosion ou abrasion réduisant de façon significative la capacité structurale.
- . Déformation appréciable de la section transversale.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Au besoin, assécher le ponceau en bloquant ou détournant le cours d'eau.
2. Excaver une tranchée au-dessus de la partie à remplacer.
3. Enlever le ponceau ou la partie du ponceau endommagée.
4. Compacter le sol et mettre en place le coussin granulaire sous le ponceau à installer.
5. Mettre en place le nouveau ponceau ou la nouvelle partie du ponceau, placer une membrane autour des joints et remblayer.

REPLACEMENT DE PONCEAU EN ACIER

ACTIVITÉ
3093

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

Notes

- . Dans le cas d'un remplacement total, il est possible, si le remblai est très élevé ou si on ne peut ouvrir une tranchée, de forer à travers le ponceau existant sauf pour les ponceaux de petit diamètre, qui doivent être forés à côté du ponceau existant. Une étude économique devrait indiquer la technique la plus appropriée.
- . Dans le cas d'un remplacement total, le nouveau ponceau et son ouverture ne seront pas nécessairement les mêmes que ceux existants. Une étude hydraulique doit indiquer la dimension de ponceau la plus appropriée.
- . Lorsque le nouveau ponceau est installé dans une tranchée, il est possible de ne pas interrompre la circulation sur la route. On doit alors prévoir des ouvrages de soutènement et le remplacement total doit se faire par étapes.
- . La réparation de ponceau (activité 3092) doit être privilégiée par rapport au remplacement. Le remplacement n'est effectué que si une étude hydraulique ou structurale démontre que la réparation n'est pas possible.

RÉPARATION D'ÉLÉMENT D'ENTRÉE / SORTIE D'UN PONCEAU

ACTIVITÉ
3094

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

- . Tome III - Ouvrages d'art, chapitre 4.

Manuel de conception des ponceaux, chapitre 8.

DESCRIPTION:

Réparation d'un élément d'entrée ou de sortie d'un ponceau, tel un mur para fouille, un mur de tête, un mur en aile, un piège à débris ou un dissipateur d'énergie.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Mur en béton

- . Délaminage ou éclatement important sur moins de 20 % de la surface d'un mur en béton à condition d'avoir un recouvrement des barres d'armature supérieur à 30 mm.
- . Défaut important sur plus de 40 % de la surface d'un mur en béton : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

B) Mur en sacs de sable-ciment

- . Perte ou désagrégation de matériaux sur moins de 30 % de la surface d'un mur en sacs de sable-ciment.

C) Mur en gabions

- . Perte de pierres, corrosion de fils d'acier sur moins de 20 % de la surface d'un mur en gabions.

D) Mur en maçonnerie

- . Désagrégation de matériau ou fissures compromettant de façon importante le comportement d'un mur en maçonnerie.

RÉPARATION D'ÉLÉMENT D'ENTRÉE / SORTIE D'UN PONCEAU

ACTIVITÉ
3094

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 4

E) Autres aménagements d'extrémités

- . Défauts de matériau compromettant de façon importante le comportement d'un piège à débris, d'un dissipateur d'énergie ou d'un mur en bois ou en acier.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Réparation d'un mur en béton

Réparation avec coffrages sans surépaisseur : voir l'activité 3101 - Réparation avec coffrages sans surépaisseur.

Réparation avec coffrages et surépaisseur : voir l'activité 3102 - Réparation avec coffrages et surépaisseur.

B) Réparation d'un ouvrage en sacs de sable-ciment

- . Corriger les zones détériorées, surtout dans la partie supérieure de l'ouvrage, en nettoyant les cavités et en les comblant avec un béton maigre ou un remblai sans retrait.

Note

- . Lorsqu'un mur en sacs de sable-ciment doit être reconstruit, il peut être justifié de le remplacer par un mur en béton pour prolonger la durabilité de l'ouvrage.

C) Réparation d'un mur en gabions

À déterminer conjointement par un ingénieur spécialiste en structure et un ingénieur spécialiste en hydraulique.

Note

- . Lorsqu'un mur en gabions doit être reconstruit, il peut être nécessaire d'effectuer une étude d'opportunité pour confirmer la sélection du type de mur le plus approprié.

RÉPARATION D'ÉLÉMENT D'ENTRÉE / SORTIE D'UN PONCEAU

ACTIVITÉ
3094

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 4

D) Réparation d'un mur en maçonnerie

À déterminer conjointement par un ingénieur spécialiste en structure et un ingénieur spécialiste en sols.

E) Réparation d'un autre type d'aménagement d'extrémité

Procéder à la réparation d'un piège à débris, d'un dissipateur d'énergie ou d'un mur en bois ou en acier selon le type de matériau utilisé et le type d'aménagement existant.

Notes

- . Lorsqu'un piège à débris ou un dissipateur d'énergie doit être reconstruit, le nouveau concept ainsi que la méthode de travail doivent être déterminés par un ingénieur spécialiste en hydraulique.
- . Les débris retenus par un piège ou un déflecteur à débris doivent être enlevés après chaque crue d'importance ou au besoin au cours de la période estivale.

Notes concernant A), B), C), D) et E)

- . Lorsqu'il y a une perte de matériaux sous la semelle d'un mur ou s'il y a de l'affouillement à proximité du ponceau, prévoir une consolidation de fondation (activités 3031 et 3032) ou une stabilisation du cours d'eau (activité 3011).
- . Lorsque les défauts de matériaux compromettent la stabilité de l'ouvrage, la méthode d'intervention doit être déterminée par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Il est recommandé de reconstruire un élément d'entrée/sortie ou un autre type d'aménagement d'extrémité d'un ponceau :
 - lorsqu'un ouvrage en béton, en maçonnerie, en acier ou en bois est fortement détérioré;
 - lorsqu'un mur en sacs de sable-ciment est détérioré sur plus de 30 % de sa surface;
 - lorsqu'un mur en gabions est détérioré sur plus de 20 % de sa surface ou que les défauts de matériaux peuvent compromettre sa stabilité.

**RÉPARATION D'ÉLÉMENT
D'ENTRÉE / SORTIE D'UN PONCEAU**

**ACTIVITÉ
3094**

**DATE
2001-10-15**

**PAGE
4 de 4**

Il peut être nécessaire de justifier la reconstruction à l'aide d'une analyse économique.

Pour les détails de conception, voir le Manuel de conception des ponts, chapitre 8 «Aménagement des extrémités» ainsi que les Normes du MTQ, Tome III - Ouvrages d'art, chapitre 4 «Ponts».

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

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 mis en place dans des coffrages. Cette réparation peut être faite avec du béton de masse volumique normale ou du béton autoplaçant.

La réparation visant à augmenter le recouvrement de béton par-dessus des armatures existantes délogées est considérée comme une réparation sans surépaisseur.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Délaminage ou éclatement du béton d'une petite partie 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
2004-06-15

PAGE
2 de 10

- . 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;
 - . 80 mm, lorsqu'un béton autoplçant est utilisé.
 - . 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 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.
 - . 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 10

- 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.
 - Pour de grandes surfaces verticales d'éléments d'épaisseur supérieure à 450 mm, un petit marteau hydraulique monté sur un équipement motorisé peut être utilisé à la place des marteaux pneumatiques manuels de 30 et 15 kg. 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.
- . Les armatures dégagées doivent 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 doit être diminuée. Les ancrages doivent être constitués d'une tige en acier d'un diamètre minimal de 12 mm ancrée mécaniquement ou chimiquement dans le béton à une profondeur minimale de 200 mm.

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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 10

- . 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 spécialiste en structures, spécialement dans le cas d'éléments 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.

B) Préparation des surfaces

1. Décaper 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 sur les surfaces d'acier, ainsi que les particules et granulats du béton qui sont détachables. Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones cachées ou d'accès difficile, comme le dessous des barres d'armature.

Cette étape de décapage n'est pas requise si l'enlèvement du béton est réalisé par hydrodémolition.

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).

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 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 10

- . 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.
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.
 - . Poser des ancrages 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 au moyen de coulis cimentaire ou d'époxy peuvent aussi 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'époxy.
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, les ancrages sont constitués par les tirants en acier servant à maintenir les coffrages en place. Ces tirants d'un diamètre minimal de 12 mm sont ancrés mécaniquement dans le béton à une profondeur minimale de 200 mm.
 - . Les coffrages doivent être neufs, parfaitement étanches et suffisamment rigides pour pouvoir résister à la poussée d'un béton très fluide. Pour les réparations réalisées avec du béton autoplaçant, l'utilisation de doublures de coffrages n'est pas requise, car ce béton remplit efficacement les vides à la surface des coffrages et fait moins de ressuage.
 - . 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 10

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.
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.
 - . Le béton utilisé devrait avoir sensiblement les mêmes caractéristiques de résistance à la compression que celui de l'élément à réparer.
 - . La réparation avec coffrages sans surépaisseur est réalisée en utilisant un béton de masse volumique normale (norme MTQ 3101) de type IV (35 MPa, sans fumée de silice ou un béton autoplaçant (norme MTQ 3102)).
 - . L'ajout d'un superplastifiant est recommandé pour faciliter la mise en place du béton de masse volumique normale; il est aussi recommandé d'utiliser un gros granulats de calibre 5-14 à cause de l'espace restreint disponible pour la mise en place du béton.
 - . Les propriétés les plus importantes d'un béton autoplaçant 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 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

- Il n'est pas nécessaire de vibrer le béton autoplaçant.
- 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).

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.

- Pour réduire au minimum l'écart thermique entre le cœur et la surface du béton et ainsi réduire la fissuration due au retrait par temps chaud, les surfaces verticales des coffrages devraient être arrosées à l'aide d'un boyau troué disposé à la partie supérieure de manière à ce que l'eau s'infilte entre le béton et les coffrages. L'arrosage doit être maintenu aussi longtemps que les coffrages sont en place, c'est-à-dire un minimum de trois (3) jours.
- Après l'enlèvement des coffrages, la cure doit être poursuivie, s'il y a lieu, en utilisant l'une des trois méthodes de cure décrites à l'article 15.4.3.7.1 du CCDG (toiles imbibées d'eau, feuilles imperméables, 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 et au fait que le type de ciment utilisé (ciment ternaire) contient des éléments minéraux (cendre volante, laitier, fumée de silice) qui ont 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 SANS SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
8 de 10

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 devraient être nettoyées pour faire disparaître toute trace d'enduit, de peinture, de rouille ou autres saletés et donner au béton une apparence uniforme.

Notes générales

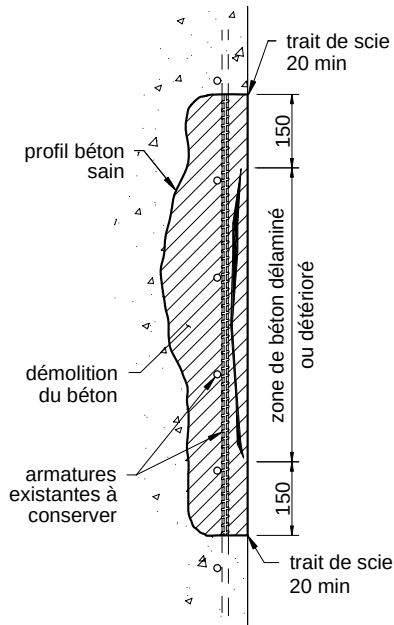
- . La réparation avec coffrages sans surépaisseur est utilisée pour corriger les dommages des surfaces de béton délaminé ou éclaté lorsque le béton de l'élément semble de bonne qualité et que l'envergure des dommages est faible. Elle a principalement pour but de restaurer l'aspect de l'élément et de 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.
- . 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 (norme MTQ 3601), 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

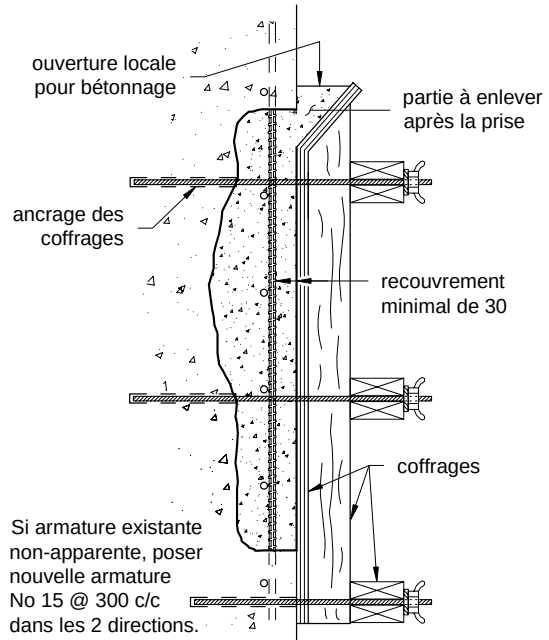
ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

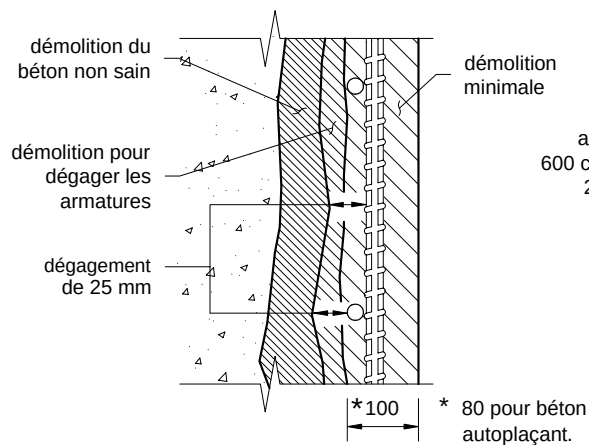
PAGE
9 de 10



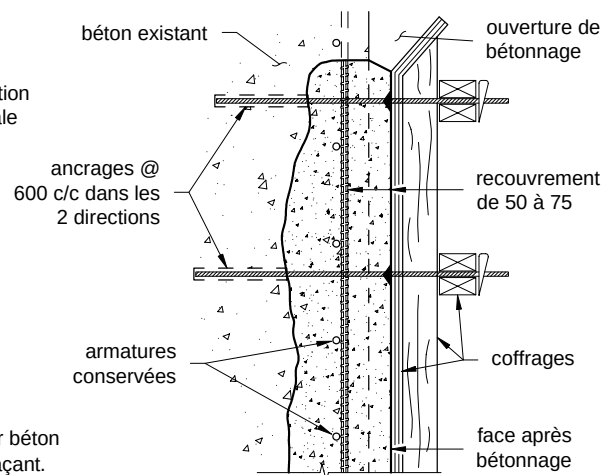
DÉMOLITION



Même plan que surface existante
RECONSTRUCTION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



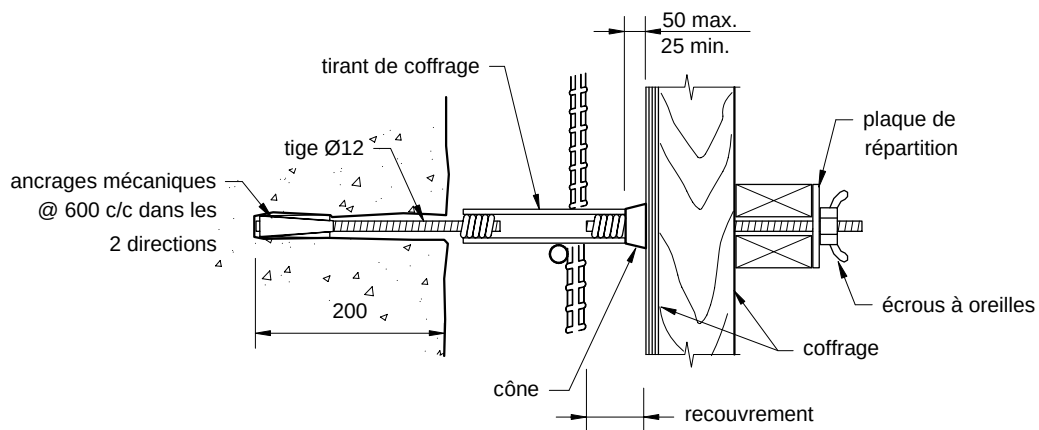
Pour augmenter le recouvrement
RECONSTRUCTION

RÉPARATION AVEC COFFRAGES SANS SURÉPAISSEUR

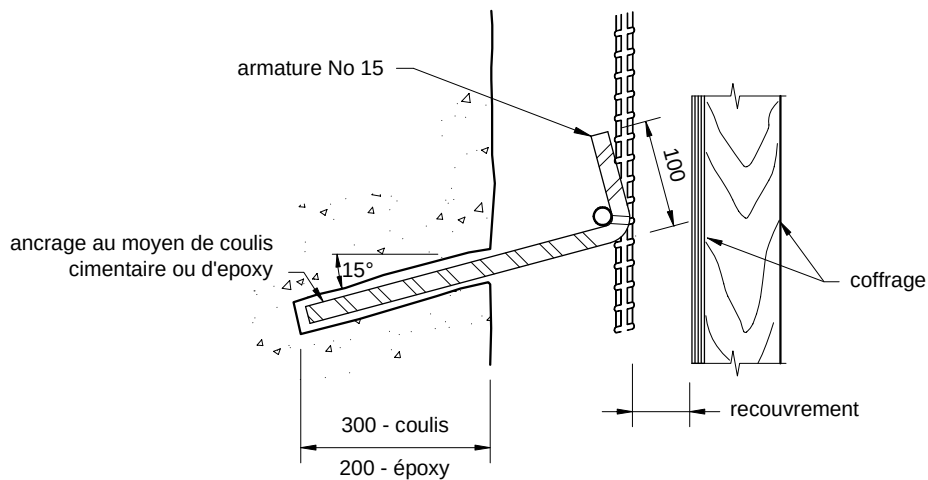
ACTIVITÉ
3101

DATE
2004-06-15

PAGE
10 de 10



TIRANT UTILISÉ COMME ANCRAGE



ANCRAGE

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 10

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 pour ajouter une surépaisseur de béton armé sur des surfaces existantes ayant été bouchardées.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Désagrégation, délaminage ou éclatement du béton, ou corrosion des armatures sur une surface importante 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 10

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.
 - . 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.
 - . 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 spécialiste en structures.
 - . 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. Si des armatures sont exposées lors de la démolition, elles doivent être décapées à l'aide d'un jet d'abrasif humide ou d'un jet d'eau haute pression pour enlever toute la rouille détachable (couches, strates...). Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée.
2. Une fois le décapage complété, 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
2004-06-15

PAGE
3 de 10

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 sont les tirants en acier servant à maintenir les coffrages en place. Les caractéristiques minimales de ces tirants (diamètre 12 mm) doivent être conformes aux exigences de l'article 15.4.3.1.3 du CCDG.

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.

- . Des ancrages au moyen de coulis cimentaire ou d'époxy peuvent aussi 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.

3. Installer les coffrages de façon à obtenir l'épaisseur spécifiée pour la couche de nouveau béton.

- . Une doublure de coffrage devrait être utilisée à l'intérieur des coffrages d'une réparation avec surépaisseur de béton de masse volumique normale effectuée sur des surfaces exposées aux sels de déglçage (moins de 10 m de la chaussée) ou des surfaces situées sous un joint de tablier présentant un potentiel d'infiltration.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 10

La doublure de coffrage n'est pas requise pour une réparation effectuée avec du béton autoplaçant.

- . 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.
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.
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 (norme MTQ 3101) de type IV (35 MPa, sans fumées de silice) pour un élément non exposé aux sels de déglacage;
 - du béton de masse volumique normale (norme MTQ 3101) de type V (35 MPa, avec fumées de silice) pour un élément exposé aux sels de déglacage;

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 10

- du béton autoplacant (norme MTQ 3102) pour un élément mince et élancé, ou lorsque la mise en place du béton est problématique (accès difficile, élément fortement armé...);
- du béton antiessivage (norme MTQ 3104) pour un bétonnage devant être réalisé sous l'eau.
- . L'ajout d'un superplastifiant est recommandé pour faciliter la mise en place du béton de masse volumique normale.
- . Les propriétés les plus importantes d'un béton autoplacant 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.
- . Si la mise en place du béton autoplacant 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.
- . Il n'est pas nécessaire de vibrer le béton autoplacant.

D) Cure du béton et correction des surfaces

1. Effectuer la cure du béton.

- . Pour réduire au minimum l'écart thermique entre le cœur et la surface du béton et ainsi réduire la fissuration due au retrait par temps chaud, les surfaces verticales des coffrages devraient être arrosées à l'aide d'un boyau troué disposé à la partie supérieure de manière à ce que l'eau s'infilte entre le béton et les coffrages. L'arrosage doit être maintenu aussi longtemps que les coffrages sont en place c'est-à-dire un minimum de trois jours.
- . Après l'enlèvement des coffrages, la cure doit être poursuivie, s'il y a lieu, en utilisant l'une des trois méthodes de cure décrites à l'article 15.4.3.7.1 du CCDG (toiles imbibées d'eau, feuilles imperméables, matériau de cure formant membrane).

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 10

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 et au fait que le type de ciment utilisé (ciment ternaire) contient des éléments minéraux (cendre volante, laitier, fumée de silice) qui ont 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. 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 recommandée de la couche de nouveau béton doit être de :
 - 200 mm pour du béton de masse volumique normale;
 - 125 mm pour du béton autoplaçant;

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 10

- 150 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'un élément 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 100 mm.

- . Il n'est pas recommandé d'effectuer une réparation avec coffrages et surépaisseur avec du béton de masse volumique normale pour des éléments minces et élancés tels les poutres, les colonnes, les chevêtres et les diaphragmes. Il est généralement plus approprié d'effectuer une réparation avec béton autoplaçant.
- . La réparation avec coffrages et surépaisseur peut être utilisée pour corriger les dommages d'un béton de mauvaise qualité.
- . Cette réparation 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.
- . 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
8 de 10

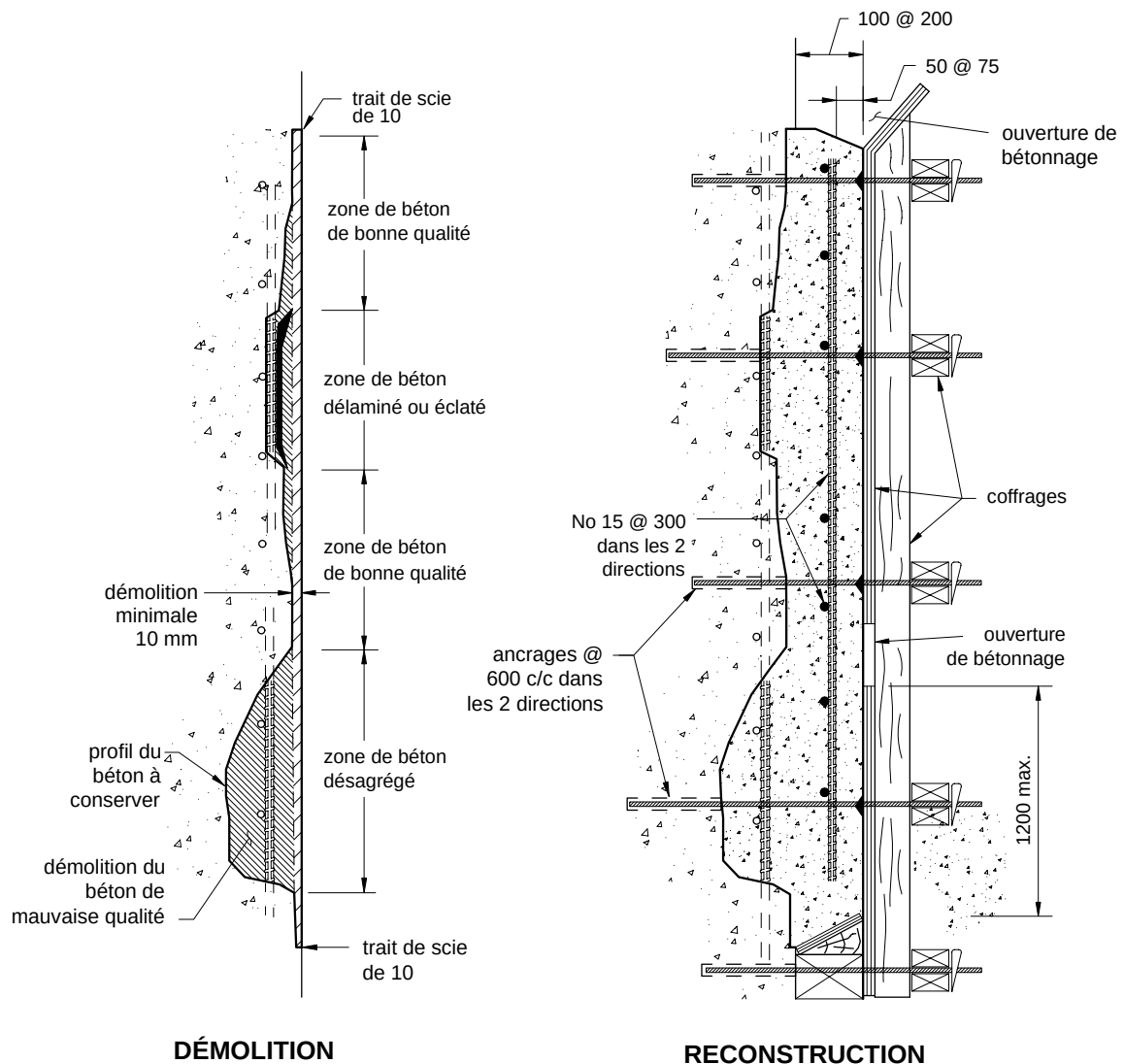
- . La réparation avec surépaisseur a aussi comme avantage d'empêcher l'eau et les sels de déglçage d'entrer en contact avec les armatures de l'élément, ce qui a pour effet de ralentir l'activité corrosive présente autour des surfaces de béton délaminé.
- . Par ailleurs, la capacité des ancrages et la 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.

RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
9 de 10

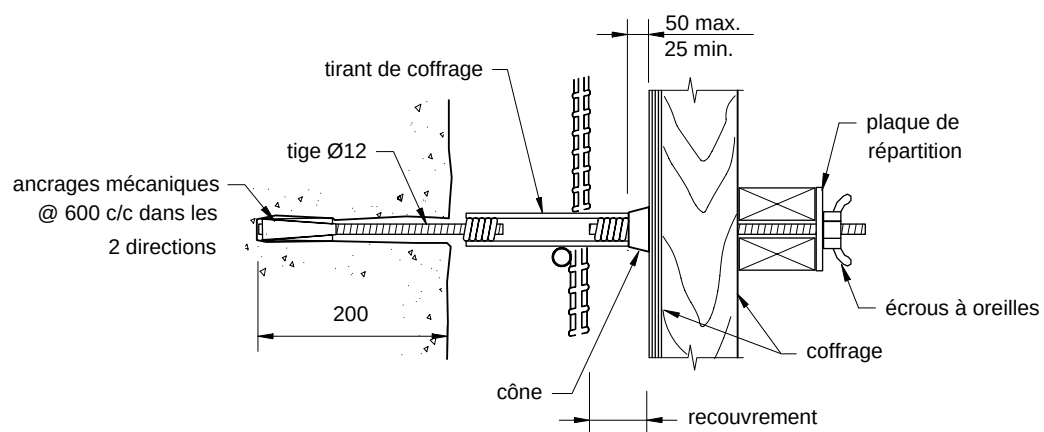


RÉPARATION AVEC COFFRAGES ET SURÉPAISSEUR

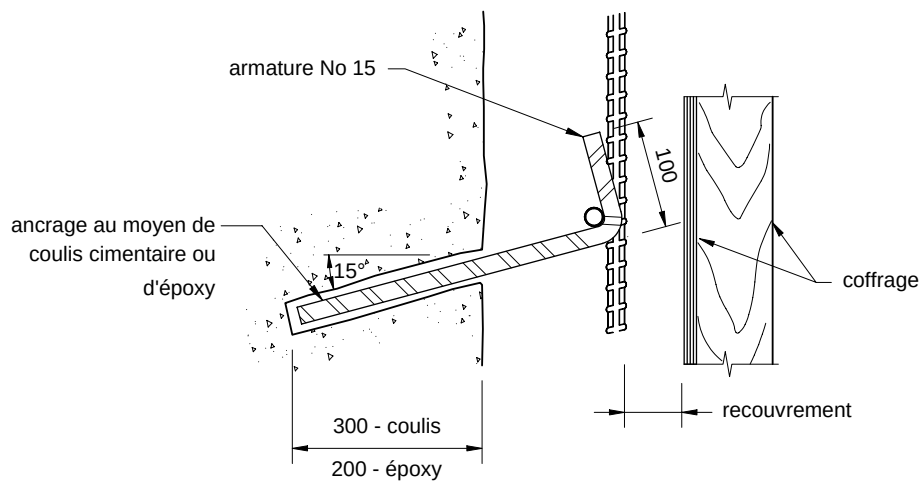
ACTIVITÉ
3102

DATE
2004-06-15

PAGE
10 de 10



TIRANT UTILISÉ COMME ANCRAGE



ANCRAGE

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 9

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 surépaisseur pour augmenter le recouvrement de béton par-dessus les armatures existantes.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Réparation sans surépaisseur

Délaminage ou éclatement du béton d'une partie limitée de la surface d'un élément. Le béton sous-jacent doit être de bonne qualité, le recouvrement des barres d'armature supérieur à 30 mm et les autres parties de la surface de l'élément ne doivent pas présenter d'autres défauts.

- . Réparation pour augmenter le recouvrement

Désagrégation, délaminage ou éclatement du béton, ou corrosion des armatures sur une surface importante de l'élément, et dont le recouvrement des barres d'armature est inférieur à 30 mm.

MÉTHODE DE TRAVAIL

La réparation avec béton projeté comprend quatre étapes :

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

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 9

- . 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.
 - . 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.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 9

- 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.
 - Pour de grandes surfaces verticales d'éléments d'épaisseur supérieure à 450 mm, un petit marteau hydraulique monté sur un équipement motorisé peut être utilisé à la place des marteaux pneumatiques manuels de 30 et 15 kg. 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.

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 spécialiste en structures, spécialement dans le cas d'éléments comme les colonnes, les chevêtres et les poutres.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 9

B) Préparation des surfaces

1. Décaper 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 sur les surfaces d'acier ainsi que les particules du béton qui sont détachables. Une pellicule de rouille fortement adhérente peut être tolérée dans les zones d'accès difficile, comme le dessous des armatures.

Cette étape de décapage n'est pas requise si l'enlèvement du béton a été effectué par hydrodémolition.

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).

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, 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.

. 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 galvanisées de 6 mm de diamètre à 400 mm c/c dans les deux directions afin de retenir le treillis. Les attaches doivent être ancrées mécaniquement dans le béton à une profondeur minimale de 30 mm.

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 broches. 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.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 9

5. Effectuer la projection du béton.

- . La réparation peut être effectuée en utilisant du béton projeté par procédé à sec (norme MTQ 3201) si les surfaces à réparer sont petites ou au plafond, ou bien en utilisant du béton projeté par procédé humide (norme MTQ 3301) lorsque le volume de béton nécessaire à la réparation est important.
- . 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 en appliquant rapidement plusieurs couches pour obtenir l'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.
- . Bien que cela ne soit pas recommandé, une réparation multicouche peut parfois être nécessaire. Dans ce cas, certaines exigences doivent être respectées. Un brossage léger de la couche sous-jacente est toujours requis. Pour le procédé à sec, un délai de 30 à 60 minutes est exigé entre deux applications. Pour le procédé humide, la surface doit toujours être maintenue humide entre les applications. De plus, il ne faut pas appliquer de produits de cure sur les surfaces entre les couches.
- . 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 régalaage 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.

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 9

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, l'ensemble des surfaces devrait être nettoyé au jet d'eau haute pression ou par projection d'abrasif humide pour faire disparaître toute trace d'enduit, de peinture, de rouille ou autres saletés et donner au béton une apparence uniforme. L'intensité du jet et sa manipulation doivent permettre d'enlever le béton de surface sur une profondeur d'au plus 2 mm.

Notes générales

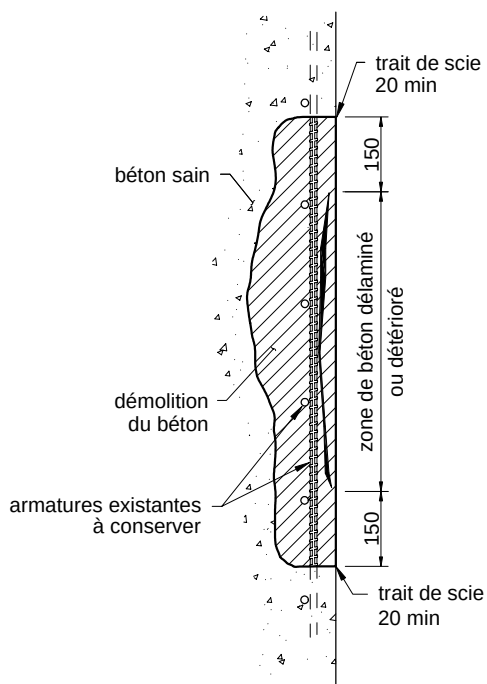
- . Toutes les surfaces des éléments réparés avec du béton projeté soumises à l'action de l'eau et des sels de déglçage, devraient être imperméabilisées à l'aide d'un polymère de silicone (norme MTQ 3601), pour diminuer les risques de propagation de la détérioration autour des surfaces réparées et prévenir 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 du béton projeté pour des travaux d'une certaine envergure afin de réparer des éléments dont le béton est de bonne qualité : culée, pile, béquille, poutre, chevêtre ou dessous de dalle épaisse.
- . 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
2004-06-15

PAGE
7 de 9

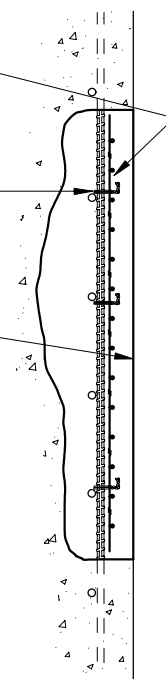


DÉMOLITION

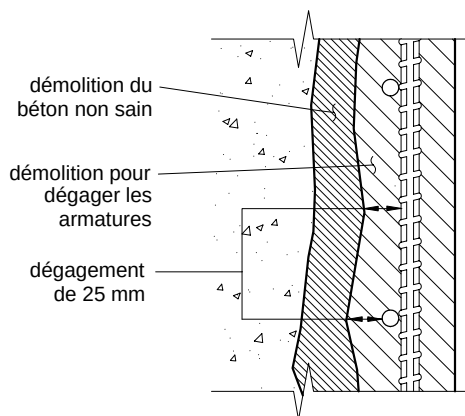
treillis à mailles soudées galvanisé
(51x51-MW 9.1 x MW 9.1
diamètre nominal 3.4)

fixation du treillis à l'armature
existante @ 400 c/c dans les
2 directions

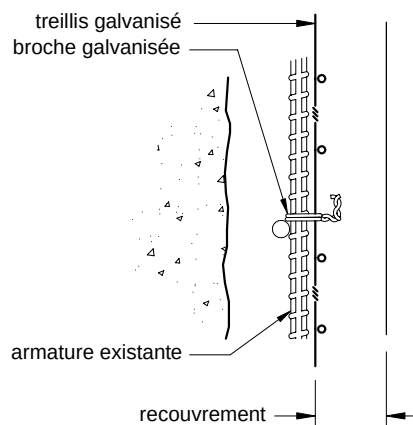
recouvrement du treillis
d'au moins 30 mm



RECONSTRUCTION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



FIXATION À L'ARMATURE EXISTANTE

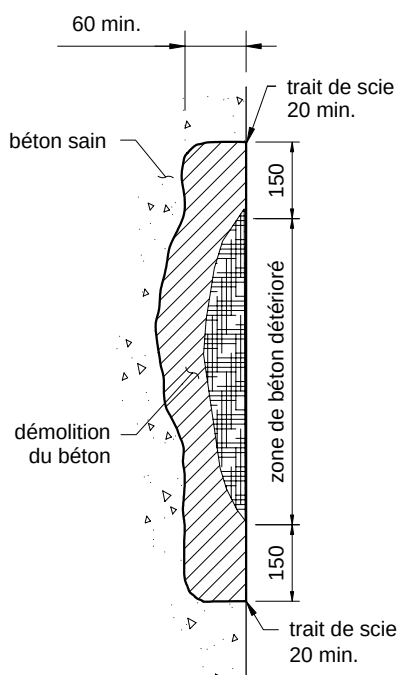
SANS SURÉPAISSEUR - AVEC ARMATURE EXISTANTE

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

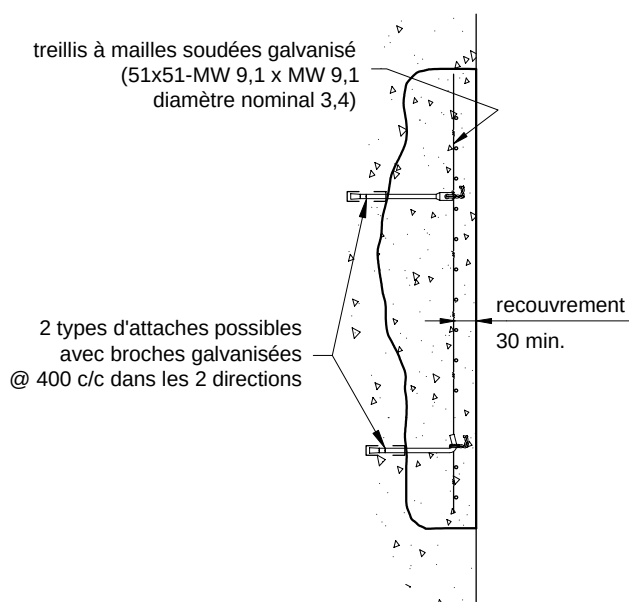
ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

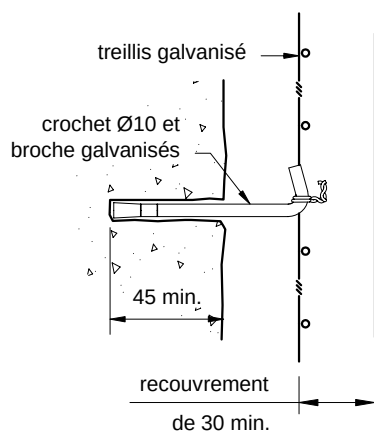
PAGE
8 de 9



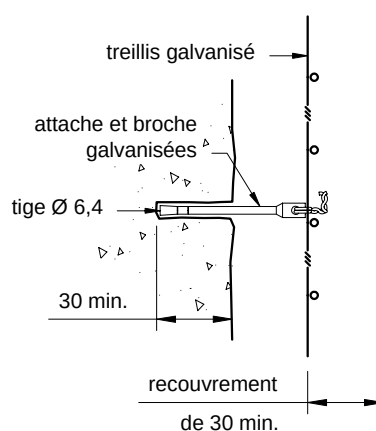
DÉMOLITION



RECONSTRUCTION



ATTACHE - BARRE EN L



ATTACHE - AVEC OEILLET

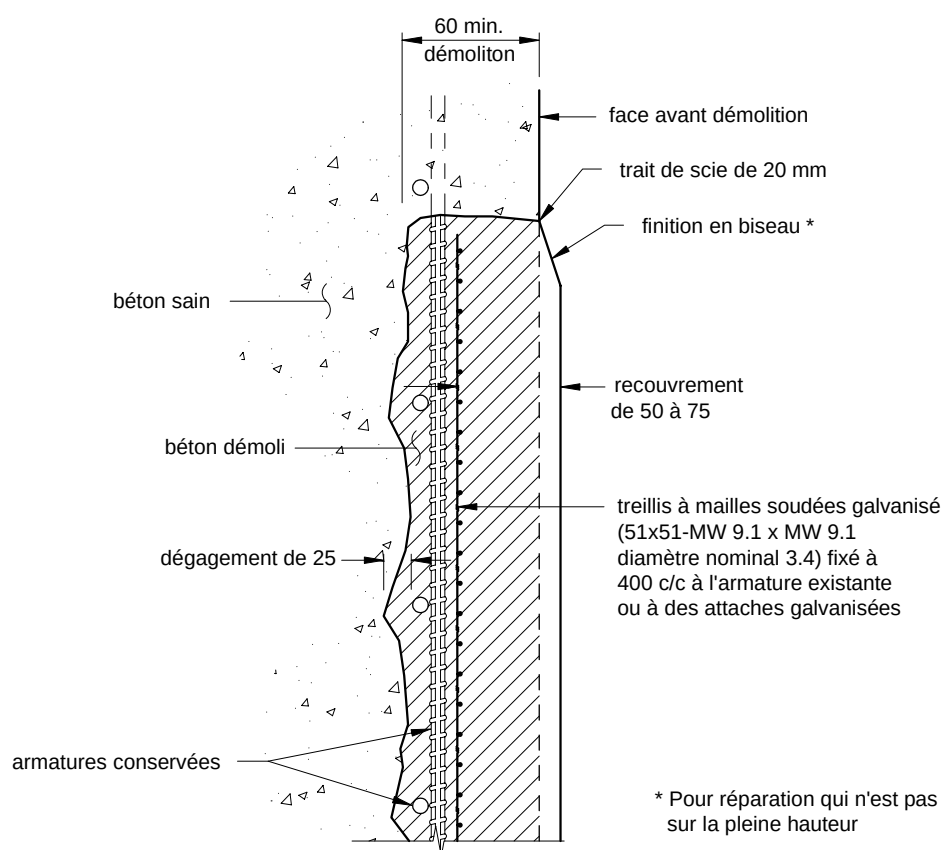
SANS SURÉPAISSEUR - SANS ARMATURE EXISTANTE

RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

ACTIVITÉ
3103

DATE
2004-06-15

PAGE
9 de 9



POUR AUGMENTER LE RECOUVREMENT DE BÉTON

PAR-DESSUS LES ARMATURES EXISTANTES

RÉPARATION DE BÉTON SOUS L'EAU

ACTIVITÉ
3105

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Voir Notes.

DESCRIPTION

Principes généraux et méthodes utilisées pour une réparation d'élément en béton devant être réalisée sous l'eau, par exemple des parties de culée, de pile, de mur, de ponceau...

NIVEAU DE QUALITÉ

- . Le bétonnage sous l'eau est une activité parfois nécessaire pour réparer, consolider, ou remettre en état une partie d'élément de structure qui est submergée lors de l'exécution des travaux.
- . La réparation de béton sous l'eau est réalisée à la suite de constats de différents défauts justifiant une consolidation de fondation ou une réparation d'un élément de fondation en béton.
- . Le but de la réparation influence grandement le type d'intervention qui doit être privilégiée. Pour une fissure ou un éclatement mineur, une simple injection ou réparation en surface peut être suffisante. Pour une détérioration plus majeure, l'ampleur des défauts détermine les paramètres entourant la procédure de réparation.

MÉTHODE DE TRAVAIL

- . En général, les résultats de l'inspection générale ou d'une inspection sous-marine sont suffisants pour évaluer l'ampleur des travaux. Une inspection supplémentaire peut être parfois requise pour préciser certains détails du projet (inspection spéciale ou relevé de dommages).
- . Voir les activités :
 - Activité 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur
 - Activités de consolidation de fondation (3032, 3033, 3034)
 - Activités de réparation d'élément de fondation (3111, 3112, 3113, 3114, 3115).

RÉPARATION DE BÉTON SOUS L'EAU

ACTIVITÉ
3105

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 4

A) Démolition du béton et préparation des surfaces

- . La délimitation des zones à réparer doit être faite à l'aide d'un trait de scie. Ce dernier peut être réalisé avec une scie pneumatique ou hydraulique, matériels pouvant être normalement utilisés sous l'eau. Les barres d'armatures fortement corrodées et devant être remplacées peuvent être coupées lors de cette étape des travaux.
- . La démolition peut se faire avec un jet d'eau d'une pression de 70 à 120 MPa (10 000 à 17 000 psi) ou avec un marteau de démolition. Un marteau pneumatique manuel ou un marteau hydraulique supporté par un véhicule muni d'un bras hydraulique peuvent être adaptés pour fonctionner sous l'eau.
- . Tout débris, algue, sédiment ou béton détérioré, doit être enlevé sur la surface du béton existant afin de favoriser une meilleure adhérence du béton de réparation.
- . Le type et la procédure de préparation des surfaces peuvent varier en fonction des conditions locales et de l'objectif recherché. Dans des eaux contenant beaucoup de particules fines (argile, silt...), il est recommandé d'effectuer le bétonnage le plus tôt possible après la préparation du béton pour minimiser la contamination des surfaces.
- . La préparation des surfaces peut être réalisée à l'aide d'un jet d'eau haute pression, par projection d'abrasif ou à l'aide d'outils mécaniques.
- . L'installation d'ancrages chimiques est une option possible. Le concepteur doit vérifier la capacité des ancrages, car ces derniers offrent souvent un rendement réduit dans des conditions submergées.

B) Bétonnage

- . Divers types de coffrages peuvent être installés pour confiner le béton mis en place sous l'eau. Les coffrages rigides sont les plus utilisés, et ils peuvent être classés selon deux catégories : temporaires ou permanents.

Coffrages temporaires

- . Généralement, les coffrages temporaires sont préfabriqués, mis en place et fixés par la suite à l'aide d'ancrages mécaniques.
- . Lorsque des coffrages en bois sont utilisés, leur enlèvement est généralement prévu au devis, afin de s'assurer de la qualité du béton mis en place et pour permettre une meilleure inspection des surfaces par la suite.

RÉPARATION DE BÉTON SOUS L'EAU

ACTIVITÉ
3105

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 4

- . La réparation du pourtour complet d'une pile peut être réalisée à l'aide de coffrages disposés en deux moitiés compatibles et fixées à l'aide d'une ceinture.

Coffrages permanents

- . Les coffrages permanents sont généralement constitués de plaques en acier ancrées mécaniquement aux surfaces de béton.
- . Lorsque des palplanches en acier sont utilisées pour consolider une fondation de pile par exemple, les palplanches sont généralement laissées en place, puisqu'on considère que leur durée de vie sera supérieure aux surfaces de béton.
- . Lorsque des coffrages en fibre de verre ou en polymère sont utilisés, ils font souvent partie intégrale de la réparation et à ce titre, sont liés mécaniquement au béton de réparation.
- . Pour toute partie d'ouvrage dont le niveau final du béton se situe sous l'eau, les coffrages doivent se prolonger au-dessus de la surface de l'eau ou sur une distance d'au moins 2 mètres au-dessus du niveau final du béton pour éviter l'effet nuisible du courant.
- . Un béton de réparation de type antilessivage doit être mis en place dans les coffrages à l'aide d'une pompe à béton. Le type d'équipement utilisé ainsi que la configuration de la ligne de pompage doivent être conçus de façon à 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.
- . La mise en place du béton sous l'eau ne peut se faire que si la température de l'eau est supérieure à 5 °C.
- . Le bétonnage doit se faire en une seule coulée, sans interruption.
- . La réparation / le remplissage de cavités ou de vides peut être réalisé à l'aide d'un mortier à l'époxy qui consiste en une résine époxydique qui mûrit sous l'eau. La résine peut être sans ou avec granulats, selon l'envergure de la cavité à remplir.
- . Pour des réparations localisées de petite envergure, la mise en place de matériau de réparation peut se faire à la main. Ce type de réparation n'offre pas la même durabilité qu'une réparation standard, mais est beaucoup plus économique.

RÉPARATION DE BÉTON SOUS L'EAU

ACTIVITÉ
3105

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 4

Notes

- . Pour des détails relatifs à la réparation de béton sous l'eau, on peut se référer au document ACI 546.2R-98 « *Guide to Underwater Repair of Concrete* » de l'*American Concrete Institute*.
- . Lors de la préparation d'un projet de réparation de béton sous l'eau, il est suggéré d'inclure aux plans et devis les niveaux d'eau et les vitesses de courant afin que l'entrepreneur puisse planifier les équipements nécessaires à la protection des plongeurs (ex. : déflecteurs), ainsi qu'à l'organisation du chantier.
- . Il est recommandé de spécifier au devis des exigences pour que l'entrepreneur fournisse, avant les travaux, une procédure écrite de bétonnage, de même que le matériel et la main-d'œuvre requis pour l'exécution des travaux.
- . Si les circonstances l'exigent, il est possible d'effectuer des travaux de soudage sous l'eau.
- . Il est à remarquer qu'une réparation avec du béton projeté est possible sous l'eau.
- . Pour des interventions de grande envergure ou lorsque le site des travaux est exposé à des vagues de grandes dimensions, il est possible de réaliser une consolidation sous l'eau en procédant par étapes : une mise en place d'empierrement adéquatement calibré, suivie d'une injection de mortier cimentaire ou d'un remplissage de béton pour remplir les vides, à l'aide de tuyaux préalablement installés à travers les pierres.

Coffrages flexibles

- . L'utilisation de coffrages flexibles (ex. : membrane en fibre synthétique) peut être une option possible. Ce type de coffrages est constitué d'une enveloppe souple qui confine le béton de réparation et qui donne comme résultat final une forme approximative autour de l'élément détérioré.
- . Longtemps utilisés pour la réparation de pile, les coffrages flexibles ont plusieurs avantages tels le coût initial, le faible poids ainsi que la facilité et la rapidité d'installation. D'autres types de coffrages flexibles peuvent être utilisés pour la réparation de surfaces verticales, comme des murs.

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

DATE
2001-10-15

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.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % 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

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface submergée ou non d'un mur de front : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.
- . Défaut important sur plus de 40 % de la surface de l'assise, d'un mur en aile ou d'un mur en retour : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

A) Réparation sans surépaisseur

Voir activités 3101 - Réparation avec coffrages sans surépaisseur
ou 3103 - Réparation avec béton projeté.

B) Réparation avec surépaisseur

Voir activités 3102 - Réparation avec coffrages et surépaisseur
ou 3103 - Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 5

Notes concernant A) et B)

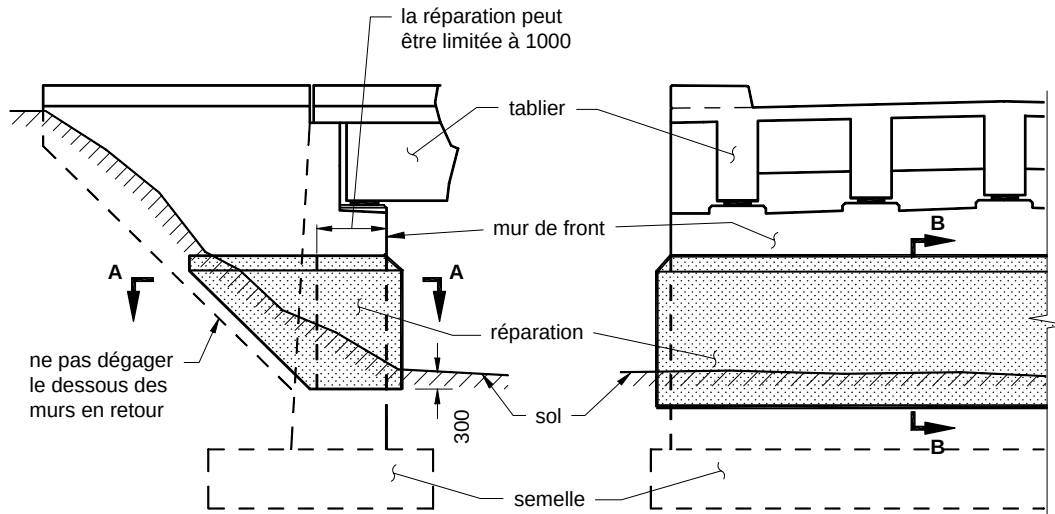
- . Si les critères d'une réparation sans surépaisseur (activités 3101 et 3103) sont dépassés, il est recommandé d'attendre que les défauts affectant le mur de front, le mur en retour ou le mur en aile répondent aux critères d'une réparation avec surépaisseur (activités 3102 et 3103) ou d'une réfection d'éléments de culée (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. Cependant les défauts qui affectent le mur en retour affectent généralement aussi ces éléments. Des travaux de réparation ou de réfection peuvent donc y être nécessaires en même temps que la réparation du mur en retour.
- . Lorsque le béton du mur en retour, du trottoir, du chasse-roue et des éléments de la glissière est désagrégé, le béton est généralement de mauvaise qualité; il peut être préférable de démolir et de reconstruire le mur en retour plutôt que de le réparer (activité 3114).
- . Pour la réparation ou la modification des blocs d'assise détériorés qui supportent un appareil d'appui, voir l'activité 3042.

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

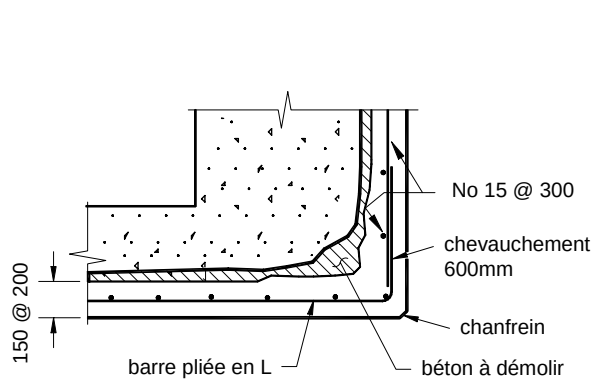
DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 5

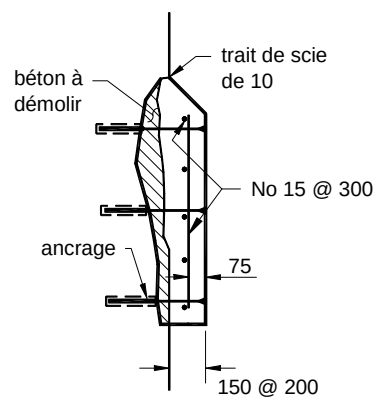


PROFIL

ÉLÉVATION



COUPE A-A



COUPE B-B

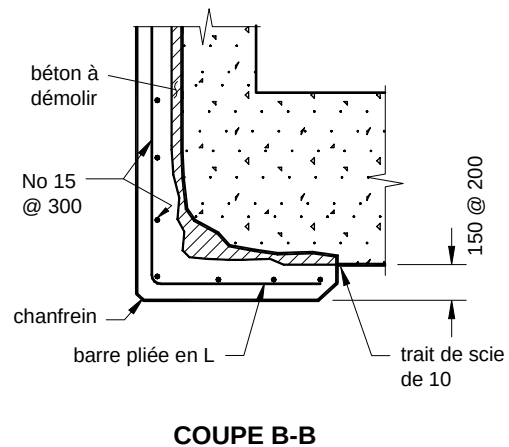
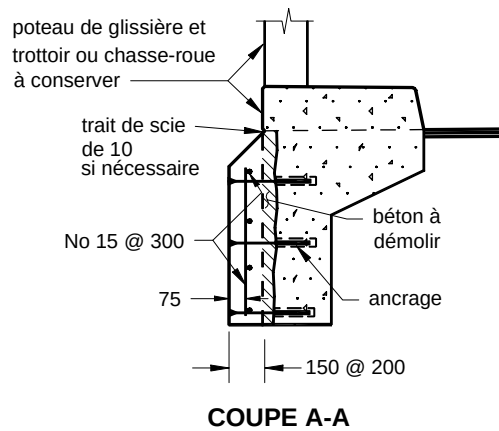
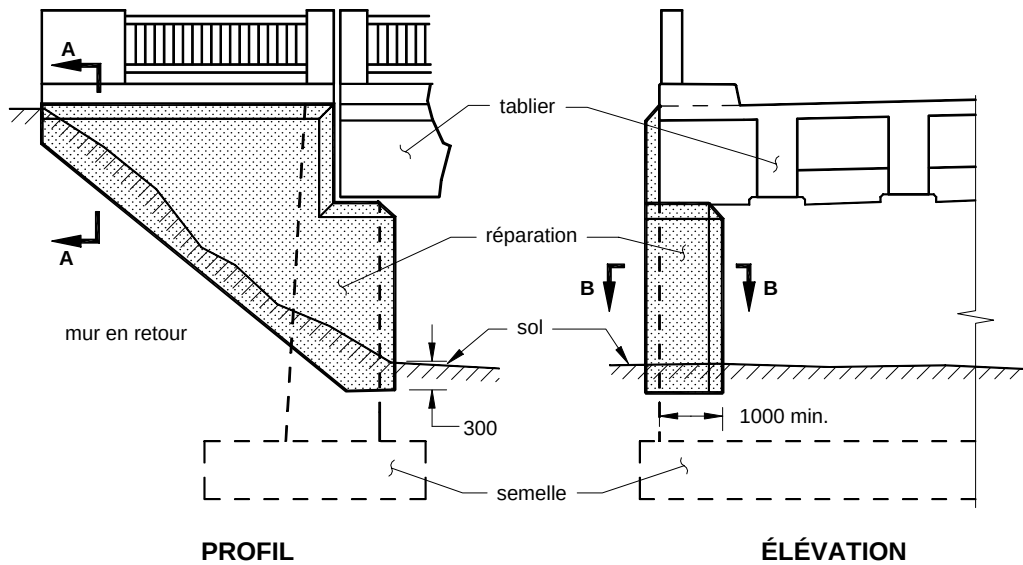
RÉPARATION DU MUR DE FRONT

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3111

DATE
2001-10-15

PAGE
4 de 5



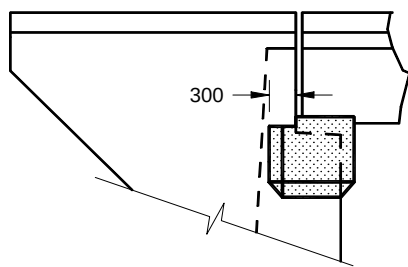
RÉPARATION DU MUR EN RETOUR

RÉPARATION DE CULÉE EN BÉTON

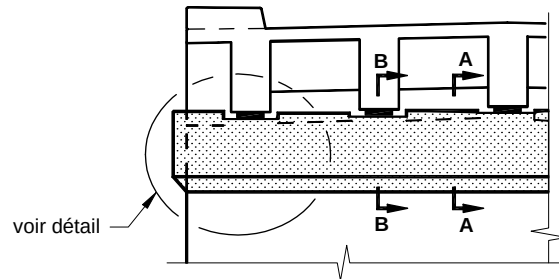
ACTIVITÉ
3111

DATE
2001-10-15

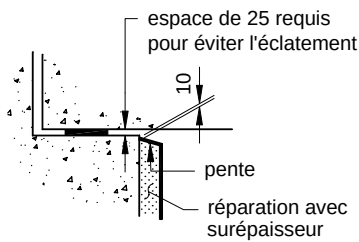
PAGE
5 de 5



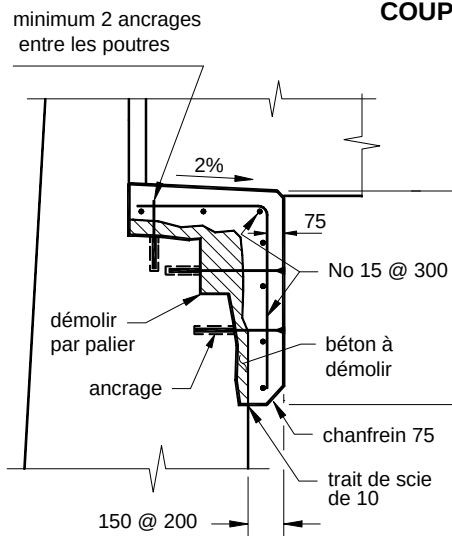
PROFIL



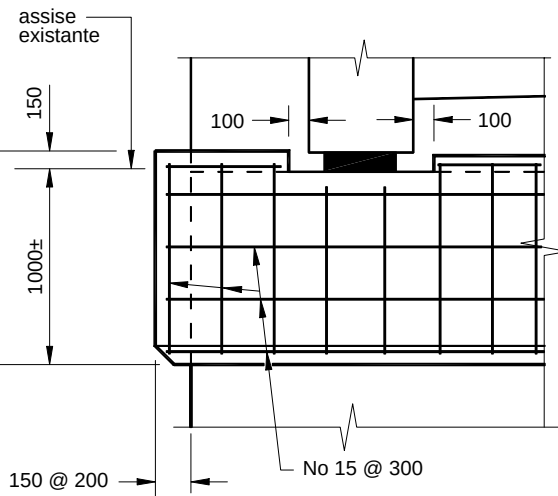
ÉLEVATION



COUPE B-B



COUPE A-A



DÉTAIL

RÉPARATION DE L'ASSISE

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 9

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec ou sans surépaisseur de béton du fût, des colonnes ou du chevêtre d'une pile en béton.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % 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

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface submergée ou non d'un fût ou des colonnes ou de la surface d'un chevêtre : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.
- . Défaut important sur plus de 40 % de la surface de l'assise : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation sans surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 9

B) Réparation avec surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté;
- . 3105 – Réparation de béton sous l'eau.

Notes concernant A) et B)

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.
- . La méthode de réparation et l'évaluation des surfaces à réparer doivent être analysées pour éviter d'avoir à recommencer à court terme la réparation elle-même ou d'avoir à réparer d'autres défauts autour des surfaces réparées.
- . 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 rendent 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'eaux 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 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 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
2004-06-15

PAGE
3 de 9

Dégagement des armatures des colonnes

- . 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. Elles doivent être réparées en alternance de façon à ce que les colonnes adjacentes puissent toujours assumer la diminution de capacité de la colonne en réparation.
- . 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.
- . Par souci de sécurité, l'impact du dégagement des armatures sur la capacité des colonnes devrait toujours être évalué par un ingénieur.

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) 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.
- . 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.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 9

- . 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).

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.
- . 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 spécialiste 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 té inversé

- . Avant de préparer un projet de réparation, la capacité de ce type de chevêtre doit être évaluée par un ingénieur spécialiste en structure. L'étude doit porter sur la capacité de l'âme du chevêtre ainsi que des corbeaux.
- . Lorsqu'un dégagement des étriers et des armatures longitudinales est requis pour effectuer la réparation, la capacité résiduelle du chevêtre doit être vérifiée afin d'établir, si nécessaire, des séquences de démolition et de fermeture de voies de circulation.

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.

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 9

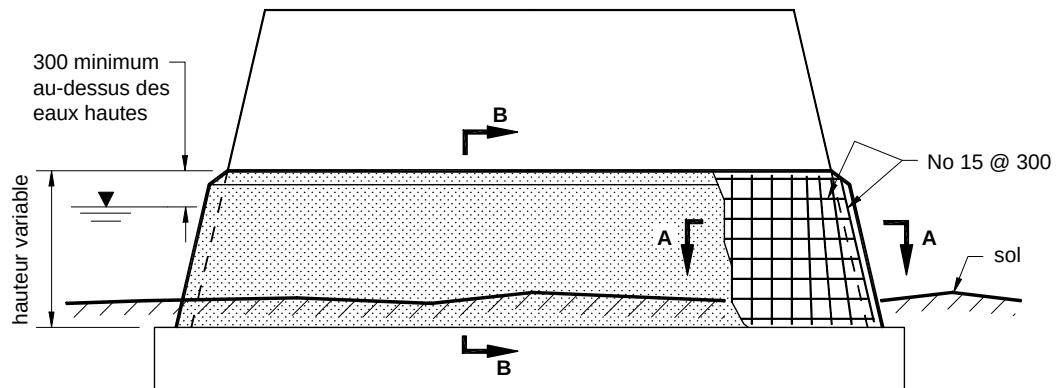
- . La hauteur de la réparation doit être constante. La réparation peut devoir être exécutée sur toute la hauteur de l'élément, particulièrement pour les colonnes, au lieu de se terminer à mi-hauteur.
- . Il faut éviter de faire des réparations avec surépaisseur dont le pourtour épouse celui des dommages. 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

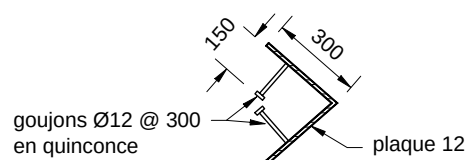
ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 9

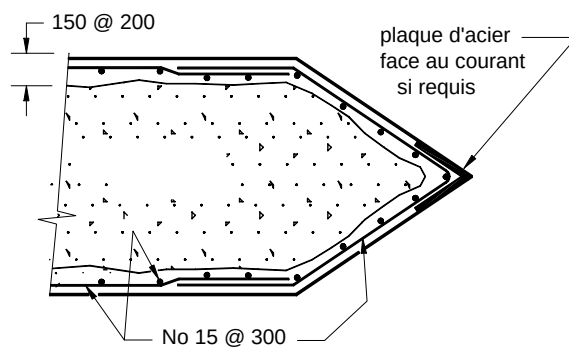


ÉLÉVATION

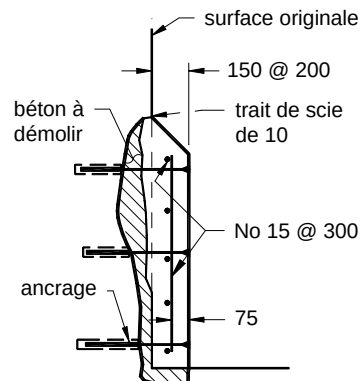


PLAQUE D'ACIER

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

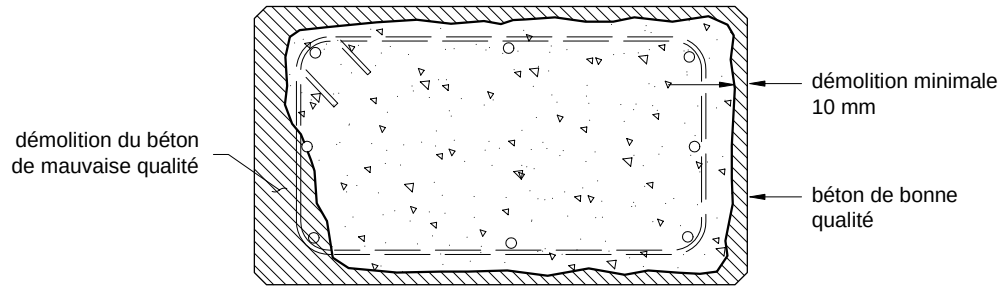
RÉPARATION DU FÛT D'UNE PILE

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

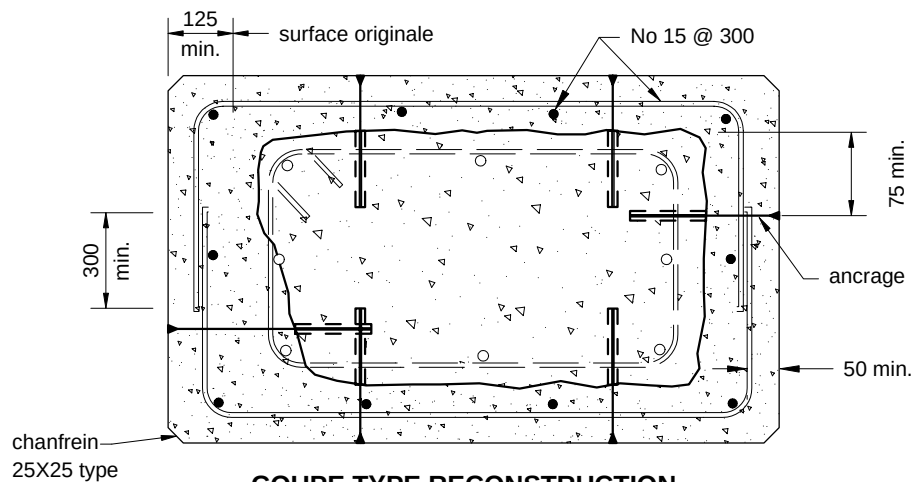
ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

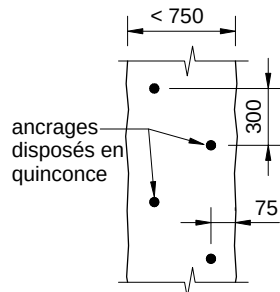
PAGE
7 de 9



COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE RECONSTRUCTION



**POSITION DES ANCRAGES
LORSQUE LARGEUR < 750 mm**

Note: Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

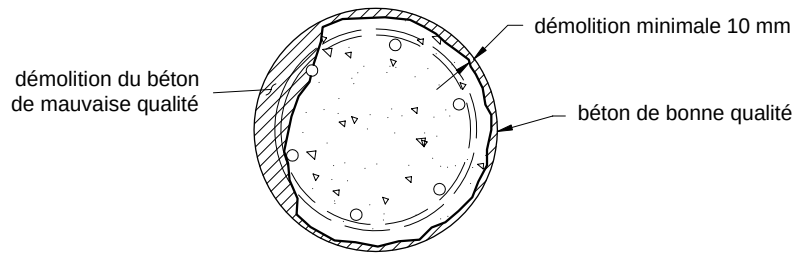
RÉPARATION D'UNE COLONNE RECTANGULAIRE AVEC SURÉPAISSEUR DE BÉTON AUTOPLAÇANT

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

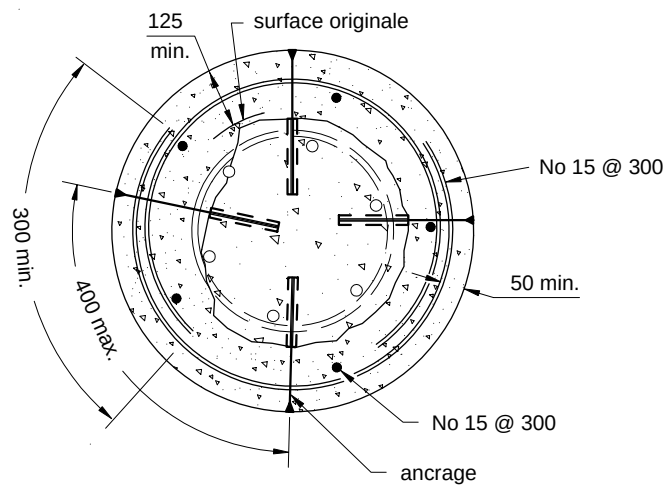
ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

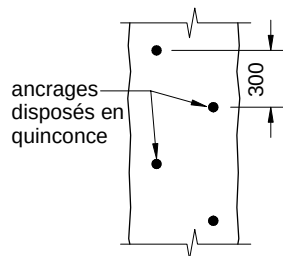
PAGE
8 de 9



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.

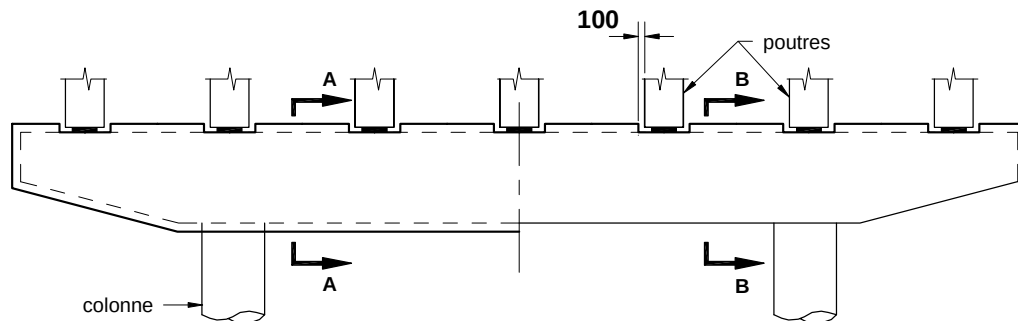
RÉPARATION D'UNE COLONNE RONDE
AVEC SURÉPAISSEUR DE BÉTON AUTOPLAÇANT

RÉPARATION DE PILE EN BÉTON

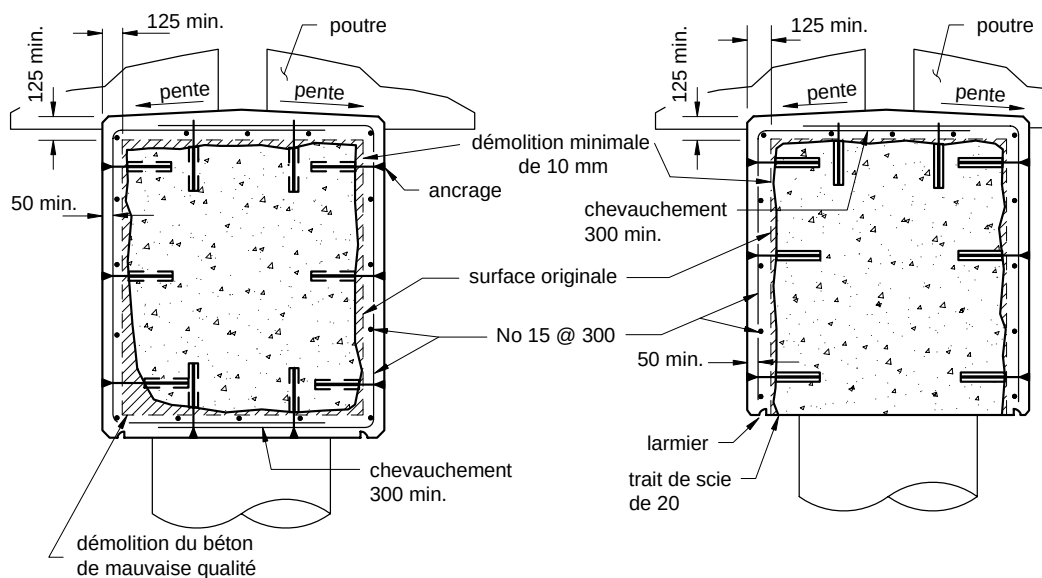
ACTIVITÉ
3112

DATE
2004-06-15

PAGE
9 de 9



ÉLEVATION



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.

RÉPARATION DE CHEVÊTRE
AVEC SURÉPAISSEUR DE BÉTON AUTOPLAÇANT

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec ou sans surépaisseur de béton d'une béquille de portique ou de pont à béquilles en béton.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % de la surface non submergée du fût ou des colonnes constituant une béquille. 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

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface submergée ou non du fût ou des colonnes constituant une béquille : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation sans surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 7

B) Réparation avec surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté;
- . 3105 – Réparation de béton sous l'eau.

Notes concernant A) et B)

- . Le comportement des béquilles intermédiaires (c.-à-d. situées entre deux travées) affectées par des fissures de flexion larges (fissures horizontales) doit faire l'objet d'une analyse de la part d'un ingénieur en structure.

Réparation de la partie submergée

- . La réparation de béquilles 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.
- . La méthode de réparation et l'évaluation des surfaces à réparer doivent être analysées pour éviter d'avoir à recommencer à court terme la réparation elle-même ou d'avoir à réparer d'autres défauts autour des surfaces réparées.
- . La réparation 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 rendent la construction du batardeau difficile ou trop coûteuse, les travaux seront de préférence réalisés à sec, car il est alors plus facile de contrôler la qualité des travaux et de faire une meilleure réparation.
- . Un relevé des niveaux d'eaux 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.

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 7

- . Si la réparation de la partie submergée d'une béquille est exécutée dans l'eau, les travaux devront être réalisés en construisant une surépaisseur de béton 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.
- . Un certificat d'autorisation de construction délivré par le ministère 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.

Dégagement des armatures des colonnes

- . Le dégagement des armatures des colonnes des béquilles entraîne une perte de capacité temporaire dont l'importance dépend 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. Elles doivent être réparées en alternance de façon à ce que les colonnes adjacentes puissent toujours assumer la diminution de capacité de la colonne en réparation.
- . Dans le cas des colonnes extérieures d'une béquille, 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.
- . Par souci de sécurité, l'impact des travaux de réparation sur la capacité des colonnes devrait toujours être évalué par un ingénieur spécialiste en structure.

Béquilles soumises aux éclaboussures de sels de déglacage

- . Pour s'assurer de l'efficacité des travaux, les béquilles soumises aux éclaboussures de sels de déglacage (celles adjacentes à une chaussée) doivent être réparées avec coffrages et surépaisseur, surtout lorsque le recouvrement des armatures est faible.
- . 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 être effectuée avec du béton autoplaçant et de façon 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.

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 7

- . Pour les colonnes de grandes dimensions ou pour une béquille pleine, 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.
- . Lorsque la partie inférieure de la surépaisseur de béton doit être prolongée jusqu'au-dessus de la semelle, une planche asphaltique doit être placée entre la semelle et la surépaisseur de béton pour empêcher cette dernière de nuire au mouvement de rotation de la béquille.
- . 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 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).

Esthétique

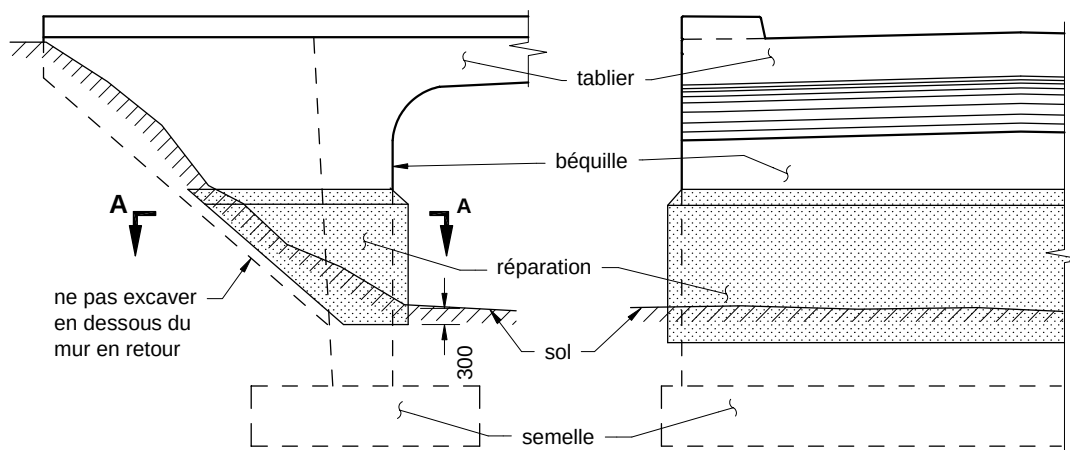
- . Pour les structures situées en milieu urbain ou le long des autoroutes, le côté esthétique d'une réparation doit toujours être pris en compte.
- . La hauteur de la réparation doit être constante. La réparation peut devoir être exécutée sur toute la hauteur de l'élément, particulièrement pour les 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 d'être endommagées à court terme et dépare considérablement la structure.

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

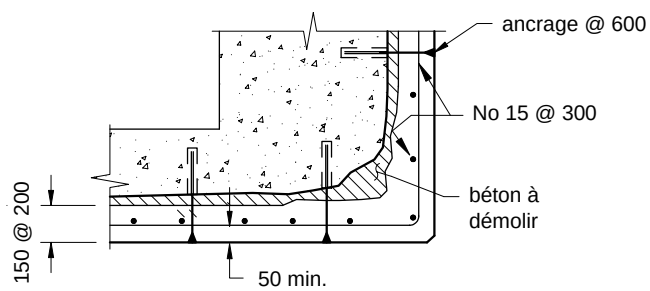
DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 7



PROFIL

ÉLÉVATION



COUPE A-A

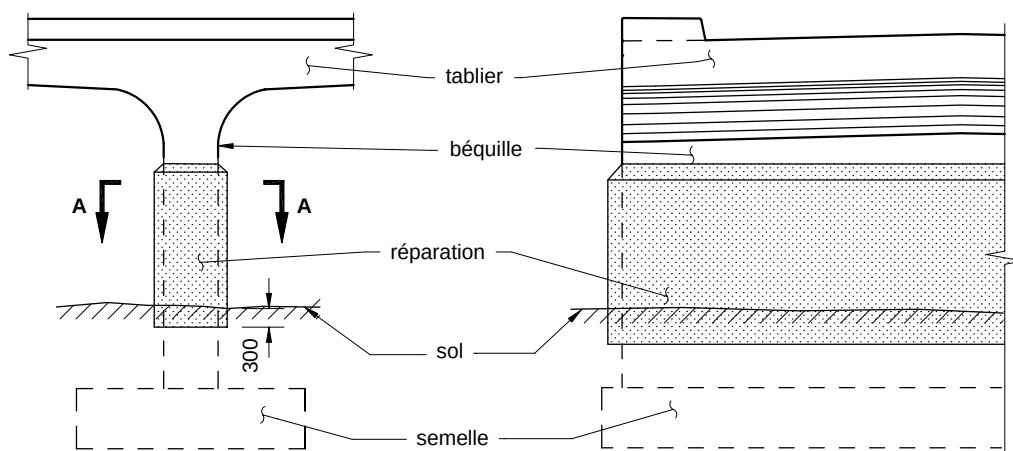
RÉPARATION D'UNE BÉQUILLE DE PORTIQUE

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

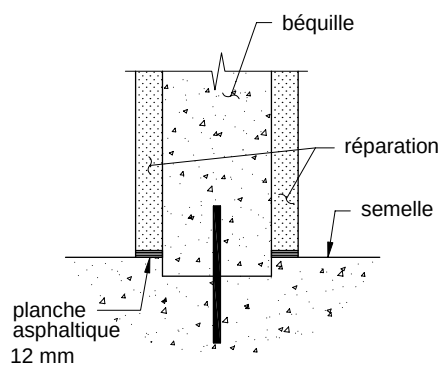
DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 7



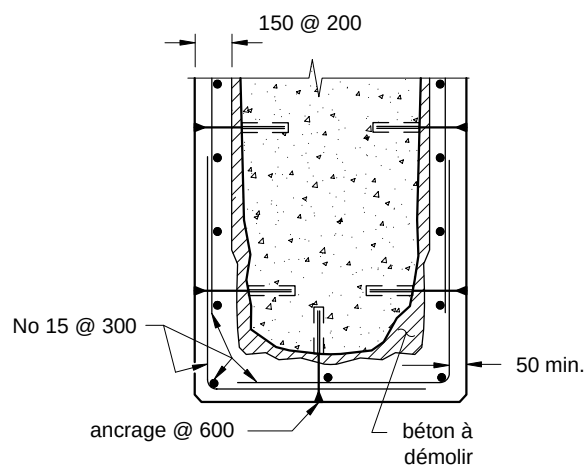
PROFIL

ÉLÉVATION



JOINT DE CONSTRUCTION LORSQUE
RÉPARATION JUSQU'À LA SEMELLE

DÉTAIL



COUPE A-A

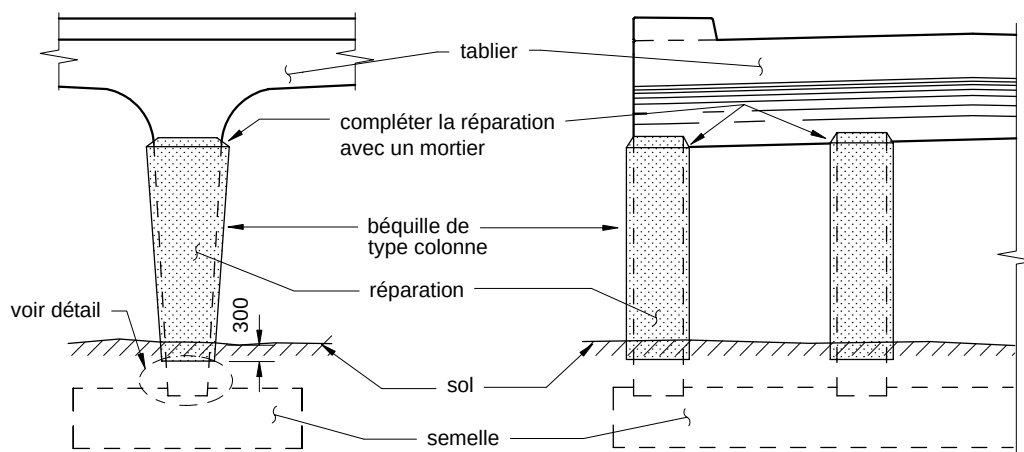
RÉPARATION D'UNE BÉQUILLE INTERMÉDIAIRE

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3113

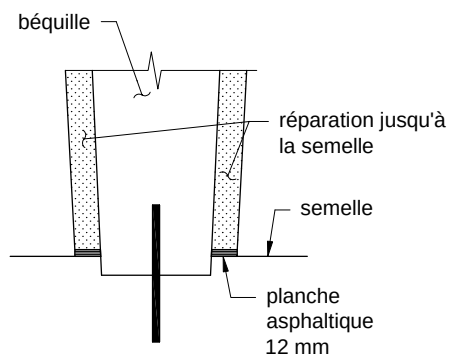
DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 7



PROFIL

ÉLEVATION



JOINT DE CONSTRUCTION LORSQUE
RÉPARATION JUSQU'À LA SEMELLE

RÉPARATION D'UNE BÉQUILLE INTERMÉDIAIRE - COLONNE

RÉFECTION D'ÉLÉMENTS DE CULÉE EN BÉTON

ACTIVITÉ
3114

DATE
2004-06-15

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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut important sur plus de 40 % de la surface du garde-grève, d'un mur en aile ou d'un mur en retour : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

À déterminer par un ingénieur spécialiste 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).
- . Une doublure de coffrage devrait être utilisée à l'intérieur des coffrages d'une réfection de garde-grève avec un béton de masse volumique normale effectuée sous un joint de tablier présentant un potentiel d'infiltration.

RÉPARATION DE FISSURE D'UNE UNITÉ DE FONDATION EN BÉTON

ACTIVITÉ
3115

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation sans surépaisseur de béton d'une fissure verticale importante dans le mur de front d'une culée, le fût d'une pile, un mur ou une béquille d'un portique.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Fissure active, verticale, unique, large de plus de 6 mm et s'étendant sur toute la hauteur du mur de front, du fût, du mur ou de la béquille.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir activité :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur.

Notes

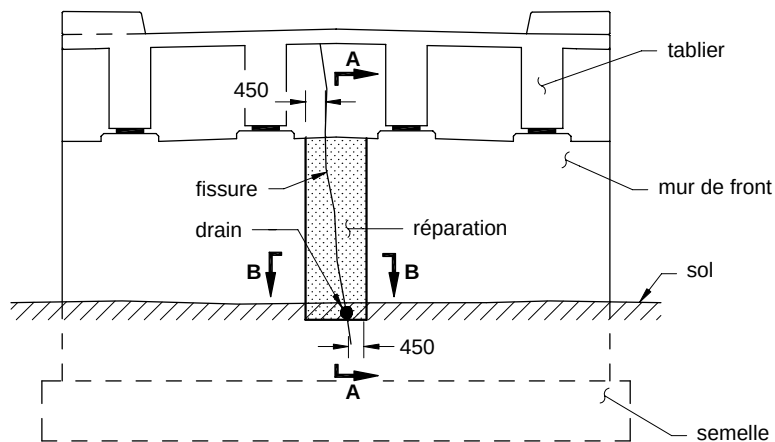
- . La réparation de fissure vise à stabiliser un déplacement entre deux parties d'élément. Elle doit être recommandée par un ingénieur spécialiste en structure.
- . La réparation doit couvrir une largeur minimale de 450 mm de part et d'autre de la fissure, toute la hauteur apparente de l'élément et se prolonger au moins 300 mm sous le terrain naturel. Les traits de scie doivent être verticaux.
- . Les ancrages retenant les deux parties de l'élément sont des barres d'armature en forme de U dont les pattes sont ancrées dans le béton de part et d'autre de la fissure.
- . L'eau pouvant s'infiltrer par la fissure jusqu'à la réparation doit être drainée par un petit tuyau installé à la partie inférieure de la réparation.

RÉPARATION DE FISSURE D'UNE UNITÉ DE FONDATION EN BÉTON

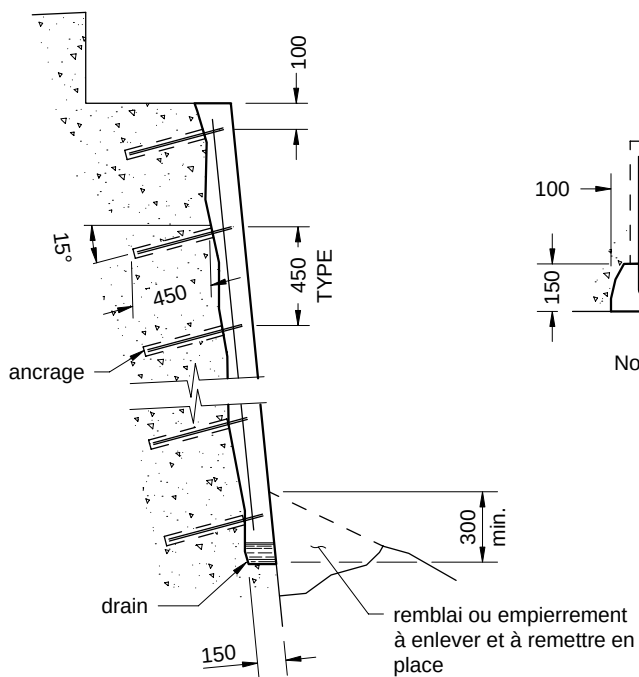
ACTIVITÉ
3115

DATE
2006-04-18

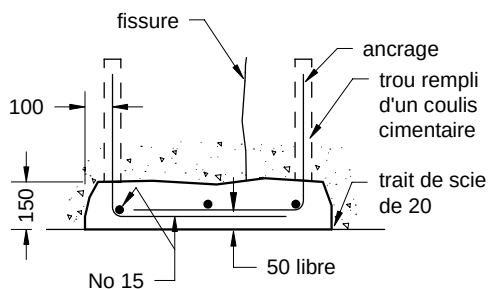
PAGE
2 de 2



ÉLEVATION



COUPE A-A



COUPE B-B

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 8

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation d'une poutre ou d'un diaphragme en béton armé avec du béton projeté ou avec du béton autoplaçant, sans ou avec surépaisseur.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % de la surface ou de la longueur du milieu d'une poutre ou d'un diaphragme.

B) Réparation avec surépaisseur de béton

- . Défaut important sur plus de 15 % de la surface ou de la longueur du milieu d'une poutre ou diminuant de plus de 15 % sa section transversale : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton. Le milieu d'une poutre est égal à la longueur de la poutre moins les zones d'extrémité. La zone d'extrémité est égale à deux fois l'épaisseur du tablier.
- . Défaut sur moins de 30 % de la surface ou de la longueur d'un diaphragme ou diminuant de moins de 30 % sa section transversale.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Réparation sans surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 8

Notes

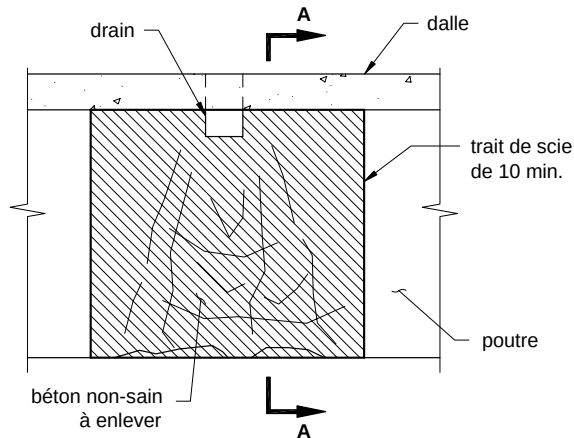
- . Lorsque le mauvais état du béton d'une poutre laisse entrevoir que la démolition requise pour la réparation peut entraîner le dégagement d'une grande quantité d'armatures, et ce, surtout dans des zones à forte incidence structurale, il est recommandé de réaliser la démolition du béton et les travaux de réparation par phases.
- . Un treillis métallique fixé aux surfaces à réparer à l'aide d'attaches galvanisées doit être intégré à la réparation effectuée avec du béton projeté.
 - Les attaches doivent être disposées à 300 mm c/c dans les deux directions. Les attaches et le treillis métallique doivent répondre aux exigences de l'activité 3103 – Réparation avec béton projeté.
- . Dans le cas d'une réparation sans surépaisseur avec du béton autoplaçant, il peut être nécessaire, pour faciliter la mise en place du béton et obtenir un recouvrement des armatures d'au moins 30 mm, de décaler les coffrages par rapport à la surface verticale de la poutre. Dans le cas d'une poutre apparente, le décalage doit, si possible, se faire graduellement à partir des limites de la réparation pour ne pas nuire à l'apparence de l'élément. Dans le cas d'une réparation avec béton projeté, l'augmentation de l'épaisseur nécessaire à l'obtention d'un recouvrement d'au moins 30 mm doit aussi se faire graduellement à partir des limites de la réparation.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

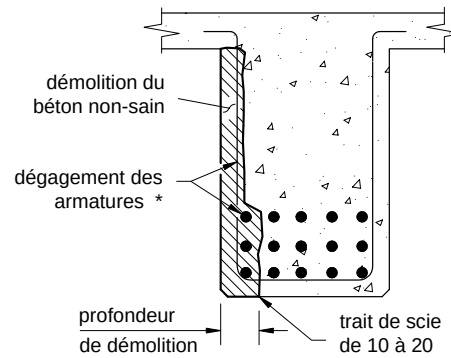
ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 8

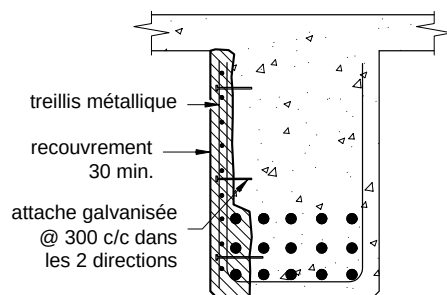


ÉLEVATION EXISTANTE

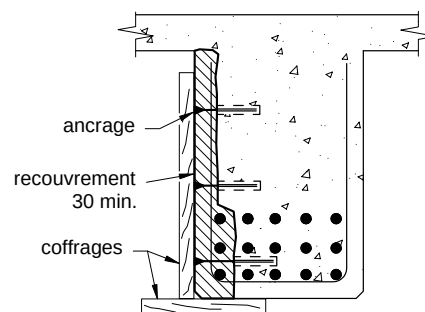


COUPE A-A - DÉMOLITION

* Pour une poutre, démolition par phases au besoin, selon l'ampleur et la localisation des zones d'intervention.



COUPE - RÉPARATION AVEC BÉTON
PROJETÉ



COUPE - RÉPARATION AVEC BÉTON
AUTOPLAÇANT

Note : Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

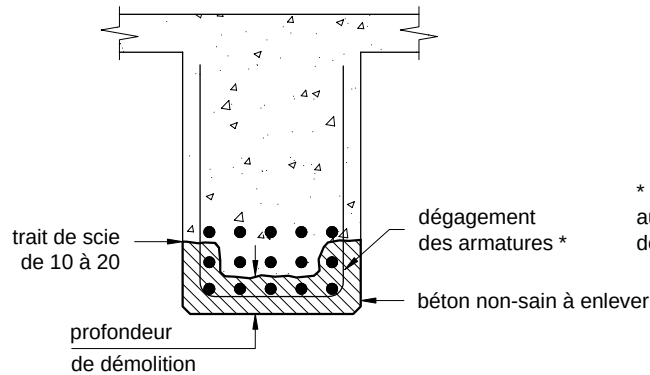
RÉPARATION DE SURFACE VERTICALE SANS SURÉPAISSEUR

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3121

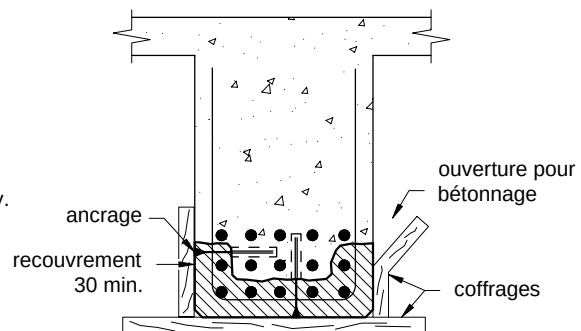
DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 8

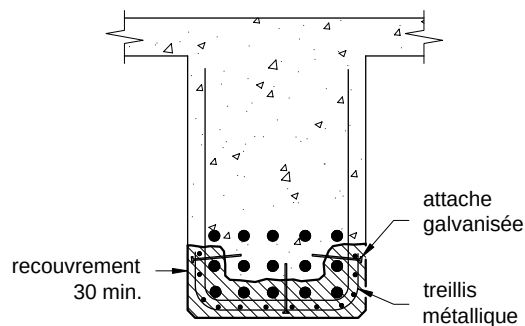


COUPE - DÉMOLITION TYPE

Note : Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.



**COUPE - RÉPARATION
AVEC BÉTON AUTOPLAÇANT**



**COUPE - RÉPARATION
AVEC BÉTON PROJETÉ**

RÉPARATION DU DESSOUS SANS SURÉPAISSEUR

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 8

B) Réparation avec surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

Notes

- . Pour ne pas nuire à l'apparence de la structure, la surépaisseur de béton doit être exécutée sur toute la longueur de la poutre. Son épaisseur doit être d'au moins 100 mm et le recouvrement des armatures de 50 mm.
- . Pour s'assurer de ne pas provoquer de dommages en utilisant des marteaux à percussion, on peut effectuer la démolition du béton de bonne qualité sur une profondeur de 10 mm en utilisant une boucharde ou un équipement rotatif équivalent.

Note concernant la réparation de diaphragme

- . En raison de l'accès limité aux zones d'intervention, il est généralement plus approprié de réparer les diaphragmes en utilisant du béton autoplaçant.

Notes concernant la réparation de poutre

- . La décision de réparer une poutre en béton armé doit être basée sur une expertise de la dalle (chapitre 4, article 4.2.1.2) et sur une étude d'opportunité (chapitre 5).
- . L'expertise permet de déterminer la qualité de la dalle (présence et ampleur des dommages) et les besoins de réparation qui doivent être associés à la réparation des poutres.
- . L'étude d'opportunité a pour but d'analyser toutes les solutions possibles (réparation ou remplacement des poutres, réfection du tablier) et de déterminer la plus avantageuse, tant du point de vue technique que financier.
- . Les travaux de réparation des poutres affectées par des fissures de cisaillement ou de flexion doivent être déterminés par un ingénieur spécialiste en structure.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 8

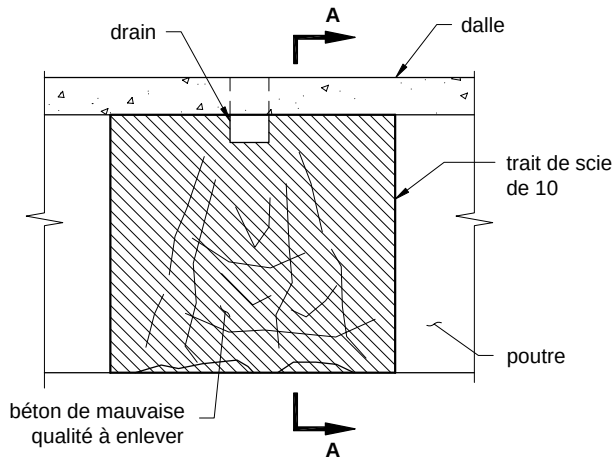
- . Le dégagement des barres d'armatures principales sur une longueur importante (> 450 mm) entraîne une diminution de capacité permanente de la poutre. Les travaux de réparation doivent donc être effectués sans dégager l'extrémité de ces barres.
- . Pour déterminer le type de réparation à effectuer, principalement sur les surfaces verticales, il est donc nécessaire de situer les dommages par rapport aux extrémités des armatures principales en consultant le plan des poutres.
- . Lorsque les dommages se situent près de l'extrémité des armatures, la réparation avec coffrages et surépaisseur devrait en principe être préconisée. En effet, ce type de réparation peut être exécuté sans démolir profondément le béton, donc sans dégager les armatures. Lorsque l'extrémité des armatures est déjà exposée, la méthode de réparation doit être déterminée par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Lorsque les travaux entraînent le dégagement des barres sur une grande longueur mais excluant leurs extrémités, la voie de circulation située au-dessus de la poutre à réparer doit être fermée pour réduire au minimum les charges que la poutre doit supporter.
- . Les travaux de réparation qui entraînent le dégagement des étriers à la fois sur la surface verticale et sur le dessous de la poutre doivent être exécutés par sections d'au plus 2 m de longueur. La voie de circulation située au-dessus de la poutre doit de plus être fermée.
- . La profondeur de démolition doit se limiter au dégagement de la première nappe d'armature rencontrée. Les armatures principales situées au-delà de cette première nappe de la partie inférieure de la poutre ne doivent pas être dégagées.
- . Dans le cas d'une réparation d'une partie d'une poutre de rive, la surface extérieure doit être imperméabilisée (activité 1061) afin de prévenir l'apparition d'autres défauts.
- . Les dommages observés sur la face extérieure des poutres de rive sont généralement causés par des drains trop courts. Pour éviter que ces dommages se reproduisent, les travaux de réparation doivent être associés à des travaux de modification des drains (activité 3062).
- . La réparation des surfaces verticales n'a pas pour but de redonner à la poutre toute son intégrité, mais bien de protéger les armatures et d'améliorer l'esthétique du pont. Il peut donc être préférable et tout aussi efficace de poser un enduit de surface (activité 1062) lorsque la profondeur des défauts est inférieure à 25 mm.

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

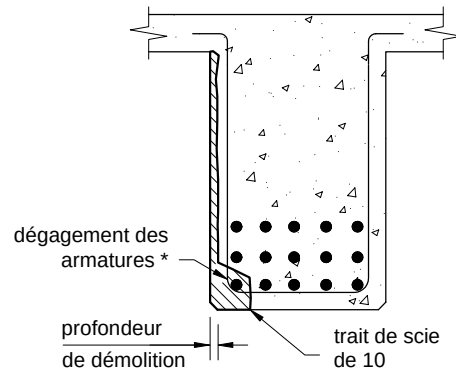
ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 8

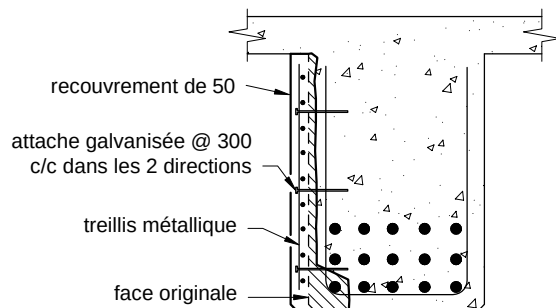


ÉLEVATION EXISTANTE

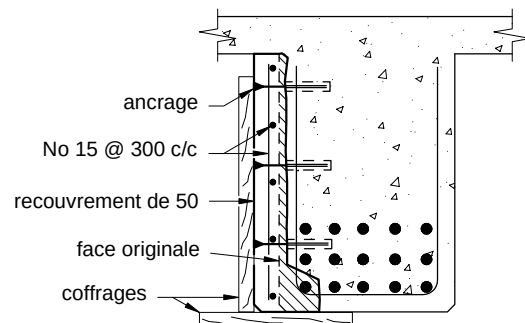


COUPE A-A - DÉMOLITION

* Pour une poutre, démolition par phases au besoin, selon l'ampleur et la localisation des zones d'intervention.



COUPE - RÉPARATION AVEC BÉTON
PROJETÉ



COUPE - RÉPARATION AVEC BÉTON
AUTOPLAÇANT

Note : Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

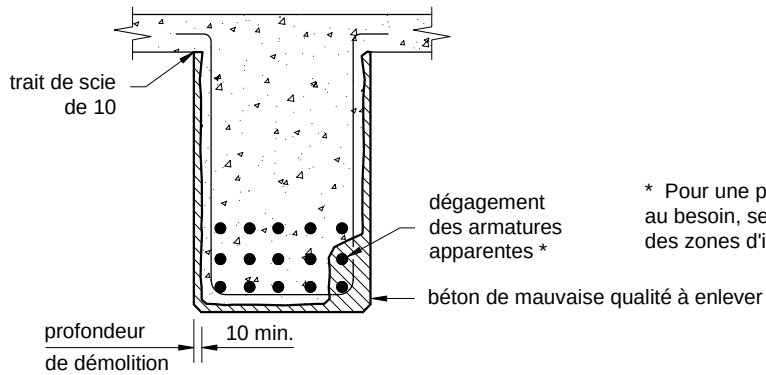
RÉPARATION DE SURFACE VERTICALE AVEC SURÉPAISSEUR

RÉPARATION DE POUTRE / DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3121

DATE
2004-06-15

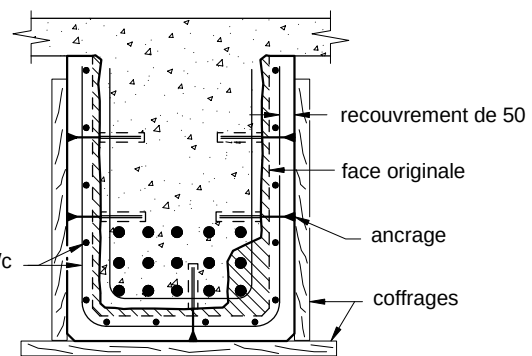
PAGE
8 de 8



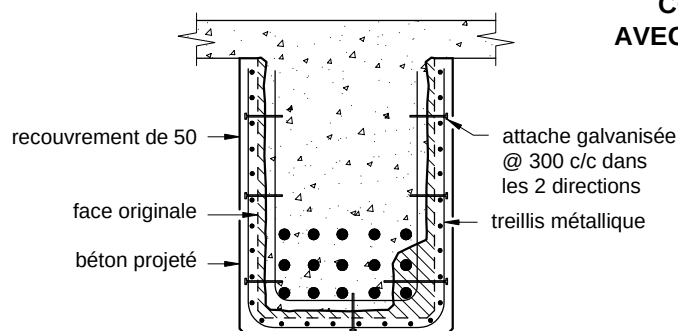
COUPE - DÉMOLITION TYPE

Note : Les ancrages peuvent être les tirants de coffrages ou bien des armatures en crochet ancrées avec du coulis cimentaire ou de l'époxy.

No 15 @ 300 c/c



**COUPE - RÉPARATION
AVEC BÉTON AUTOPLAÇANT**



COUPE - RÉPARATION AVEC BÉTON PROJETÉ

RÉPARATION DU POURTOUR AVEC SURÉPAISSEUR

RÉPARATION D'EXTRÉMITÉ DE POUTRE EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3122

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec surépaisseur de béton d'une extrémité de poutre en béton armé.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut important sur plus de 15 % de la surface ou diminuant de plus de 15 % la section transversale d'une extrémité de poutre : corrosion de l'armature, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton. La zone d'extrémité est égale à deux fois l'épaisseur du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir activité :

- . 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur.

Notes

- . Le dégagement de l'extrémité des barres d'armature principales sur une longueur importante (> 450 mm) entraîne une diminution de capacité permanente de la poutre. Les travaux de réparation doivent donc être effectués sans dégager l'extrémité des armatures principales qui, dans le cas de travées discontinues, se trouve généralement près de l'extrémité des poutres.
- . La réparation avec surépaisseur de béton est recommandée parce que, contrairement à la réparation sans surépaisseur, elle peut être exécutée sans démolir profondément le béton, donc sans dégager l'extrémité des armatures principales.
- . Pour s'assurer de ne pas provoquer d'autres dommages en utilisant des marteaux à percussion, on peut effectuer la démolition du béton de bonne qualité (profondeur de 10 mm) en utilisant une boucharde.
- . La réparation est généralement effectuée sur une longueur égale à 1,5 à 2 fois la hauteur de la poutre.

RÉPARATION D'EXTRÉMITÉ DE POUTRE EN BÉTON ARMÉ

**ACTIVITÉ
3122**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 3**

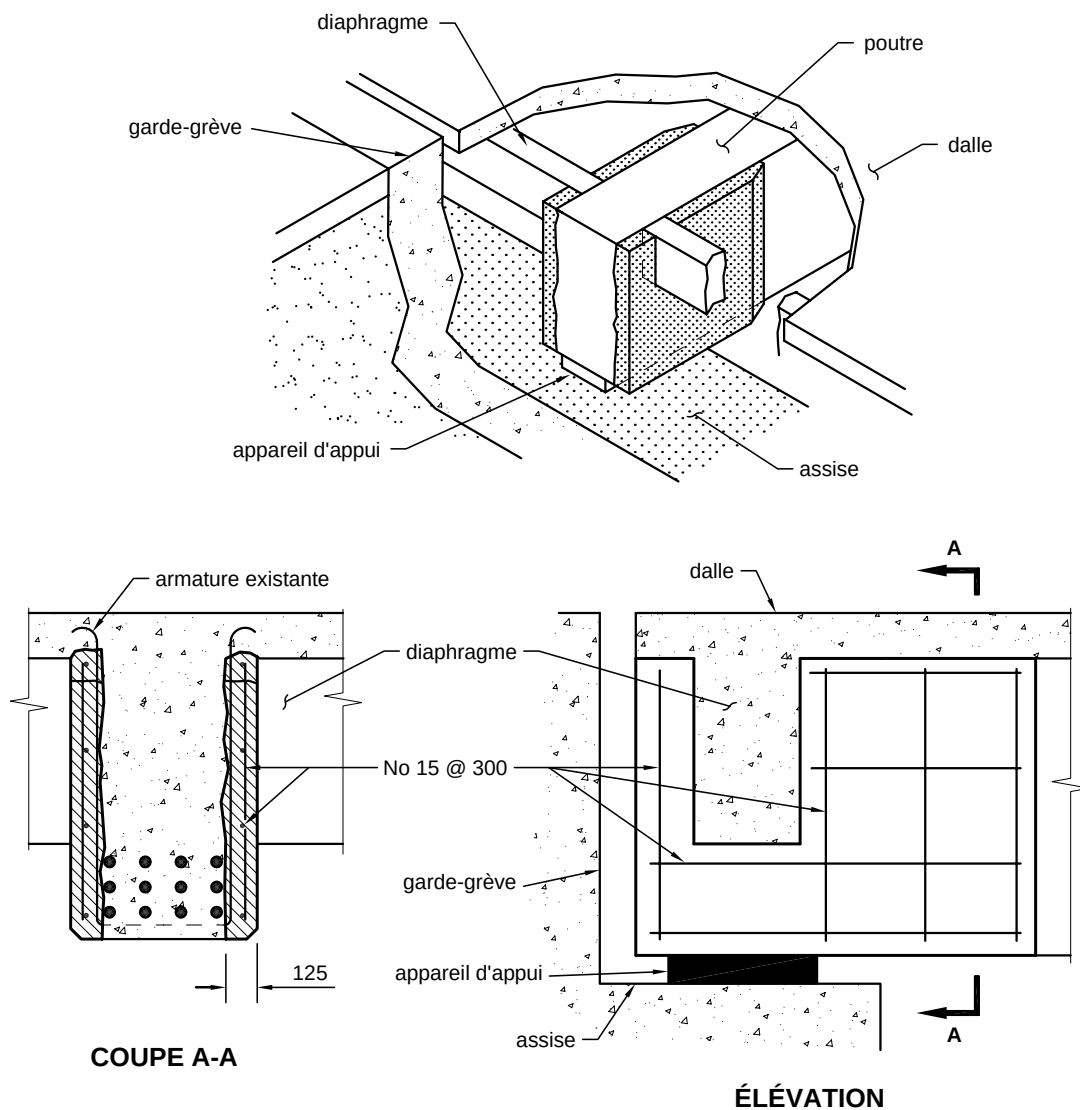
- . Les dommages à l'extrémité des poutres sont souvent provoqués par l'eau et les sels de déglacage qui s'écoulent par les défauts du joint de tablier. Les travaux de réparation doivent donc généralement être associés à des travaux de remplacement, de modification ou d'élimination d'un joint de tablier (activités 3051, 3052 et 3053) ce qui, en plus de faciliter l'exécution des travaux, empêche le développement d'autres défauts.
- . La capacité structurale d'une poutre dont l'extrémité est affectée par des fissures de cisaillement doit être évaluée par un ingénieur spécialiste en structure.

RÉPARATION D'EXTRÉMITÉ DE POUTRE EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3122

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



Note: Pour réparation avec béton projeté, treillis galvanisé fixé à des attaches galvanisées ou à l'armature existante.

RÉPARATION D'EXTRÉMITÉ DE POUTRE

OBTURATION DE FISSURES PAR INJECTION

ACTIVITÉ
3123

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Obturation, par injection sous pression constante, de fissures sur une dalle, une poutre ou un chevêtre en béton.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- Fissures de flexion ou de cisaillement, d'ouverture moyenne, se propageant sur environ les trois quarts de la profondeur de l'élément.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Placer des points d'injection et sceller ces points et les surfaces des fissures à injecter afin de prévenir la perte de résine. Dans le cas d'une dalle, la distance entre les points d'injection ne doit pas être supérieure à l'épaisseur de la dalle.
2. Lorsque le scellement a durci, procéder à l'injection d'époxy à partir des points d'injection.
3. La résine d'époxy, de type I ou de type IV, doit être conforme à la norme ASTM C-88 et doit convenir selon les fiches techniques à l'obturation des fissures.
4. Une fois que l'on commence l'injection, il faut continuer jusqu'à ce que le matériau d'injection commence à sortir par le point d'injection voisin. Obstruer ensuite le premier point d'injection avant de passer au point suivant.
5. Lorsque la résine d'époxy a durci, meuler le dessus des surfaces de béton à l'endroit du scellement afin d'éliminer de la surface le scellant et le surplus d'époxy. Partout ailleurs, les surfaces des fissures réparées doivent présenter une finition de qualité.

Notes

- Durant l'injection, si possible, fermer le pont à la circulation afin de réduire les vibrations; sinon, faire ralentir les véhicules.
- Dans le cas d'une dalle, l'obturation de fissures par injection doit se faire après l'enlèvement complet de l'enrobé existant.

OBTURATION DE FISSURES PAR INJECTION

ACTIVITÉ
3123

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

- . Il n'est pas permis d'utiliser des solvants pour diminuer la viscosité du matériau injecté.
- . L'obturation de fissures par injection peut avoir pour but :
 - d'empêcher l'eau de pénétrer dans le béton.
 - d'augmenter la résistance en cisaillement dans le cas des fissures de cisaillement.
 - de vérifier si les fissures sont actives.

Si aucun de ces objectifs n'est visé, l'opération d'injection n'est pas nécessaire.

- . L'injection n'est pas rentable pour des fissures de moins de 0,3 mm. Dans le cas de fissures d'ouverture de plus de 1 mm, il peut être plus économique d'utiliser un coulis de ciment au lieu de l'époxy.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

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

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Éclatement du béton exposant les armatures de précontrainte à la corrosion (poutre de type AASHTO plus spécialement).
- . Délaminage ou éclatement important sur plus de 15 % de la surface ou de la longueur d'une extrémité ou du milieu d'une poutre. La zone d'extrémité est égale à deux fois l'épaisseur du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir activités :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

Notes

- . La profondeur de démolition du béton doit être limitée à l'épaisseur de béton recouvrant les éléments de précontrainte. Les torons des poutres de type AASHTO 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 spécialiste en structures est recommandée.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

ACTIVITÉ
3124

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 4

- . Les torons ou les câbles, 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 spécialiste en structures.
- . 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.

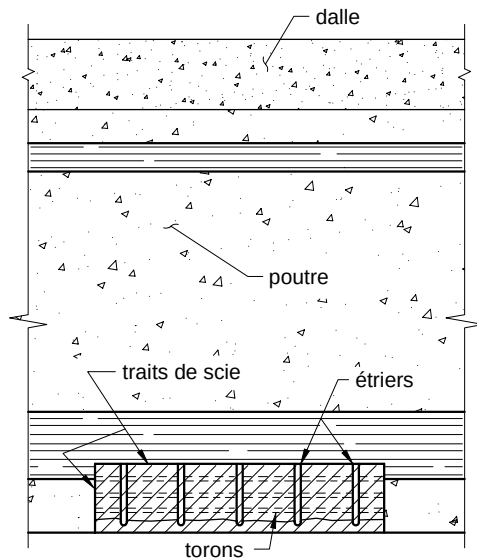
- . Dans le cas de la réparation d'une poutre de rive qui n'est pas suffisamment protégée par le tablier, les surfaces exposées à l'eau et aux sels de déglçage doivent être imperméabilisées (activité 1061) afin de prévenir la détérioration de la réparation et l'apparition d'autres défauts.
- . La méthode à utiliser pour réparer les poutres en béton précontraint doit être déterminée par un ingénieur spécialiste en structures lorsque l'importance des dommages correspond aux critères suivants :
 - Désagrégation importante affectant plus de 15 % de la surface ou de la longueur d'une extrémité ou du milieu d'une poutre.
 - Toron d'une poutre de type AASHTO sectionné;
 - Ancrage d'un câble de précontrainte dégagé;
 - Fissuration de la poutre.

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

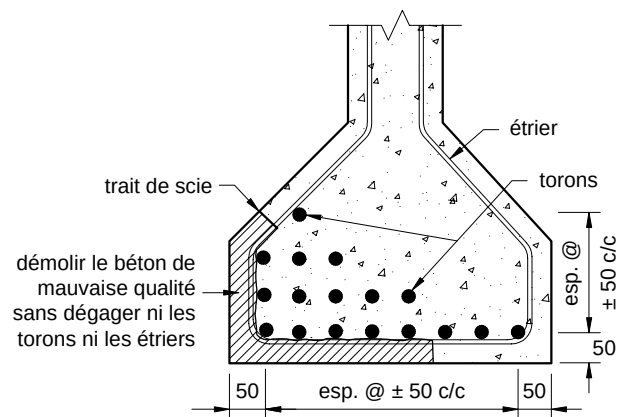
ACTIVITÉ
3124

DATE
2004-06-15

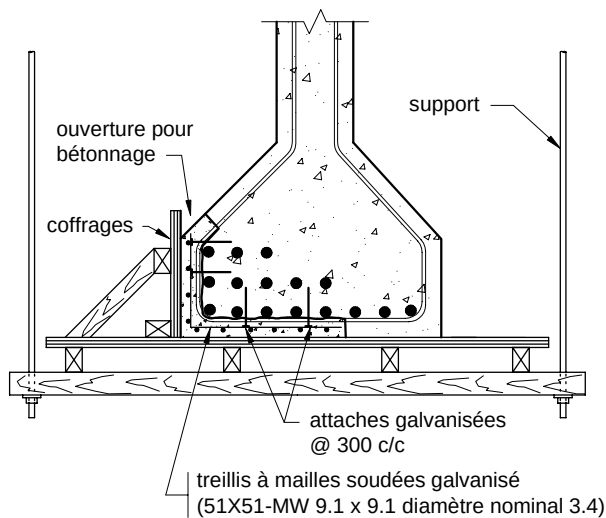
PAGE
3 de 4



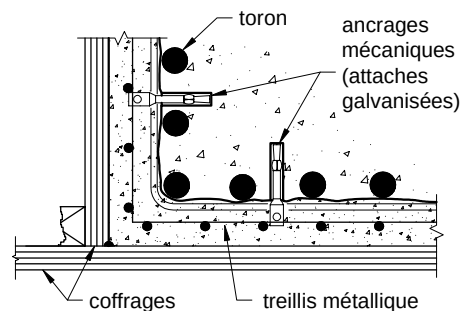
ÉLEVATION



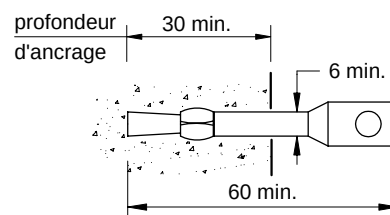
COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE DE LA RÉPARATION



DÉTAIL TYPE



ATTACHE GALVANISÉE

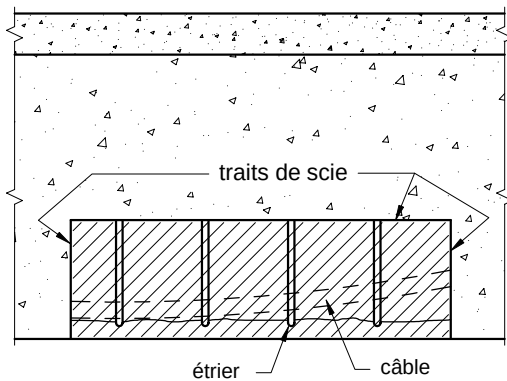
POUTRES DE TYPE AASHTO

RÉPARATION DE POUTRE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

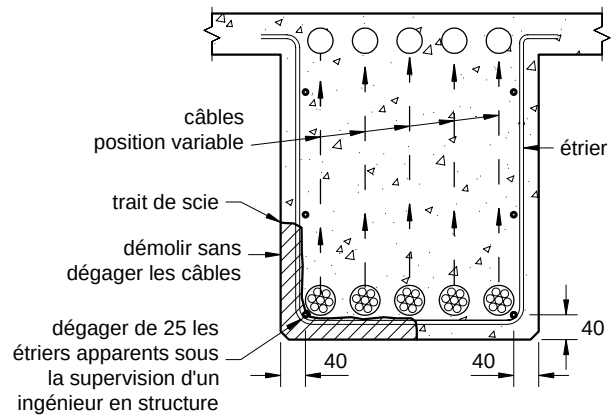
ACTIVITÉ
3124

DATE
2004-06-15

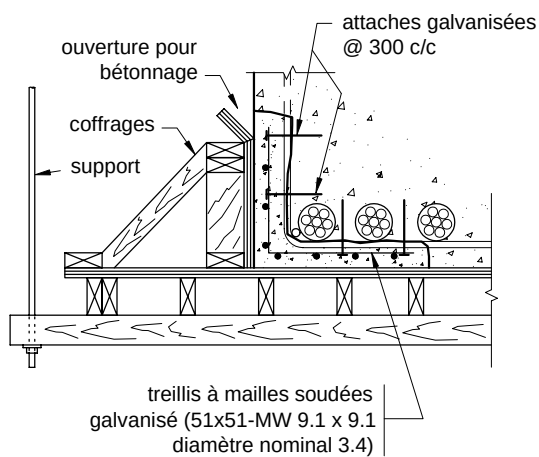
PAGE
4 de 4



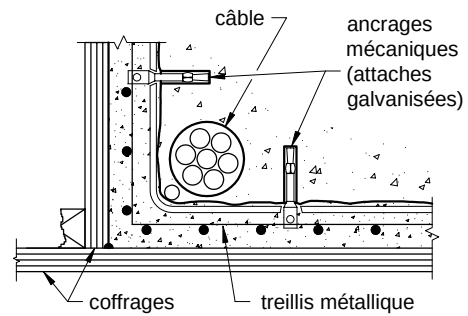
ÉLÉVATION



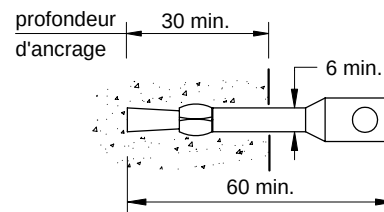
COUPE TYPE DÉMOLITION



COUPE TYPE DE LA RÉPARATION



DÉTAIL TYPE



ATTACHE GALVANISÉE

POUTRES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

RÉPARATION DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3125

DATE
2004-06-15

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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut important sur plus de 15 % de la surface ou de la longueur d'une extrémité ou du milieu d'une poutre ou diminuant de plus de 15 % sa section transversale : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton. La zone d'extrémité est égale à 2 fois l'épaisseur du tablier.
- . Défaut important dégageant les ancrages des câbles ou exposant les câbles de précontrainte.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Face extérieure et face intérieure des âmes

Voir activités :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- . 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

B) Hourdis inférieur

Voir activité :

- . 3131 – Réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse.

RÉPARATION DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3125

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

Note

- . 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 spécialiste 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.

RÉFECTION DE DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3126

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Reconstruction de diaphragme en béton armé.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut important sur plus de 30 % de la surface ou de la longueur du diaphragme ou diminuant de plus de 30 % sa section transversale : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Exécuter un trait de scie de 20 mm de profondeur sur les côtés des poutres en béton armé, en épousant le contour du diaphragme.
 - . Le trait de scie a pour but de prévenir l'éclatement du béton des surfaces verticales des poutres lors des travaux de démolition du diaphragme.
 - . 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 type AASHTO.
 - . 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.
2. Démolir le diaphragme.
 - . Les barres d'armature horizontales du diaphragme ancrées dans les poutres principales doivent être conservées intactes sur une longueur minimale de 600 mm.
 - . La démolition du diaphragme doit être effectuée à l'aide de marteaux pneumatiques manuels de 30 et 15 kg, ou avec d'autres équipements considérés comme équivalents.

RÉFECTION DE DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3126

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 3

3. Installer les coffrages du nouveau diaphragme.
 - . Le nouveau diaphragme peut être similaire à l'existant ou être dimensionné selon les exigences de la section 8.2 du Manuel de conception des structures, Volume 1.
 - . Lorsque les poutres sont en béton armé, le diaphragme doit épouser le contour délimité par un trait de scie sur les poutres principales.
 - . Un diaphragme de dimensions différentes peut nécessiter l'ajout d'ancrages dans les poutres principales; les caractéristiques des ancrages doivent être déterminées par un ingénieur.
4. Poser les nouvelles armatures.
5. Nettoyer le fond du coffrage à l'aide d'un jet d'air, d'un jet d'eau ou d'un aspirateur.
6. Faire la mise en place du béton et prévoir son mûrissement.
7. Enlever les coffrages.
8. Remplir avec du mortier les trous laissés par les tirants des coffrages.

Notes

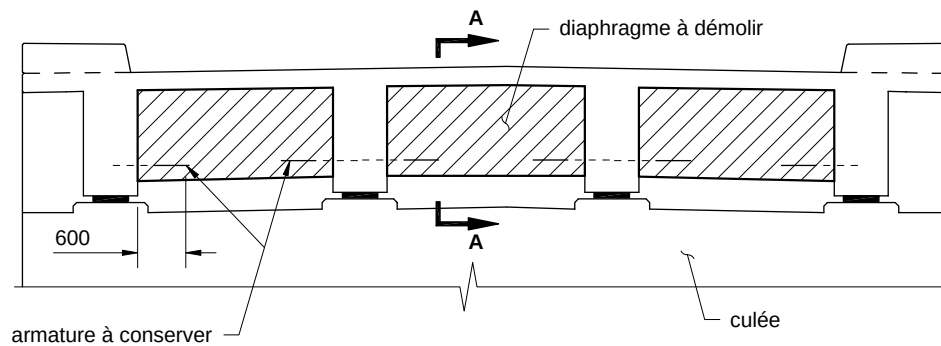
- . Puisque les diaphragmes endommagés se trouvent généralement sous un joint de tablier et qu'ils sont pratiquement impossibles à reconstruire sans enlever le joint et la partie de la dalle située au-dessus, la réfection de diaphragme est toujours associée à des travaux de remplacement, de modification ou d'élimination de joint de tablier (voir activités 3051, 3052 et 3053).
- . Lorsqu'il faut construire un diaphragme plus résistant pour permettre le soulèvement du tablier, il doit être dimensionné par un ingénieur spécialiste en structure.

RÉFECTION DE DIAPHRAGME EN BÉTON ARMÉ

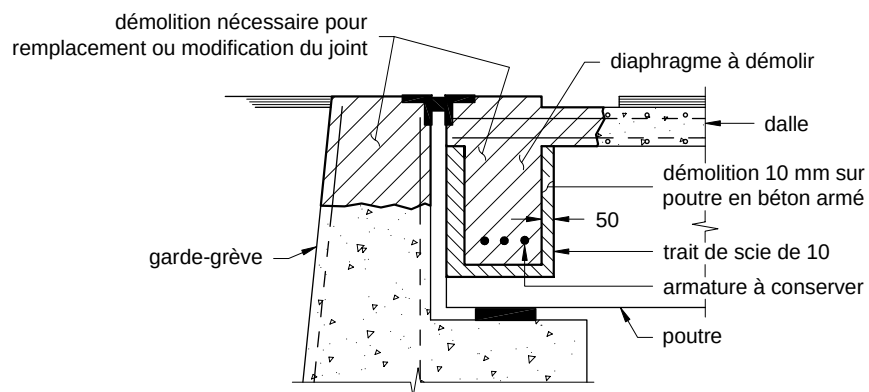
ACTIVITÉ
3126

DATE
2004-06-15

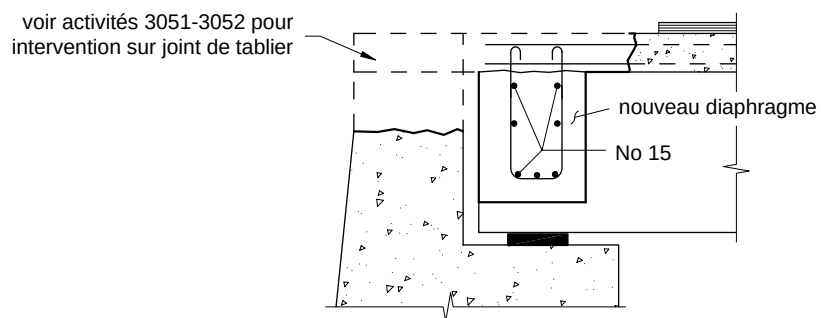
PAGE
3 de 3



ÉLÉVATION - DÉMOLITION



COUPE A-A - DÉMOLITION



RECONSTRUCTION DU DIAPHRAGME

RÉPARATION D'ÉLÉMENTS D'ARC EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3127

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec ou sans surépaisseur de béton, de la naissance, des reins, de la clé ou du tympan d'un arc en béton armé.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation sans surépaisseur de béton

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur moins de 10 % de la surface ou de la longueur de la naissance, des reins, de la clé ou du tympan d'un arc. Le recouvrement des armatures doit être supérieur à 30 mm et il ne doit pas y avoir d'autres défauts sur les surfaces environnantes.

B) Réparation avec surépaisseur de béton

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface ou de la longueur de la naissance, des reins, de la clé ou du tympan d'un arc : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation sans surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3101 – Réparation avec coffrages sans surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

RÉPARATION D'ÉLÉMENTS D'ARC EN BÉTON ARMÉ

ACTIVITÉ
3127

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

B) Réparation avec surépaisseur de béton

Voir activités :

- . 3102 – Réparation avec coffrages et surépaisseur;
- . 3103 – Réparation avec béton projeté.

Notes concernant A) et B)

- . La réparation du dessous d'un arc est généralement effectuée avec du béton projeté.
- . La réparation d'éléments d'arc doit être effectuée de façon à minimiser les effets sur l'esthétique. C'est pourquoi, même si les surfaces en cause sont plus grandes que le maximum de 10 % prévu pour la réparation sans surépaisseur, une réparation avec coffrages sans surépaisseur ou avec béton projeté peut être préférable à une réparation avec coffrages et surépaisseur.
- . L'arête entre le dessous et le côté de l'arc peut être réparée avec coffrages et surépaisseur. Pour ne pas affecter l'apparence de la structure, la réparation devrait cependant toucher toute la longueur de l'arête et être de largeur et de hauteur constantes.
- . Pour la réparation des poteaux et des voiles transversaux des ponts en arc à tablier supérieur (type 75), voir l'activité 3112 – Réparation de pile en béton.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 13

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 et d'une dalle épaisse.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

Dalle sur poutres

- . Défaut 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.

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;

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 13

- . 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 doivent d'abord être détectées en traînant une chaîne ou un assemblage de chaînes à la surface de la dalle. Le contour des surfaces détectées 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.

En profondeur

5. Pour une dalle sur poutres, lorsque la profondeur de démolition nécessaire pour atteindre le béton sain ou pour dégager les armatures dépasse 100 mm, démolir le béton sur la pleine épaisseur de la dalle.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 13

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 à 100 mm, 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.
- . L'épaisseur de béton conservé peut varier entre 65 et 100 mm; 65 mm étant le minimum acceptable et 100 mm l'épaisseur souhaitable.
- . Le fait de s'en tenir généralement à une profondeur de démolition de 100 mm permet de s'assurer de conserver le maximum d'épaisseur de béton. Cependant, il est possible d'augmenter la profondeur de démolition pourvu que l'épaisseur de béton conservé soit d'au moins 65 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
2004-06-15

PAGE
4 de 13

- . 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 inférieure à 60 J peut être utilisé comme équivalent;
 - 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;
 - pour une intervention sur un joint de tablier, le marteau pneumatique de 30 kg peut être utilisé sur la pleine profondeur de la dalle, sauf au-dessus des poutres et des diaphragmes où un marteau pneumatique de 7 kg est exigé vis-à-vis et sous la deuxième nappe d'armature.
- . 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.

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).

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 13

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.
 - . 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.
5. Faire la mise en place du béton.
 - . Le béton utilisé doit avoir des caractéristiques compatibles avec celles du béton de l'élément à réparer.
 - . Le béton recommandé est le béton de type IV conforme à la norme MTQ 3101 (35 MPa sans fumée de silice), fabriqué avec du ciment de type 10. 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.
 - . L'ajout d'un superplastifiant est recommandé pour la réparation d'une dalle.
 - . On exige généralement que la résistance du béton ait atteint 25 MPa avant de permettre la circulation sur les surfaces réparées.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
6 de 13

- . Dans le cas d'une remise en service rapide d'une route à fort débit de circulation lorsque la température extérieure est inférieure à 15 °C, un ciment de type 30 peut être utilisé pour obtenir une résistance initiale plus élevée; une attention toute spéciale doit cependant être apportée à la cure.
- . 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.
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).

Notes

Choix d'intervention sur la dalle

- . Les défauts de la dalle à considérer pour le choix d'une intervention sont des dommages réels du béton relevés sur le dessous de la dalle lors d'une inspection générale, ou bien sur le 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.
- . 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, article 4.2.1.2) 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.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
7 de 13

- . Le béton de la dalle doit être de bonne qualité (résistance en compression supérieure à 25 MPa, taux d'absorption inférieur à 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.

- . 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.
- . 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 analyse financière à long terme. La méthode de travail suggérée 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, complétée par une membrane d'étanchéité et 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.
 - 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.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
8 de 13

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.

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 spécialiste en structures.

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 spécialiste en structures pour s'assurer que les travaux ne risquent pas de compromettre l'intégrité de la structure.

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
9 de 13

Dalle précontrainte transversalement

- . Certains ponts ont une dalle précontrainte transversalement par des câbles espacés à environ 1200 mm et enfouis dans la dalle 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 évidée

- . Cette activité s'applique aussi aux dalles évidées en béton armé ou en béton précontraint (types 33 et 34).
- . Il est suggéré de profiter de la réparation 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.

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

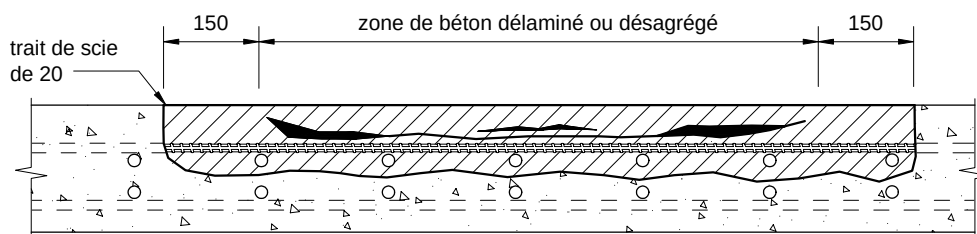
- . La réparation de la dalle fournit l'occasion d'améliorer le drainage du pont (voir l'activité 3062 – Modification de drains) et de remettre en cause la présence de certains joints de tablier (voir les activités 3051, 3052 et 3053 – Remplacement, Modification (Joint dalle sur culée) et Élimination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

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

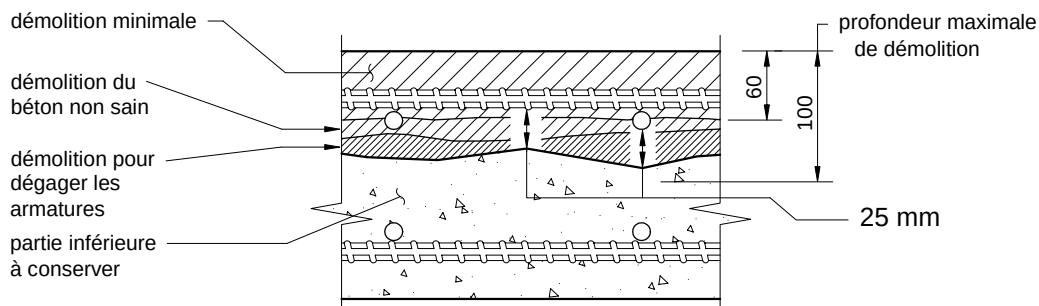
ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

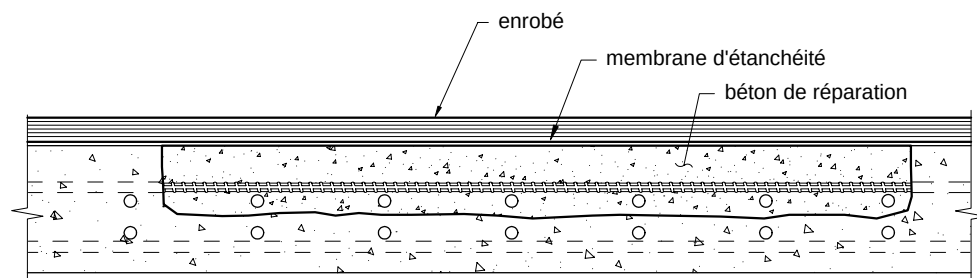
PAGE
10 de 13



DÉMOLITION



DÉTAIL TYPE DÉMOLITION



RECONSTRUCTION

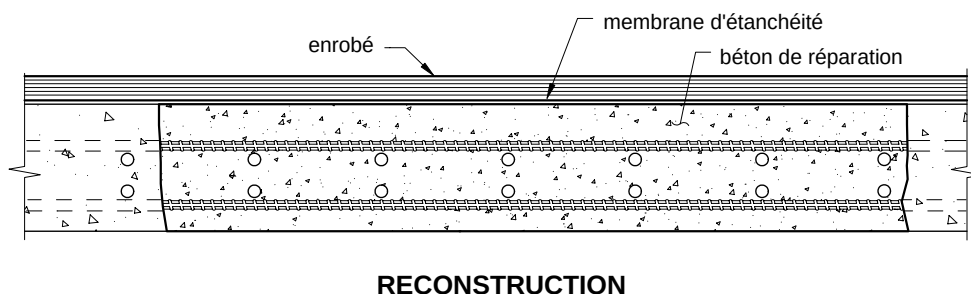
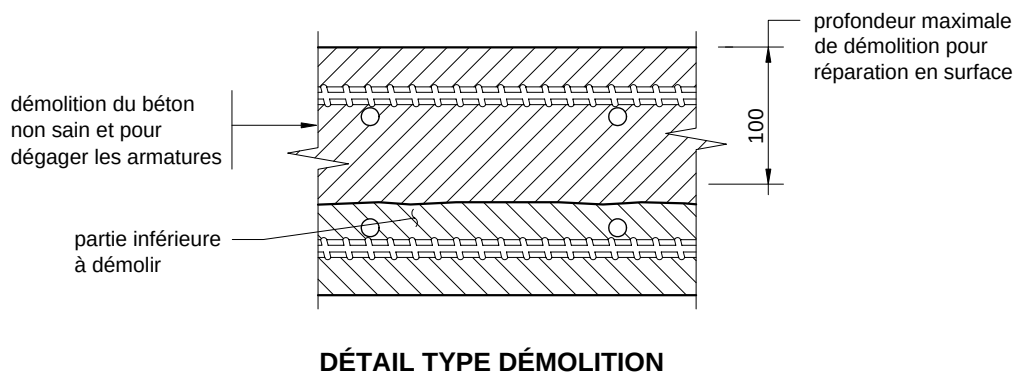
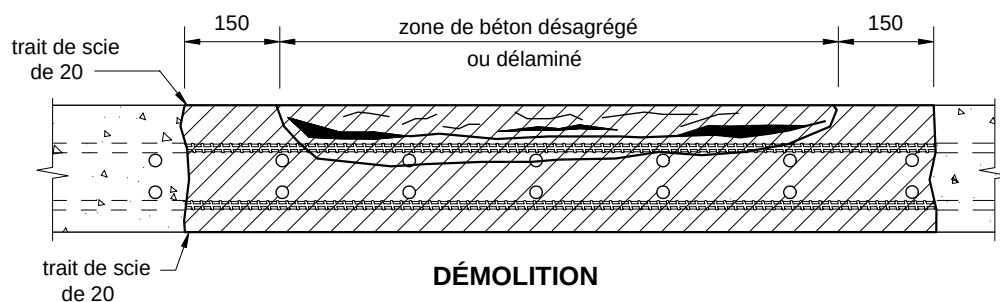
RÉPARATION EN SURFACE DE DALLE SUR POUTRES

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
11 de 13



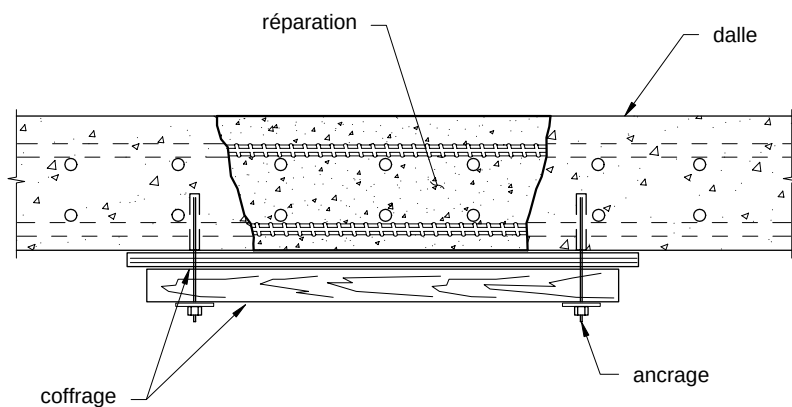
RÉPARATION EN PROFONDEUR DE DALLE SUR POUTRES

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

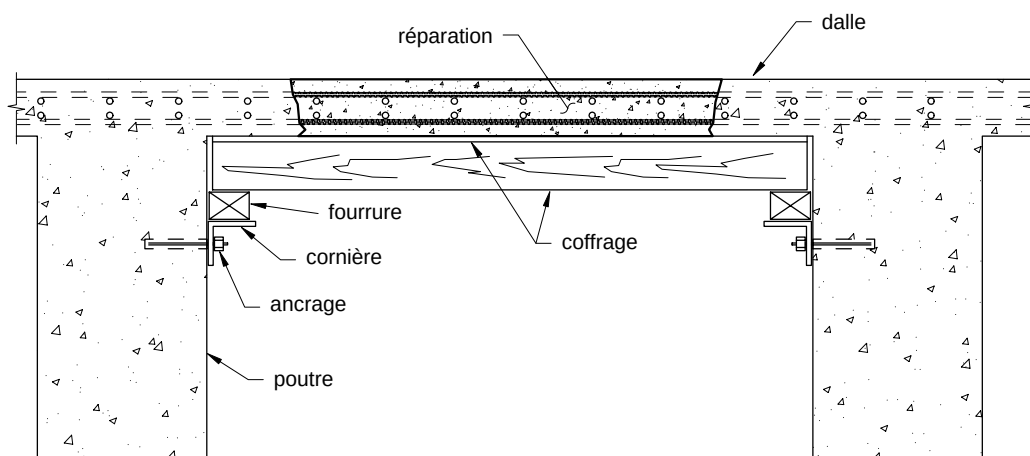
ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

PAGE
12 de 13



LARGEUR INFÉRIEURE À 450 mm



LARGEUR SUPÉRIEURE À 450 mm

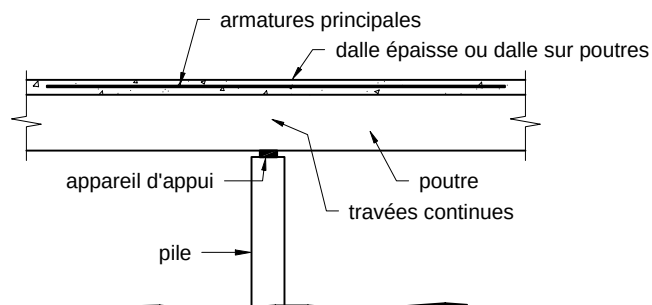
COFFRAGE POUR RÉPARATION EN PROFONDEUR

RÉPARATION DE DALLE SUR POUTRES ET DE DALLE ÉPAISSE

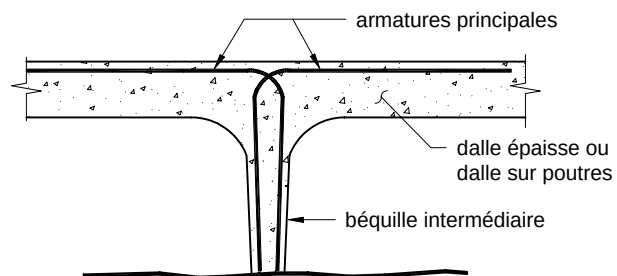
ACTIVITÉ
3131

DATE
2004-06-15

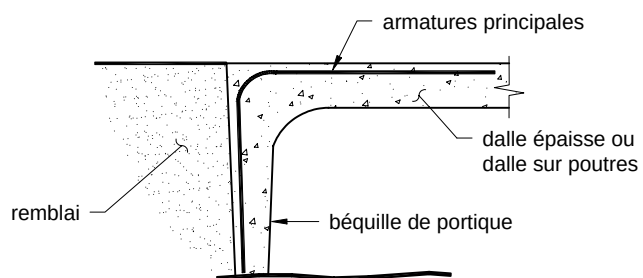
PAGE
13 de 13



TRAVÉES CONTINUES



PONT À BÉQUILLES



PORTIQUE

PONT AVEC ARMATURES PRINCIPALES DANS LA DALLE

RÉPARATION DE DESSOUS DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3132

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation avec béton projeté du dessous d'une dalle épaisse en béton armé ou en béton précontraint.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Délaminage ou éclatement important sous la dalle sur plus de 10 % de la surface d'une extrémité ou du milieu d'une travée. La zone d'extrémité est égale à deux fois l'épaisseur du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir activité 3103 – Réparation avec béton projeté.

Notes

- . 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 ne peut être réparé efficacement à l'aide de béton projeté.
- . La méthode de réparation doit aussi être déterminée par un ingénieur lorsque :
 - le défaut affecte 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;
 - 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.

RÉPARATION DE DESSOUS DE DALLE ÉPAISSE

ACTIVITÉ
3132

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

- 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).
- . 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.
- . 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 de la dalle sur poutres ne font l'objet d'une réparation que s'ils sont d'une ampleur telle que la dalle est susceptible de se défoncer sous la charge d'une roue de camion. La méthode de réparation à utiliser dans cette situation est la « réparation temporaire de dalle » (activité 2131) ou la « réparation de dalle sur poutres et de dalle épaisse » (activité 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.

RÉFECTION DES CÔTÉS EXTÉRIEURS DE DALLE SUR POUTRES

ACTIVITÉ
3134

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 6

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.

DESCRIPTION

Reconstruction de la partie de la dalle sur poutres située à l'extérieur de la poutre de rive, incluant les chasse-roues et les trottoirs. Ces travaux impliquent généralement la reconstruction de la partie supérieure des murs en retour des culées.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut important sur plus de 20 % de la surface ou de la longueur du dessous et du côté extérieur de la dalle : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Enlever l'enrobé et la membrane d'étanchéité à partir du chasse-roue ou du trottoir existant jusqu'à 150 mm au-delà de la limite de la zone de béton à démolir, et ce, sur toute la longueur de la dalle (activité 3067). Sur les approches, cette largeur doit être augmentée pour tenir compte de la pente d'excavation nécessaire à l'intervention.
 - . L'enlèvement de l'enrobé sur la dalle et sur les approches doit être délimité par des traits de scie de 20 mm et de 50 mm respectivement.
2. Prendre des dispositions pour empêcher la chute des débris de démolition sur la route ou dans le cours d'eau.

RÉFECTION DES CÔTÉS EXTÉRIEURS DE DALLE SUR POUTRES

ACTIVITÉ
3134

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 6

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 lorsqu'on reconstruit les côtés extérieurs.
4. Le cas échéant, 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 adjacent aux 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 type AASHTO.
 - . 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 le chasse-roue ou le trottoir ainsi que la partie de la dalle à reconstruire.
 - . Les armatures verticales des poutres ainsi que toutes les armatures transversales de la dalle ne doivent pas être endommagées par les travaux, car elles doivent être réutilisées.
 - . Les armatures longitudinales de la dalle sont considérées comme matériaux de rebut.
 - . Le trottoir, le chasse-roue et la dalle sur poutres constituant le côté extérieur peuvent être démolis avec un marteau hydraulique dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J. Cependant, pour la démolition de la dalle, cet équipement ne doit pas être utilisé à moins de 300 mm de la face des poutres en béton et à moins de 100 mm pour les poutres en acier.
 - . La démolition de la dalle à proximité et au-dessus des poutres doit être effectuée à l'aide d'un marteau pneumatique manuel de 30 kg jusqu'à la deuxième nappe d'armature, et d'un marteau de 7 kg vis-à-vis et en dessous de cette dernière. Un marteau hydraulique ayant une énergie de choc inférieure à 60 J peut être utilisé comme équivalent au marteau de 30 kg.
 - . Les éléments en acier des joints de tablier doivent s'il y a lieu être conservés.
6. Au besoin, procéder aux excavations à l'arrière des murs en retour et du garde-grève des culées.

RÉFECTION DES CÔTÉS EXTÉRIEURS DE DALLE SUR POUTRES

ACTIVITÉ
3134

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 6

7. Au besoin, enlever les joints de tablier et démolir le garde-grève pour pouvoir exécuter les travaux de réfection du garde-grève ou de remplacement ou de modification des joints de tablier. 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.
 - . Généralement, la démolition de la partie supérieure des murs sur une hauteur de 600 mm est 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, le remplacement de joint de tablier aux culées (activité 3051) ou la réalisation de joint dalle sur culée (activité 3052).
 - . Le remplacement ou l'élimination de joint de tablier aux piles (activités 3051 et 3053).
 - . La pose de nouveaux drains (activité 3062).
10. Installer les coffrages et les armatures, puis mettre en place le béton de la dalle en porte-à-faux, des murs en retour et des garde-grèves.
 - . 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.
11. Une doublure de coffrage devrait être utilisée à l'intérieur des coffrages d'une nouvelle glissière rigide en béton ainsi que pour un garde-grève situé sous un joint de tablier présentant un potentiel d'infiltration.
12. Effectuer le remplissage des zones excavées à l'arrière des murs en retour et du garde-grève des culées.
13. Poser les glissières récupérées ou de nouvelles glissières s'il y a lieu.
14. Dans le cas d'une dalle déjà recouverte d'une membrane d'étanchéité, effectuer la pose d'une membrane d'étanchéité de type 3 sur la partie reconstruite.

RÉFECTION DES CÔTÉS EXTÉRIEURS DE DALLE SUR POUTRES

ACTIVITÉ
3134

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 6

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

Notes

- . Ces travaux sont recommandés lorsque tout le reste de la dalle qui n'est pas touché par les travaux est en excellent état et ne nécessite pas de travaux de réparation ou de réfection à court ou à moyen terme. Les travaux de réfection des côtés extérieurs exigent donc une expertise de dalle (chapitre 4, article 4.2.1.2) et une étude d'opportunité (chapitre 5).
- . Il est plutôt rare de retrouver sur une même dalle des côtés extérieurs très détériorés et une partie centrale en excellent état. La réfection des côtés extérieurs est donc une activité qui ne devrait pas être privilégiée à moins d'avoir examiné tous les paramètres techniques et d'avoir fait une analyse financière à long terme.
- . La réfection des côtés extérieurs offre l'occasion d'étudier la possibilité de modifier le drainage du tablier et de modifier ou d'éliminer des joints de tablier.

Services publics

- . La réfection des côtés extérieurs 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 doit 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 leur maintien.

Murs en retour

- . Les travaux de réfection des côtés extérieurs doivent se prolonger sur les murs en retour des culées lorsque :
 - Des défauts importants tels la corrosion des armatures, la désagrégation, le délaminage ou l'éclatement du béton affectent plus de 20 % de la surface ou de la longueur de la partie supérieure du mur en retour, du trottoir ou du chasse-roue de la culée.
 - L'élargissement de la chaussée du pont implique une modification de la géométrie du trottoir ou du chasse-roue.

RÉFECTION DES CÔTÉS EXTÉRIEURS DE DALLE SUR POUTRES

ACTIVITÉ
3134

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 6

- La glissière doit être remplacée.

Élargissement de la voie carrossable

- . Le remplacement d'un trottoir par un chasse-roue dans le but d'élargir la voie carrossable peut nécessiter l'ajout d'armatures transversales au niveau de la nappe supérieure d'armatures de la dalle. Le besoin d'armatures supplémentaires doit être déterminé par un ingénieur spécialiste en structure.
- . L'ajout d'armatures transversales implique la démolition de la partie supérieure de la dalle et l'enlèvement de l'enrobé sur une largeur additionnelle d'au moins 600 mm.
- . La possibilité d'augmenter la largeur de la dalle en porte-à-faux dans le but d'élargir la voie carrossable doit être évaluée par un ingénieur spécialiste en structures.

Ponts à travées continues, ponts à béquilles et ponts en béton précontraint par post-tension

- . 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 démolir le côté extérieur peut entraîner un affaiblissement important de la structure.
- . La réfection du côté extérieur de ces types de ponts ainsi que des ponts en béton précontraint par post-tension doit faire l'objet d'une analyse par un ingénieur spécialiste en structures.

Dalles avec précontrainte transversale

- . Certaines dalles de ponts sont précontraintes transversalement. Il est donc très important de toujours consulter les plans de la structure pour déterminer si des éléments de précontrainte peuvent nuire aux travaux de réfection des côtés extérieurs.

Côtés extérieurs d'une dalle épaisse

- . Le côté extérieur d'une dalle épaisse doit être réparé plutôt que reconstruit et le type de réparation dépend du type et de l'ampleur des défauts :

RÉFECTION DES CÔTÉS EXTÉRIEURS DE DALLE SUR POUTRES

**ACTIVITÉ
3134**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
6 de 6**

- Lorsque des défauts, tels un délaminage ou un éclatement important, affectent moins de 10 % de la surface, la réparation avec coffrages sans surépaisseur (activité 3101) ou avec béton projeté (activité 3103) est recommandée.
- Lorsque des défauts importants, tels la corrosion des armatures, la désagrégation, le délaminage ou l'éclatement du béton, affectent plus de 20 % de la surface du côté extérieur, la réparation avec coffrages et surépaisseur (activité 3102) est recommandée.
- La réparation avec coffrages et surépaisseur doit généralement mettre en cause toute la surface du côté extérieur et même les murs en retour pour ne pas déparer la structure.

RÉPARATION DU HOURDIS SUPÉRIEUR DE POUTRE-CAISSON EN BÉTON

ACTIVITÉ
3135

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Manuel d'entretien des structures:

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

DESCRIPTION:

Réparation en surface ou en profondeur du hourdis supérieur d'une poutre-caisson en béton armé ou en béton précontraint.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Défaut du dessus ou du dessous du hourdis supérieur sur plus de 5 % de la surface d'une extrémité ou du milieu d'une travée : corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton ou dépôts. La zone d'extrémité est égale à 2 fois l'épaisseur du tablier.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

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

Notes

- . La décision de procéder à une réparation plutôt qu'à une réfection doit être basée sur une expertise de dalle (chapitre 4, article 4.2.1.2) 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
2001-10-15**

**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 déterminés par un ingénieur spécialiste en structure.
- . 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, en mettant fin à l'activité corrosive autour des armatures, permet d'éviter le développement d'autres défauts autour des surfaces réparées.
- . 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 est donc réservée aux structures de grande envergure où la circulation est importante et pour lesquelles la réfection de la dalle ou du hourdis supérieur serait une solution pratiquement impossible à réaliser.

REEMPLACEMENT DE PLAQUE D'ASSEMBLAGE EN ACIER

ACTIVITÉ
3201

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement d'une plaque d'assemblage corrodée ou fissurée.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Corrosion très importante ou fissuration d'une plaque d'assemblage.

MÉTHODE DE TRAVAIL

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.
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.
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

- . 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.

REEMPLACEMENT DE PLAQUE D'ASSEMBLAGE EN ACIER

**ACTIVITÉ
3201**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 2**

- . 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.

RÉPARATION DE BANC EN ACIER

ACTIVITÉ
3211

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation d'un banc consistant à renforcer les pieux ou les colonnes, remplacer une section de pieu ou de colonne ou stabiliser le banc.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Corrosion très importante ou fissuration d'un pieu ou d'une colonne.
- . Déformation permanente de plus de 50 mm d'un pieu ou d'une colonne.
- . Déplacement très important du banc.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

Notes

- . Le mode de réparation, le dimensionnement des pièces et la nécessité d'un soutènement temporaire doivent être établis par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Avant d'envisager la réparation d'un banc, il faut procéder à une expertise de l'ensemble des éléments du banc. Dans certains cas, il peut être plus rentable de remplacer le banc que de procéder à sa réparation.
- . Une analyse structurale peut parfois démontrer que la capacité de l'élément est suffisante et qu'aucune intervention n'est requise.
- . Dans certains cas, la réparation d'un banc peut être réalisée en maintenant la circulation sur le pont; s'il y a levage du tablier, des supports temporaires doivent être installés sous les poutres pour reprendre les charges du tablier (activité 3002).

RÉPARATION DE BÉQUILLE EN ACIER

ACTIVITÉ
3212

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation d'une béquille consistant à la renforcer ou à remplacer l'une de ses sections.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Corrosion importante.
- . Déformation permanente.
- . Fissuration.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

Notes

- . Le mode de réparation, le dimensionnement des pièces et la nécessité d'un soutènement temporaire doivent être établis par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Avant d'envisager la réparation d'une béquille, il faut procéder à une expertise de l'ensemble des éléments de la béquille. Dans certains cas, il peut être plus rentable de remplacer la béquille que de procéder à sa réparation.
- . Une analyse structurale peut parfois démontrer que la capacité de l'élément est suffisante et qu'aucune intervention n'est requise.
- . Dans certains cas, la réparation d'une béquille peut être réalisée en maintenant la circulation sur le pont; s'il y a levage du tablier, des supports temporaires doivent être installés sous les poutres pour reprendre les charges du tablier (activité 3002).

RÉPARATION DE CHEVÊTRE EN ACIER

ACTIVITÉ
3213

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation d'un chevêtre consistant à le renforcer ou à le remplacer en tout ou en partie.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Corrosion importante.
- . Déformation permanente.
- . Fissuration.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

Notes

- . Le mode de réparation, le dimensionnement des pièces et la nécessité d'un soutènement temporaire doivent être établis par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Avant d'envisager la réparation d'un chevêtre, il faut procéder à une expertise de l'ensemble de l'élément de fondation. Dans certains cas, il peut être plus rentable de remplacer l'élément de fondation que de procéder à sa réparation.
- . Une analyse structurale peut parfois démontrer que la capacité de l'élément est suffisante et qu'aucune intervention n'est requise.
- . Dans certains cas, la réparation d'un chevêtre peut être réalisée en maintenant la circulation sur le pont; s'il y a levage du tablier, des supports temporaires doivent être installés sous les poutres pour reprendre les charges du tablier (activité 3002).

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PROFILÉ EN ACIER

ACTIVITÉ
3221

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation ou remplacement d'un profilé en acier servant de poutre principale, d'entretoise, de longeron ou de diaphragme.

NIVEAU DE QUALITÉ:

Poutre principale

- . Corrosion importante ou fissuration d'une poutre.
- . Déformation permanente de plus de 50 mm d'une poutre dans une zone en traction.
- . Déformation permanente d'une poutre dans une zone en compression.

Entretoise, longeron et diaphragme

- . Corrosion très importante ou fissuration.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE PROFILÉ EN ACIER

ACTIVITÉ
3221

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

Notes

- . Le mode de réparation et le dimensionnement des pièces de renfort ou des profilés de remplacement doivent être établis par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Avant d'envisager des réparations importantes ou le remplacement de plusieurs profilés, il faut procéder à une expertise du système structural et des éléments de fondation ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.
- . Une analyse structurale peut parfois démontrer que la capacité de l'élément est suffisante et qu'aucune intervention n'est requise.
- . Le remplacement de profilés peut exiger la démolition du platelage.
- . 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.
- . Il peut être nécessaire de fermer le pont à la circulation pendant les travaux de remplacement de profilés.

REPLACEMENT DE MEMBRURE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3222

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement d'une membrure en acier d'un pont à poutres triangulées (membrure supérieure, membrure inférieure, montant ou diagonale) ou d'un pont en arc (membrure supérieure, tirant, suspente, montant ou diagonale).

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Corrosion importante ou fissuration d'une membrure.
- . Déformation permanente de plus de 50 mm d'une membrure en traction.
- . Déformation permanente d'une membrure en compression.

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
2004-06-15

PAGE
2 de 2

Notes

- . Le procédé de remplacement doit être déterminé par un ingénieur spécialiste en structure.
- . La nouvelle section requise est déterminée à partir d'une évaluation 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 éléments 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.

REHAUSSEMENT DE PORTIQUE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3223

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Rehaussement de la partie inférieure des portiques et, au besoin, des contreventements transversaux d'un pont à poutre triangulée lorsque le dégagement est insuffisant.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . 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 poutre triangulée, il faut procéder à une expertise du système structural ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.

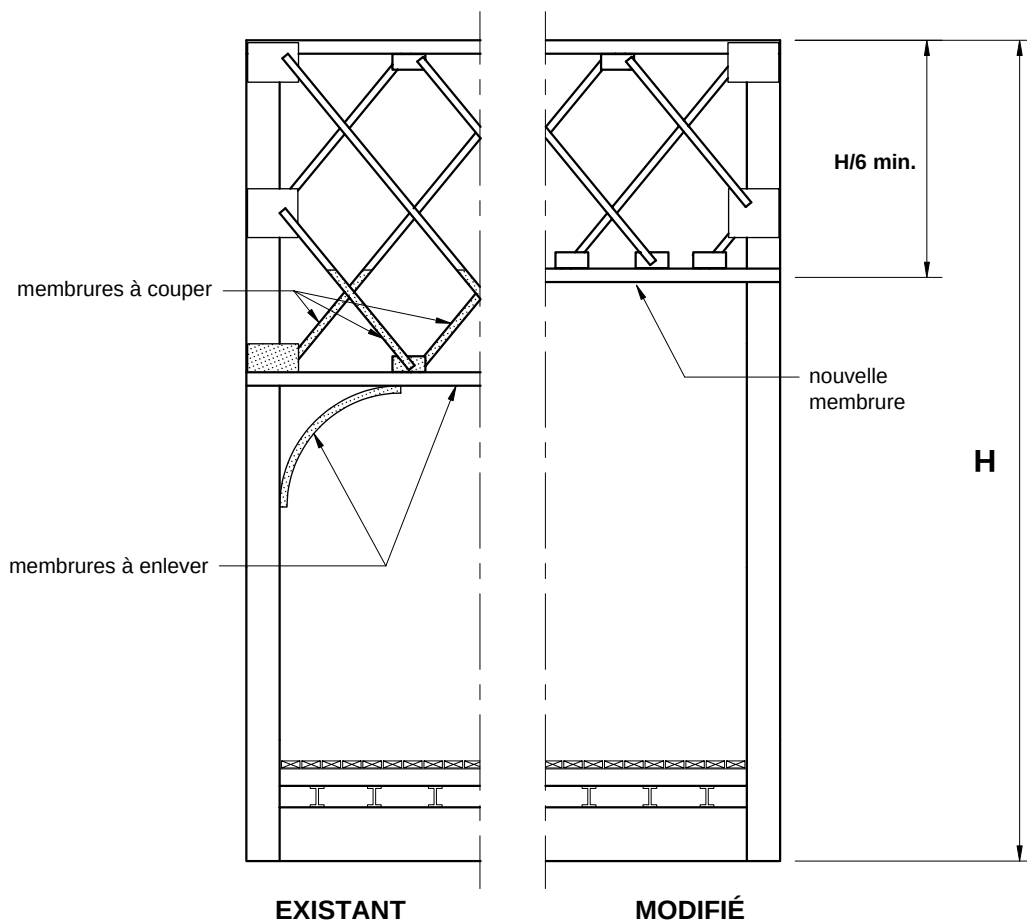
REHAUSSEMENT DE PORTIQUE DE POUTRE TRIANGULÉE EN ACIER

ACTIVITÉ
3223

DATE
2004-06-15

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.
- . 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.
- . Si on rehausse les portiques et les contreventements transversaux un à la fois, il n'est pas nécessaire de fermer le pont à la circulation. Cependant, il est probable que les travaux risquent de nuire grandement à la circulation.



ÉLÉVATION DU PORTIQUE

AJOUT DE DIAPHRAGME / CONTREVENTEMENT EN ACIER

**ACTIVITÉ
3224**

**DATE
2001-10-15**

**PAGE
1 de 2**

RÉFÉRENCES:

Manuel des ponts acier-bois:

- . Conception, chapitre 1, article 1.4.2.3.
- . Plans types et logiciel d'évaluation, chapitre 6.

DESCRIPTION:

Ajout de diaphragme ou de contreventement entre les poutres d'un pont acier-bois.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Capacité structurale du tablier plus faible que ne l'exigent les besoins.
- . 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. Installer les nouvelles pièces par boulonnage. Les diaphragmes ou les contreventements sont fixés aux cornières d'attache par soudage ou boulonnage.

AJOUT DE DIAPHRAGME / CONTREVENTEMENT EN ACIER

**ACTIVITÉ
3224**

**DATE
2001-10-15**

**PAGE
2 de 2**

- . 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 sont laissées au métal nu.
- . Nettoyer les parties des poutres existantes qui seront en contact avec les nouvelles pièces.
- . 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.

AJOUT DE TRAVERSES EN ACIER

ACTIVITÉ
3231

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Ajout de traverses en acier entre les traverses existantes endommagées, afin de supporter le caillebotis.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Corrosion très importante sur moins de 20 % des traverses situées sous un caillebotis.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Choisir un profilé de capacité structurale équivalente à celle des traverses existantes, mais dont la profondeur est moindre d'environ 15 mm.
2. Insérer une nouvelle traverse entre les traverses existantes le long de la traverse endommagée et l'appuyer sur au moins deux longerons.
3. Placer des cales en acier entre les nouvelles traverses et les longerons de façon à assurer un bon contact entre les traverses et le caillebotis.
4. Souder les cales aux longerons.
5. Souder les nouvelles traverses au caillebotis et aux cales.

Notes

- . Si plus de 20 % des traverses sont affectées de corrosion très importante, il faut envisager le remplacement complet du platelage (activité 3232).
- . Avant d'envisager l'ajout de plusieurs traverses pour consolider les traverses existantes, il faut procéder à une expertise de l'état du système structural et du tablier. 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 seulement remplacer des pièces d'un pont dont l'espérance de vie est limitée.

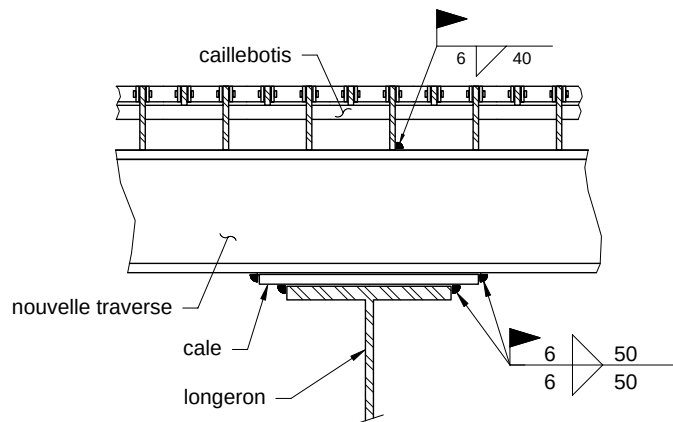
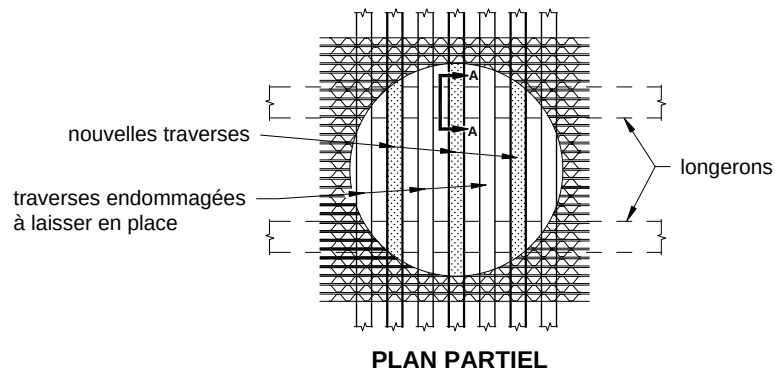
AJOUT DE TRAVERSES EN ACIER

ACTIVITÉ
3231

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

- 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.
- L'ajout de traverses est généralement réalisé sans enlever le caillebotis et sans interrompre la circulation.



SOUDEGE DE LA NOUVELLE TRAVERSE

REEMPLACEMENT DE CAILLEBOTIS

ACTIVITÉ
3232

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement complet du caillebotis par un nouveau platelage.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Fissures sur plus de 5 % de la surface du caillebotis.
- . Corrosion très importante sur plus de 20 % des traverses situées sous le caillebotis.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Au besoin, enlever les glissières, les chasse-roues, le caillebotis et les traverses 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.
2. Nettoyer par projection d'abrasif sec sans silice cristalline ou meulage mécanique le dessus de la semelle supérieure des poutres, longerons et entretoises en acier.
3. Peinturer le dessus de la semelle supérieure des poutres, longerons et entretoises.
4. Construire un nouveau platelage.

Notes

- . Choisir le type de platelage le plus approprié; si la capacité structurale des poutres et celle des fondations le permettent, le nouveau platelage devrait être une dalle en béton armé. Le dimensionnement du platelage doit être établi par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Avant d'envisager le remplacement du caillebotis d'un pont, il faut procéder à une expertise du système structural ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.

REPLACEMENT DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3311

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Manuel des ponts acier-bois.

DESCRIPTION:

Construction d'un nouveau caisson pour remplacer un caisson existant.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante ou altération physique sur plus de 20 % des pièces.
- . Bombement de la paroi avant de plus de 200 mm ou dislocation des pièces de plus de 100 mm.
- . Dénivellation de l'assise de plus de 75 mm dans l'axe de la route.
- . Dénivellation de l'assise de plus de 250 mm perpendiculairement à l'axe de la route.

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.

REEMPLACEMENT DE CAISSON EN BOIS

ACTIVITÉ
3311

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

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.
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), remplacement de pièces de l'assise d'un caisson en bois (activité 2313) ou nivellement de l'assise d'un caisson en bois (activité 2314).
- . 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, d'une épaisseur minimale de 300 mm, doit être mis en place lorsque le sol sous le caisson n'est pas du gravier ou du sable.
- . Une étude de sol peut être nécessaire avant la construction du nouveau caisson si on croit qu'il peut y avoir des problèmes de fondation.

REEMPLACEMENT DE BANC EN BOIS

ACTIVITÉ
3312

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES: Aucune

DESCRIPTION:

Remplacement d'un banc en bois dont les pieux ou les colonnes sont pourris.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante généralisée des pieux ou des colonnes.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

Notes

- . Le nouveau banc ne sera pas nécessairement en bois. L'ingénieur doit choisir le type d'élément de fondation le plus approprié.
- . Avant d'envisager le remplacement d'un banc, il faut procéder à une expertise du système structural et des autres éléments de fondation ainsi qu'à une étude économique des diverses solutions possibles. Il peut s'avérer plus rentable à moyen ou à long terme de remplacer le pont au complet plutôt qu'un élément d'un pont dont l'espérance de vie est limitée.

REPLACEMENT D'ENTRETOISES / LONGERONS EN BOIS

ACTIVITÉ
3321

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Remplacement des longerons en bois d'un pont à poutres triangulées en acier par des longerons en acier et reconstruction d'un nouveau platelage en bois.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Pourriture importante ou altération physique sur plus de 20 % des longerons.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Fermer le pont à toute circulation.
2. Enlever les glissières, les chasse-roues, les madriers de plancher, les traverses et les longerons.
3. Nettoyer et peindre si possible les surfaces corrodées des poutres et des entretoises en acier.
4. Installer des longerons en acier.
5. Construire un nouveau platelage, y compris les chasse-roues et les glissières.

Notes

- . Le dimensionnement des longerons doit être fait par un ingénieur spécialiste en structure.
- . Avant d'envisager le remplacement complet des longerons et du platelage, il faut procéder à une expertise du système structural et des éléments de fondation ainsi qu'à une étude économique comparant les diverses solutions possibles.
- . Il est possible de remplacer des entretoises et des longerons endommagés sous le tablier d'un pont couvert.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE POUTRE OU DIAPHRAGME EN BOIS LAMELLÉ

ACTIVITÉ
3322

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES:

Aucune.

DESCRIPTION:

Réparation ou remplacement d'une poutre ou d'un diaphragme en bois lamellé dont les lamelles horizontales sont décollées ou pourries.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Bris du lien entre les lamelles horizontales.
- . Pourriture importante.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

REEMPLACEMENT DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
3331

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES:

Manuel des ponts acier-bois.

DESCRIPTION:

Remplacement de tous les madriers du plancher.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante, altération physique ou usure importante par abrasion sur plus de 20 % de madriers, lorsqu'ils sont fixés aux traverses avec des tire-fond.

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.

Notes

- . Le remplacement du plancher est recommandé seulement lorsque les madriers existants sont attachés aux traverses avec des tire-fond et que les traverses sont en bon état.
- . Si les madriers sont cloués aux traverses, il faut procéder aussi au remplacement des traverses (activité 3332).

REEMPLACEMENT DE PLATELAGE EN BOIS

ACTIVITÉ
3332

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES:

Manuel des ponts acier-bois.

DESCRIPTION:

Remplacement du platelage.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Pourriture importante ou altération physique sur plus de 10 % des traverses.
- . Pourriture importante, altération physique ou usure importante par abrasion sur plus de 20 % de madriers, lorsque ces derniers 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. Nettoyer par sablage ou meulage mécanique le dessus de la semelle supérieure des poutres en acier.
4. Peinturer le dessus des poutres si possible.
5. Construire un nouveau platelage, y compris les chasse-roues et les glissières.

Notes

- . Si 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.

REEMPLACEMENT DE PLATELAGE EN LAMELLES DE BOIS

ACTIVITÉ
3333

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES:

Aucune.

DESCRIPTION:

Remplacement du platelage en lamelles de bois par un nouveau platelage.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Bris du lien entre les lamelles sur plus de 5 % de la surface du platelage.
- . Rupture de lamelles.
- . Pourriture importante ou altération physique du bois sur plus de 30 % de la surface du platelage.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

À déterminer par un ingénieur spécialiste en structure.

RÉPARATION D'UNE CORDE DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

ACTIVITÉ
3341

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation d'une corde inférieure ou supérieure sur une poutre triangulée d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Pourriture importante ou altération physique du bois diminuant de plus de 20 % la section transversale de la corde.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer un procédé pour changer les sections de corde de façon sécuritaire, généralement en remplaçant les éléments de corde un à la fois en commençant par les éléments les plus détériorés et en interdisant la circulation sur le pont.
2. Couper la section de corde fournie ou altérée physiquement selon l'angle des joints originaux.
3. Installer la nouvelle section de corde en la rattachant à la corde existante à conserver avec des boulons, des tirants, des clous et autre quincaillerie appropriée.
4. Prévoir un décalage minimal de 1200 mm entre les joints de la corde remplacée. Les joints doivent être réalisés en alternance sur les parties intérieure et extérieure de la corde.

Notes

- . Le procédé de réparation doit être déterminé par un ingénieur spécialiste en structures.
- . La nouvelle section requise doit être de mêmes dimensions que celle retirée.
- . Il est généralement nécessaire d'installer un banc temporaire pour supporter la poutre triangulée durant les travaux.

RÉPARATION D'UNE CORDE DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

**ACTIVITÉ
3341**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 4**

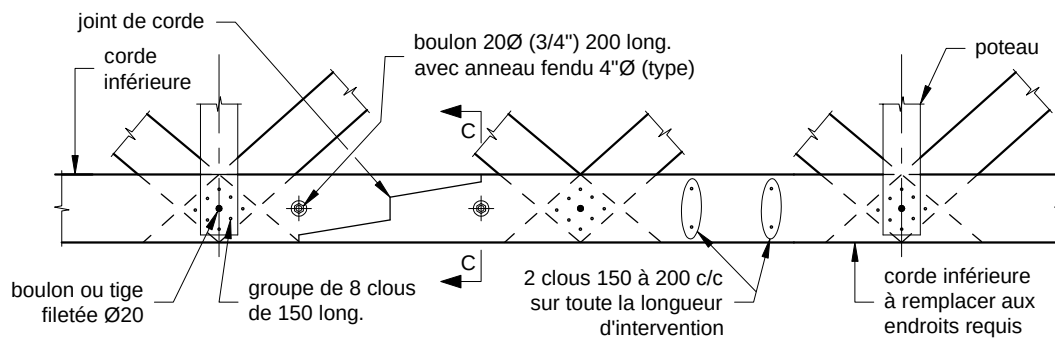
- . Pour réparer une corde extérieure, il est nécessaire d'enlever partiellement les planches constituant le lambris.
- . Pour réparer une corde intérieure, il est nécessaire d'enlever partiellement le plancher du pont.
- . Avant d'envisager la réparation d'une corde, il est recommandé de procéder à une expertise de la poutre triangulée à réparer. Il pourrait s'avérer plus rentable à long terme de remplacer la membrure au complet plutôt que de la réparer.
- . Dans le cas du remplacement complet d'une corde, il est recommandé de faire une analyse générale de la structure pour évaluer le comportement de la combinaison de deux bois qui sont d'âge différent.

RÉPARATION D'UNE CORDE DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

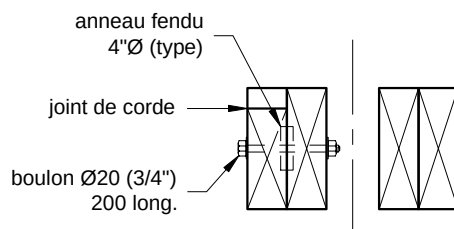
ACTIVITÉ
3341

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 4



ÉLEVATION



COUPE C-C

NOTE :

Les joints des parties intérieures et extérieures de la corde doivent être alternés et doivent être décalés de 1200 min. (voir emplacement des joints)

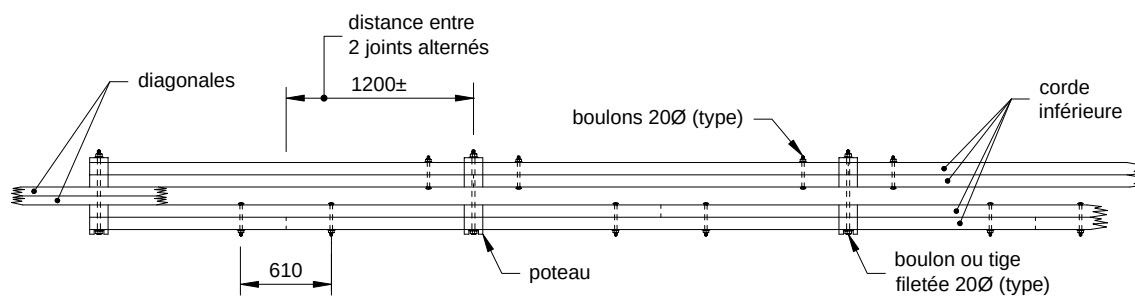
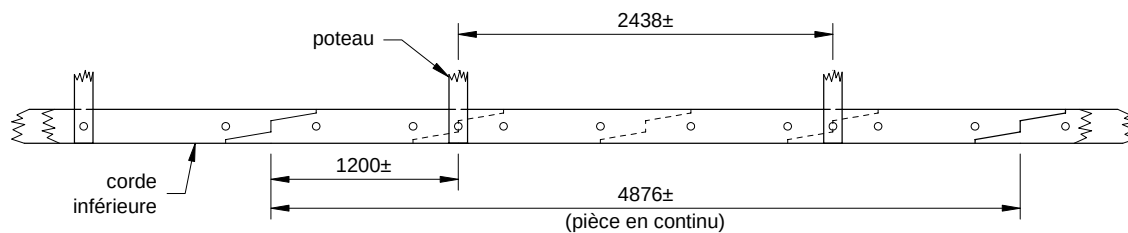
RÉPARATION D'UNE CORDE INFÉRIEURE EN TENSION

RÉPARATION D'UNE CORDE DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

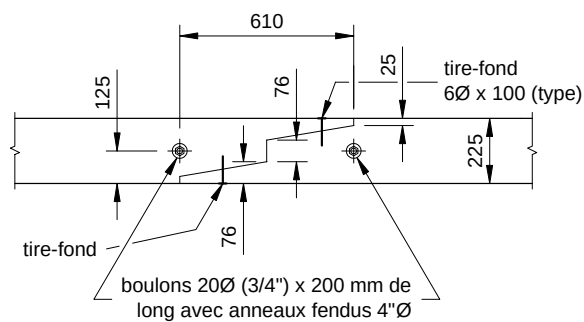
ACTIVITÉ
3341

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 4



EMPLACEMENT DES JOINTS



RÉPARATION D'UN POTEAU DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

ACTIVITÉ
3342

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation d'un poteau sur une poutre triangulée d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Pourriture importante ou altération physique du bois diminuant de plus de 20 % la section transversale du poteau.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer un procédé pour changer, en tout ou en partie, les poteaux de façon sécuritaire, généralement en intervenant sur un poteau à la fois en commençant par les poteaux les plus détériorés et en interdisant la circulation sur le pont.
2. Couper, dans un plan perpendiculaire à la pièce, la section de poteau pourrie ou altérée physiquement en prenant soin de ne pas endommager les membrures à conserver.
3. Installer la nouvelle section de poteau en la rattachant à la portion de poteau à conserver avec des boulons. Les assemblages avec les autres membrures doivent être refaits tel que l'existant.

Notes

- . Le procédé de réparation doit être déterminé par un ingénieur spécialiste en structures.
- . La nouvelle section requise doit être de mêmes dimensions que celle du poteau existant.
- . Avant d'envisager la réparation d'un poteau, il faut procéder à une expertise de l'élément à réparer. Il peut s'avérer plus rentable de remplacer un poteau au complet plutôt que de procéder à une réparation.
- . Dans certains cas, il peut être nécessaire d'installer un banc ou support temporaire pour supporter la poutre triangulée durant les travaux.

RÉPARATION D'UN POTEAU DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

**ACTIVITÉ
3342**

**DATE
2004-06-15**

**PAGE
2 de 3**

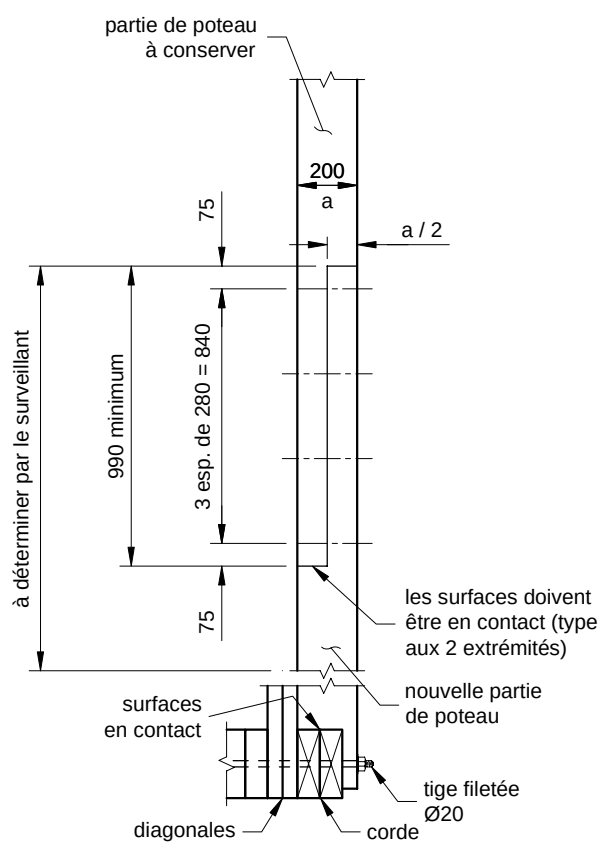
- . Pour réparer un poteau extérieur, il est nécessaire d'enlever partiellement les planches constituant le lambris.
- . Pour réparer un poteau intérieur, il est nécessaire d'enlever partiellement le plancher du pont.
- . Pour remplacer un poteau (intérieur), il faut prévoir l'enlèvement des jambes de force et des contreventements supérieurs horizontaux.

RÉPARATION D'UN POTEAU DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

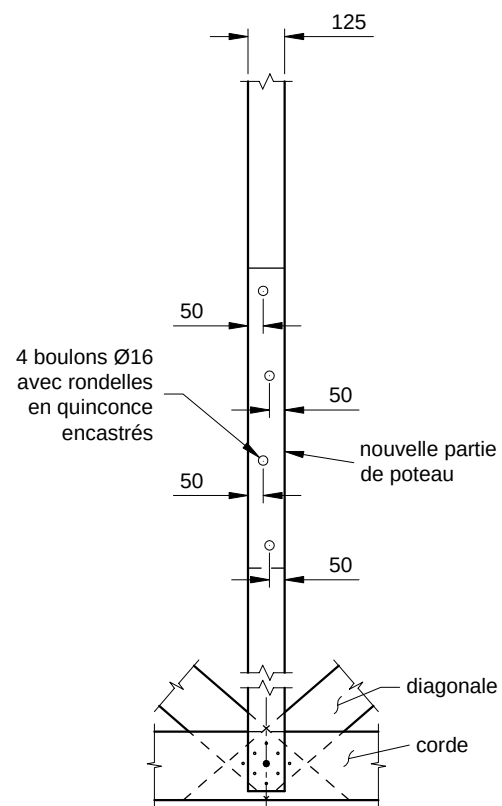
ACTIVITÉ
3342

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 3



PROFIL



ÉLEVATION

JOINT DANS UN POTEAU

RÉPARATION D'UNE DIAGONALE DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

ACTIVITÉ
3343

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation d'une diagonale sur une poutre triangulée d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Pourriture importante ou altération physique du bois diminuant de plus de 20 % la section transversale de la diagonale.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer un procédé pour changer les sections de diagonales de façon sécuritaire, généralement en intervenant sur une diagonale à la fois en commençant par les diagonales les plus détériorées et en interdisant la circulation sur le pont.
2. Couper perpendiculairement à la pièce, la section de diagonale pourrie ou altérée physiquement.
3. Installer la nouvelle section de diagonale en la rattachant à la diagonale à conserver avec une pièce de renfort et des boulons, en s'assurant d'un contact complet entre les surfaces assemblées.
4. Refaire les assemblages avec les autres membrures selon l'arrangement existant.

Notes

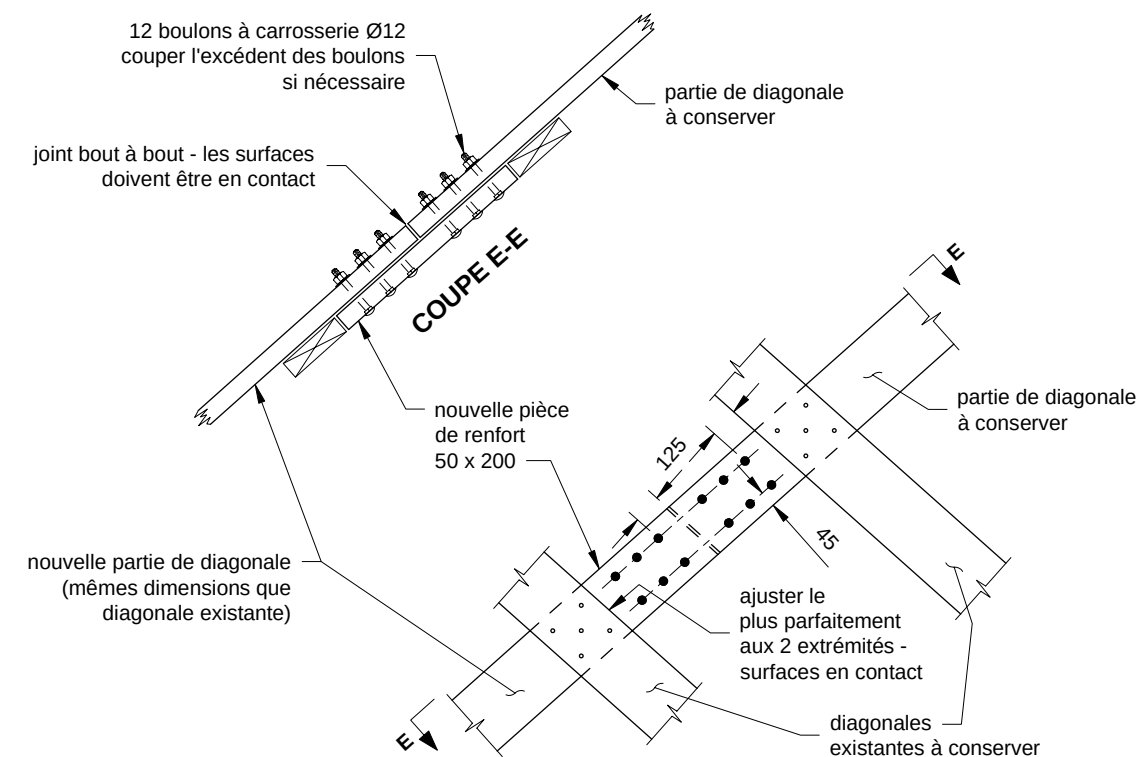
- . Le procédé de réparation doit être déterminé par un ingénieur spécialiste en structures.
- . La nouvelle section requise doit être de mêmes dimensions que celle de la diagonale existante.
- . Dans certains cas, il peut être nécessaire d'installer un banc ou support temporaire pour supporter la poutre triangulée durant les travaux.
- . Pour réparer la section inférieure d'une diagonale, il est nécessaire d'enlever partiellement le plancher à l'intérieur, et aussi certaines planches de lambris à l'extérieur.

RÉPARATION D'UNE DIAGONALE DE POUTRE TRIANGULÉE EN BOIS

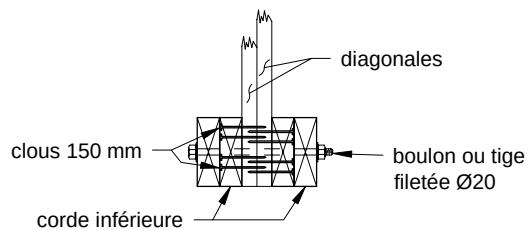
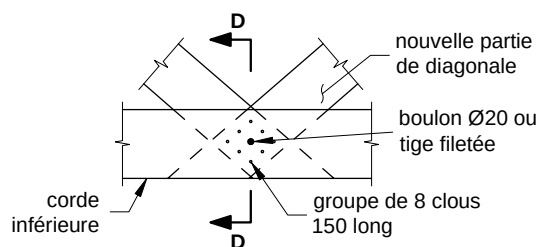
ACTIVITÉ
3343

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2



VUE EN ÉLÉVATION



COUPE D-D

RÉPARATION D'UNE DIAGONALE

AJUSTEMENT / REMPLACEMENT DE TIRANTS

ACTIVITÉ
3344

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Ajustement ou remplacement de tirants verticaux ou horizontaux en acier reliant différentes membrures d'un pont à poutres triangulées en bois.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Tirants lâches ou déformés affectant son rôle de soutien des entretoises ou des longerons.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Ajustement des tirants

1. Appliquer du liquide pénétrant sur les écrous et les extrémités des tirants rouillés pour pouvoir effectuer un serrage.
2. Ajuster les tirants à volonté en serrant les écrous.
3. Ajouter un contre-écrou si nécessaire et serrer à bloc.

Notes

- . Avant de procéder au serrage, vérifier si les plaques de suspente situées aux extrémités des tirants sont en bonne position. Pour éviter que la plaque de suspente (un fer en C) endommage la surface de contact des éléments assujettis, une fourrure en bois est ajoutée entre les éléments; de plus, cette fourrure additionnelle permet une meilleure répartition des efforts.

Remplacement des tirants

1. Déterminer un procédé pour remplacer les tirants de façon sécuritaire, généralement en intervenant sur un tirant à la fois et en interdisant la circulation sur le pont.

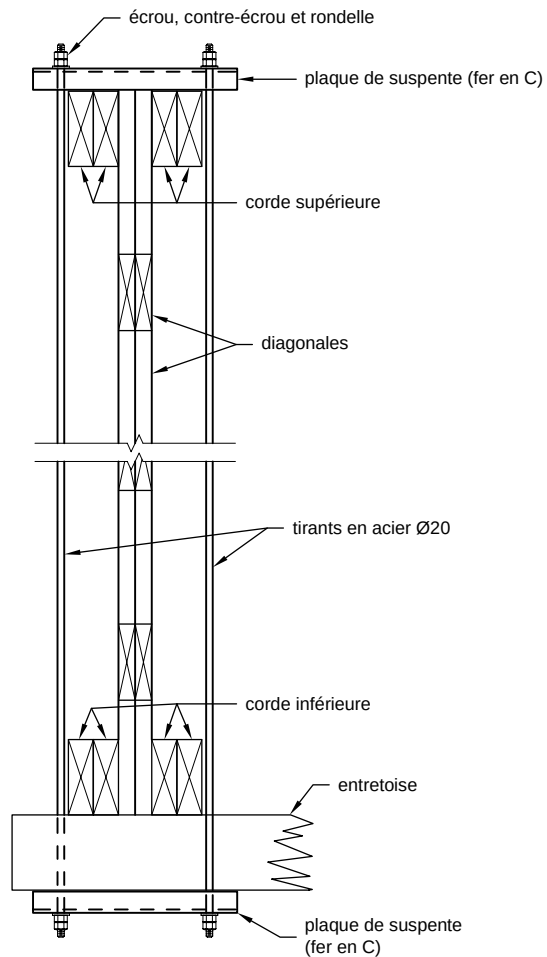
AJUSTEMENT / REMPLACEMENT DE TIRANTS

ACTIVITÉ
3344

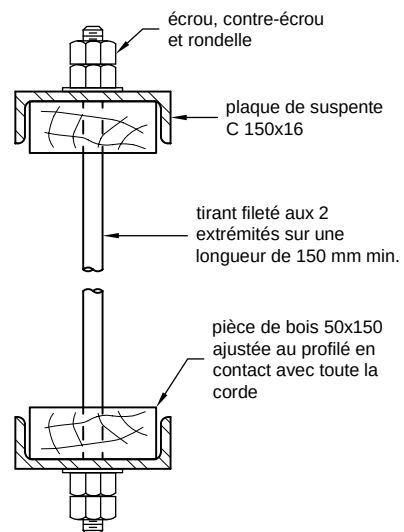
DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

2. Prévoir une méthode de support temporaire de l'entretoise ou des longerons avant de procéder au remplacement des tirants.
3. Placer les nouveaux tirants verticaux le plus près possible des poteaux, pourvu que ce positionnement soit compatible avec les entretoises et longerons en place.



VUE TRANSVERSALE



PLAQUE DE SUSPENTE ET TIRANTS

TIRANTS VERTICAUX

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE CONTREVENTEMENT EN BOIS

ACTIVITÉ
3345

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement d'un contreventement inférieur, transversal ou supérieur en bois sur un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Altération physique du bois diminuant de plus de 30 % la section transversale du contreventement.
- . Absence ou manque d'un contreventement affectant l'alignement vertical ou transversal du pont.

MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Déterminer un procédé pour remplacer, en tout ou en partie, le contreventement de façon sécuritaire.
2. Couper, dans un plan perpendiculaire à la pièce, la section de contreventement altérée physiquement en prenant soin de ne pas endommager les membrures à conserver.
3. Installer la nouvelle section de contreventement en la rattachant à la portion de contreventement à conserver avec des boulons. Les assemblages avec les autres membrures doivent être refaits tels que l'existant.

Notes

- . Le procédé de réparation doit être déterminé par un ingénieur spécialiste en structures.
- . La nouvelle section requise doit être de mêmes dimensions que celles du contreventement existant.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE LA TÔLE DE TOITURE

ACTIVITÉ
3346

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement du revêtement en tôle de la toiture d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation

- . Perforation localisée de certaines tôles de la toiture du pont.
- . Tôles mal assujetties aux planches de support de la toiture du pont.

B) Remplacement

- . Rouille importante de la tôle affectant plus de 40 % de la surface de la toiture.
- . Perforation de la tôle affectant plus de 10 % de la surface de la toiture.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation

- . Fixer les tôles mal assujetties à chaque planche de support de la toiture à l'aide de vis perceuses bois-métal.
- . Remplacer les tôles perforées ou détériorées par de nouvelles tôles identiques à celles existantes. Fixer ces tôles à l'aide de vis bois-métal.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DE LA TÔLE DE TOITURE

ACTIVITÉ
3346

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 2

B) Remplacement

- . Enlever la tôle existante sur la toiture du pont.
- . Remplacer les planches de support déficientes ou manquantes par des planches de mêmes dimensions que celles existantes.
- . Fixer les nouvelles tôles aux planches de support à l'aide de vis perceuses bois-métal. La tôle doit être vissée à toutes les planches de support.
- . Fixer au sommet de la toiture une faîtière adaptable ayant les mêmes caractéristiques que le reste du revêtement (nervures, couleur).
- . Fermer les nervures du profilé (au faîtage) avec des bandes de fermeture s'adaptant au profilé de façon à assurer l'étanchéité de la toiture.

Notes

- . Avant d'envisager la réparation localisée de la toiture, il faut procéder à une expertise de l'ensemble des tôles existantes. Il peut s'avérer plus rentable à long terme de remplacer la tôle au complet plutôt que de procéder à une réparation.
- . Avant de procéder au remplacement des tôles de la toiture, il faut s'assurer que les planches de support sont distancées à un maximum de 610 mm c/c de façon à convenir à la fixation des tôles. Les planches existantes répondant à ces exigences peuvent demeurer en place.

RÉPARATION / REMPLACEMENT DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3347

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Réparation ou remplacement du lambris d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Réparation

- . Pourriture ou altération physique du bois affectant moins de 20 % de la surface du lambris.

B) Remplacement

- . Pourriture ou altération physique du bois affectant plus de 20 % de la surface du lambris.

MÉTHODE DE TRAVAIL

A) Réparation

- . Enlever les planches pourries ou altérées physiquement.
- . Remplacer les colombages ou tout autre fourrure de fixation 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.
- . 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
2004-06-15

PAGE
2 de 2

B) Remplacement

- . Enlever complètement le lambris existant.
- . Remplacer tous les colombages ou formes de fixation qui sont endommagés.
- . Fixer, à l'aide de clous, les nouvelles planches du lambris aux colombages de fixation.
- . Remplacer les moulures de coin, de contour des portiques et des ouvertures par de nouvelles moulures ayant les mêmes dimensions que les existantes.
- . Appliquer un système de peinture-émulsion ou teinture-émulsion sur les nouvelles planches et les nouvelles moulures.

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.

PEINTURAGE DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
2004-06-15

PAGE
1 de 4

RÉFÉRENCES

Normes

- . ONGC-1-GP-189M « Peinture d'impression extérieure, aux résines alkydes, pour le bois »
- . CAN/CGSB-1.138 « Peinture-émulsion (latex) mate, pour extérieur »
- . CAN/CGSB-1.204 « Teinture-émulsion pigmentée pour extérieur »

DESCRIPTION

Peinturage de toutes les surfaces du lambris, des moulures et des contours des ouvertures d'un pont couvert.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Bois nu, cloquages ou farinage du revêtement sur plus de 30 % des surfaces de bois constituant le lambris.

MÉTHODE DE TRAVAIL

La peinture ou teinture des 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.

PEINTURAGE DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 4

- . Toutes les fissures et tous les trous de nœuds et de clous doivent être garnis avec un bouchepores approprié.
- 2. Surfaces déjà peinturées
 - . 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 sujetile 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 sujetile en bois.

B) Peinturage

Le peinturage doit être effectué conformément aux exigences des fiches techniques du fabricant.

1. Conditions d'application

La peinture doit être appliquée sur une surface exempte d'humidité et débarrassée de toute poussière. La teneur en humidité du bois mesurée au moyen d'un hygromètre, ne doit pas dépasser 15 %.

L'entrepreneur doit appliquer la peinture :

- . lorsque la température de l'air, du sujetile en bois et de la peinture ou de la teinture est supérieure à 10 °C;
- . lorsque l'humidité relative est inférieure à 85 %;
- . lorsque la couche de peinture déjà appliquée est suffisamment durcie;
- . lorsqu'il est prévu que la température ambiante ne descendra pas au-dessous de 10 °C avant le séchage de la peinture ou de la teinture.

Les travaux doivent être suspendus lorsqu'il pleut, indépendamment si les surfaces à peindre sont exposées ou non à la pluie.

PEINTURAGE DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 4

2. Application

Afin de conserver leur homogénéité, la peinture et la teinture doivent être agitées continuellement pendant l'application.

La peinture et la teinture doivent être appliquées uniformément au pinceau et au rouleau, ou au pistolet lorsqu'elles sont diluées 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 peinture fraîche provenant des opérations de préparation des surfaces et d'application de peinture.
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 peinture fraîche provenant des opérations d'application de peinture.
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 protection doivent répondre aux exigences suivantes :

a) Système peinture-émulsion

Le système peinture-émulsion est constitué d'une couche de peinture d'impression conforme à la norme ONGC-1-GP-189M « Peinture d'impression extérieure, aux résines alkydes, pour le bois » et de deux couches de peinture-émulsion conforme à la norme CAN/CGSB-1.138 « Peinture-émulsion (latex) mate, pour extérieur ».

b) Système teinture-émulsion

Le système teinture-émulsion est constitué d'une couche de peinture d'impression conforme à la norme ONGC-1-GP-189M « Peinture d'impression extérieure, aux résines alkydes, pour le bois » et de deux couches de teinture-émulsion conforme à la norme CAN/CGSB-1.204 « Teinture-émulsion pigmentée pour extérieur ».

PEINTURAGE DU LAMBRIS

ACTIVITÉ
3348

DATE
2004-06-15

PAGE
4 de 4

- . 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.

RÉPARATION D'UNITÉ DE FONDATION EN MAÇONNERIE

ACTIVITÉ
3411

DATE
2006-04-18

PAGE
1 de 1

RÉFÉRENCES

Aucune.

DESCRIPTION

Reprise de joints détériorés ou consolidation / remplacement de pierres brisées ou fissurées d'un élément de fondation en maçonnerie.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

A) Joints

- . Déterioration ou perte de mortier dans une quantité appréciable de joints.

B) Pierres

- . Dégradation importante de quelques pierres pouvant engendrer l'instabilité de l'ouvrage ou compromettre la sécurité des usagers.
- . Fissures larges traversant les joints de mortier ou les pierres.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Voir activité :

- . 3082 – Réparation de mur de soutènement en maçonnerie.

Note

- . Pour une pile de pont comportant une détérioration de la maçonnerie de son avant-bec due à l'effet des glaces, il peut être approprié de réparer cet élément en installant des plaques d'acier ancrées au matériau existant. Un mortier de remplissage et un mastic d'étanchéité au pourtour peuvent être installés en complément d'intervention dans le but de consolider les pièces d'acier à la pile elle-même.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
2004-06-15

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, Volume 1

- . 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.

NIVEAU DE QUALITÉ

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

- . Défaut de la dalle de l'ensemble des travées (corrosion des armatures, désagrégation, délaminage ou éclatement du béton) :
 - sur plus de 20 % de la surface du tablier pour un pont à fort débit de circulation;
 - sur plus de 30 % de la surface du tablier pour un pont à faible débit de circulation.
- . Les défauts de la dalle à considérer sont des dommages réels du béton relevés sur le dessous de la dalle lors d'une inspection générale, ou bien sur le 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. Voir Notes – Choix d'intervention sur la dalle.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
2004-06-15

PAGE
2 de 7

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 type AASHTO.
 - . 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.
 - . Les marteaux pneumatiques manuels de 15 et 30 kg peuvent être utilisés pour la démolition de toutes les parties de la dalle.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
2004-06-15

PAGE
3 de 7

- . La démolition complète de la dalle sur poutres peut, avec certaines restrictions, être faite avec des marteaux hydrauliques ou avec une scie à béton. Pour un pont à poutres en acier, des marteaux hydrauliques dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 350 J et une scie peuvent être utilisés, jusqu'à 100 mm des poutres et des diaphragmes. Pour un pont à poutres en béton, des marteaux hydrauliques dont l'énergie de choc par frappe est inférieure à 200 J et une scie peuvent être utilisés jusqu'à 300 mm et 100 mm respectivement des poutres et des diaphragmes.
 - . Cependant, 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 pouvant être utilisé au-dessus de la nappe inférieure d'armature et le marteau 7 kg devant être utilisé 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).

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
2004-06-15

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 qui peut être remplacée aisément, ce qui est le cas pour les ponts à poutres préfabriquées en béton ou à poutres en acier.
- . La décision de procéder à un remplacement plutôt qu'à une réparation, ou bien à une autre intervention (ex. : chape) doit être basée sur une expertise de dalle (chapitre 4, article 4.2.1.2) et une étude d'opportunité (chapitre 5).

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.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
2004-06-15

PAGE
5 de 7

- . 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. La méthode de travail suggérée 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.
- . Dans certains cas particuliers où la dalle est difficilement remplaçable (ex. : hourdis supérieur de poutre-caisson), la mise en place d'un système de protection cathodique peut être envisagée avec la réalisation d'une chape en béton. Une analyse financière à long terme doit être effectuée pour s'assurer de la pertinence de cette option.

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, Volume 1.

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
2004-06-15

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 spécialiste en structures.

REEMPLACEMENT DE LA DALLE

ACTIVITÉ
5003

DATE
2004-06-15

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

RELEVÉS 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	4-8
4.3	INVESTIGATION DE BASE	4-10
4.3.1	Collecte des informations	4-10
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
4.4.1	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	MÉTHODES D'INVESTIGATION DU BÉTON NON UTILISÉES AU MINISTÈRE	4-43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1-1	Caractéristiques de l'inspection générale et du relevé de dommages	4-4
Tableau 4.3-1	Défauts par type de matériaux	4-12

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 détecter les détériorations du béton ou en déterminer les caractéristiques	4-41
Tableau 4.5-2	Efficacité des méthodes d'investigation pour détecter les détériorations de l'acier ou en déterminer les caractéristiques	4-42
Tableau 4.5-3	Efficacité des méthodes d'investigation pour détecter 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	4-20
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	4-21
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

4.1 GÉNÉRALITÉS

Le relevé de dommages consiste à trouver et à enregistrer le type et l'étendue des dommages affectant une structure en vue de préparer les plans et devis de réparation.

Parce qu'il vise à déterminer d'une façon détaillée l'ampleur des dommages et qu'il se penche sur leurs causes, le relevé permet de choisir les interventions les plus adéquates compte tenu de la durabilité et du coût des travaux. En effet, la sélection finale des travaux à effectuer, avec leurs quantités précises et leur coût estimé, est faite après le relevé des dommages pour les projets qui sont inscrits à la planification quinquennale à l'issue de l'inspection générale.

Une étude d'opportunité est faite après le relevé de dommages d'une dalle sur poutres. Cette étude peut même conduire au report du projet, par exemple dans le cas d'une dalle qu'on prévoyait réparer, mais qu'il est préférable de remplacer à court ou à moyen terme.

Le relevé de dommages comprend trois parties :

- l'organisation du relevé de dommages (section 4.2);
- l'investigation de base (section 4.3);
- les expertises (section 4.4).

Les méthodes d'investigation pour réaliser le relevé des dommages se divisent en méthodes d'investigation de base et en expertises selon la complexité de réalisation et d'interprétation de la méthode et aussi selon que les moyens nécessaires à leur réalisation sont plus ou moins élaborés.

L'organisation du relevé de dommages et l'investigation de base sont généralement réalisées par la direction territoriale et les expertises, par la Direction du laboratoire des chaussées, la Direction des structures ou des consultants externes.

La figure 4.1-1 situe le relevé de dommages à l'intérieur du cheminement normal d'un projet de réparation de structure. Le relevé de dommages est réalisé une fois que le gestionnaire, à l'issue du programme régulier d'inspection, inscrit le projet de réparation à la planification quinquennale.

Le relevé de dommages est indispensable à l'élaboration des plans et devis de réparation d'une structure; il est donc recommandé de le faire réaliser par l'équipe chargée de la préparation des plans et devis afin d'en maximiser les bénéfices et, pour les mêmes raisons, en présence de la personne ayant réalisé la dernière inspection du pont.

Comme l'importance de la dégradation du béton est plus difficile à déterminer que celle de tout autre matériau, c'est sur ce matériau que porte principalement le relevé de

dommages. La plupart des manuels d'entretien de structures accordent en effet beaucoup plus d'importance au béton qu'à l'acier, non pas que l'acier ne se dégrade pas, mais simplement parce qu'il est plus facile de choisir l'intervention la plus appropriée dans le cas de l'acier.

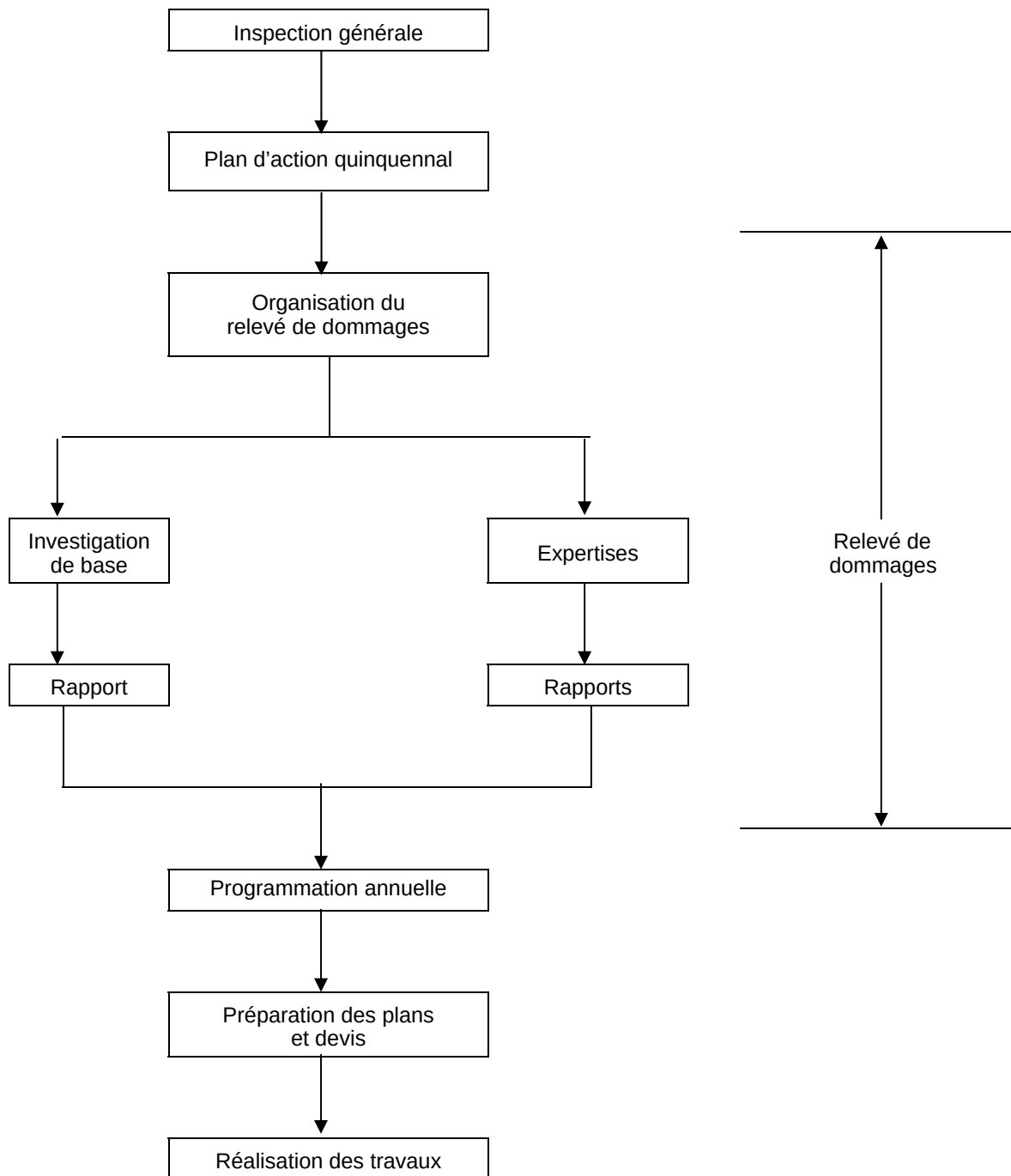


Figure 4.1-1 Cheminement d'un projet de réparation de structure

Le tableau 4.1-1 montre ce qui distingue le relevé de dommages d'une inspection générale. Comme il faut enregistrer d'une façon précise les dommages de toutes les parties de chaque élément et non pas seulement identifier ceux qui affectent les parties les plus dégradées, il faut beaucoup plus de temps pour réaliser un relevé de dommages qu'une inspection générale.

De plus, contrairement à l'inspection générale qui s'applique à tous les éléments d'une structure, l'importance du relevé de dommages peut varier selon le type d'intervention envisagée ou le type d'élément à réparer. Généralement, des travaux comportant peu d'éléments, comme la peinture d'éléments en acier ou le remplacement de l'enrobé, exigent un relevé peu détaillé tandis que les travaux d'envergure comportant plusieurs activités exigeront un relevé plus élaboré, tout comme les projets ayant un impact important sur la circulation. On s'efforcera, dans ce dernier cas, d'inclure toutes les activités susceptibles de perturber la circulation pour éviter d'avoir à le faire de nouveau à moyen terme.

Une fois le relevé de dommages réalisé, la direction territoriale doit, si cela est nécessaire, modifier les cotes attribuées à la structure et les activités qu'on y avait prévues lors de la dernière inspection générale afin d'assurer l'adéquation entre les besoins budgétaires et l'état de la structure tel qu'il apparaît au système de gestion.

Le relevé de dommages doit être réalisé avec un souci constant de sécurité, tant pour la personne qui effectue le relevé que pour les usagers de la route. Le chapitre 14, Sécurité des inspections du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*, donne les règles de sécurité à respecter lors des inspections.

La personne qui effectue le relevé doit rapporter immédiatement toute anomalie de la structure et de ses approches qui serait de nature à mettre en danger la sécurité des usagers avant la réalisation des travaux prévus à la planification quinquennale. Des mesures appropriées doivent être prises pour corriger temporairement les situations comportant des risques.

Les instructions figurant dans ce chapitre ne sauraient remplacer le jugement de la personne qui effectue le relevé, celle-ci devant aussi tenir compte des problématiques régionales et des situations inhabituelles.

Tableau 4.1-1 Caractéristiques de l'inspection générale et du relevé de dommages

INSPECTION GÉNÉRALE	RELEVÉ DE DOMMAGES
<u>Principales similitudes</u>	
. La dernière inspection générale sert de document de référence	
<u>Principales différences</u>	
. S'inscrit dans un processus continu d'évaluation de l'état de la structure . Moyens d'investigation limités . Seuls les dommages des parties les plus dégradées d'un élément sont enregistrés . Rapport enregistré au SGS-5016 . Sert à évaluer sommairement la nature et le coût des travaux apparaissant à la 5^e année de la planification quinquennale (Activités)	. Évaluation ponctuelle dans le processus de préparation d'un projet de réparation . Moyens d'investigation plus élaborés . Les dommages de toutes les parties d'un élément sont notés avec précision . Rapport manuscrit . Sert à évaluer avec précision la nature et le coût des travaux apparaissant à la 1^{re} année de la planification quinquennale (Travaux)

4.2 ORGANISATION DU RELEVÉ DE DOMMAGES

L'organisation du relevé de dommages consiste à ordonnancer le relevé de dommages afin de respecter la date prévue de réalisation des travaux, à rechercher les informations pertinentes dans les dossiers de la structure et à déterminer les besoins d'expertises nécessaires pour en connaître l'état.

4.2.1 Ordonnancement du relevé de dommages

Une bonne planification est nécessaire pour que le relevé de dommages soit complet au bon moment. C'est pourquoi il faut planifier l'organisation du relevé, la réalisation de l'investigation de base et la réalisation des expertises.

La figure 4.2-1 montre l'échéancier des principales phases d'un projet de réparation, depuis l'inspection générale jusqu'à la réalisation des travaux, en passant par la planification quinquennale.

Le relevé de dommages doit avoir lieu dans la période comprise entre l'inscription du projet à la 3^e année et celle à la 1^{re} année du plan d'action quinquennal.

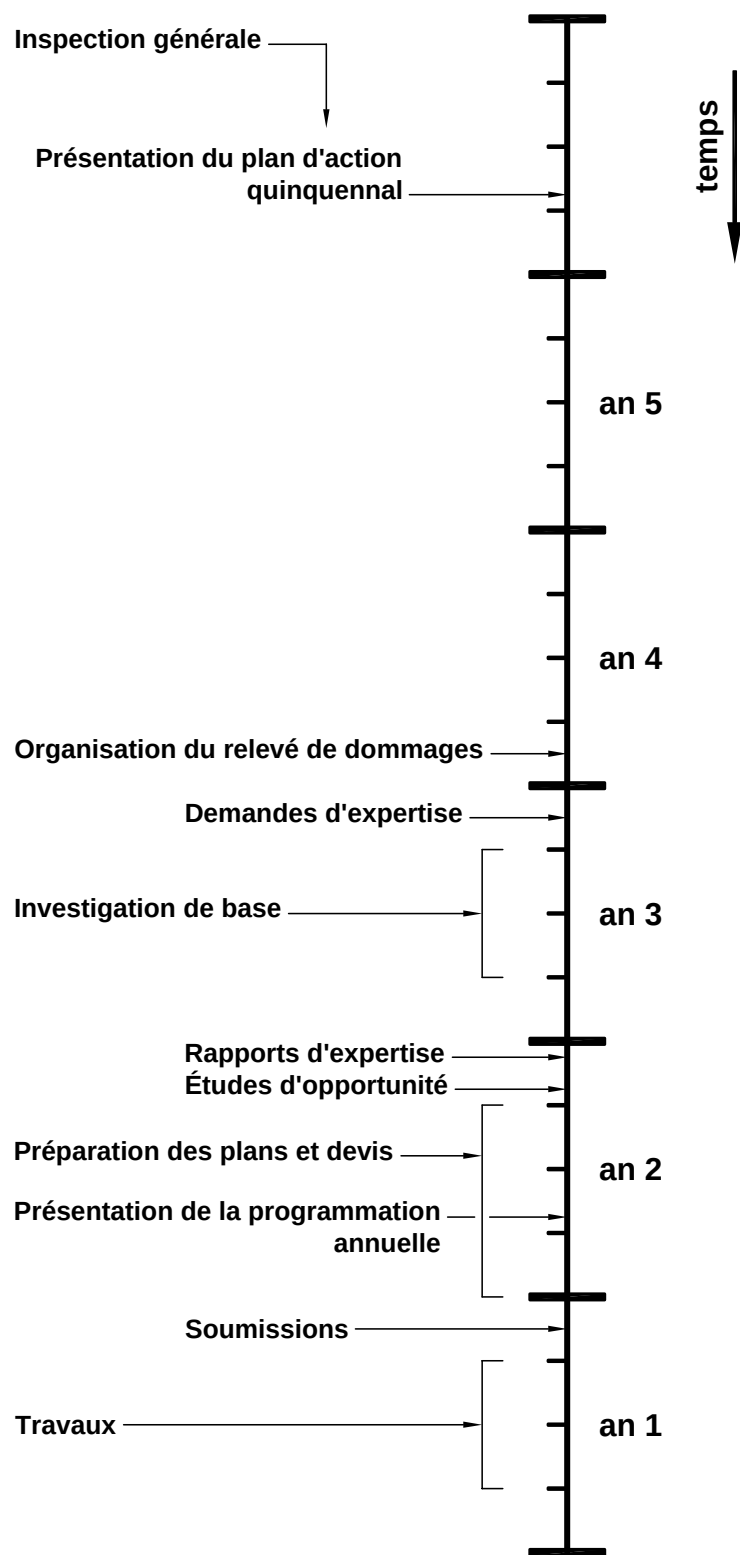


Figure 4.2-1 Échéancier des principales phases d'un projet de réparation

L'investigation de base et les expertises doivent toutefois être réalisées moins de deux ans avant la préparation des plans et devis, afin de conserver la meilleure adéquation possible entre le relevé de dommages et l'état du pont lors de la réalisation des travaux. En effet, le relevé de dommages donne une image, à un moment précis, de l'état d'une structure ou de certains de ses éléments. Mais comme la structure continue de se détériorer, le relevé peut rapidement devenir périmé et fausser les données servant à l'élaboration des plans et devis.

Un relevé de dommages datant de plus de deux ans au moment de la préparation des plans et devis devrait être refait ou à tout le moins mis à jour, afin de s'assurer que l'estimation des réparations prévues corresponde encore à la réalité. Cette mise à jour permet également de s'assurer une dernière fois de la pertinence des méthodes de réparation précisées aux plans et devis.

Il faut donc éviter de surcharger le plan d'action quinquennal en y inscrivant plus de projets qu'il est possible d'en réaliser, afin de limiter le nombre de projets qu'il faudra reporter, et par conséquent, le nombre de relevés à refaire.

L'organisation du relevé de dommages doit être faite de façon à permettre la réalisation de l'investigation de base et des expertises au cours de l'an 3.

Il est important de s'assurer que les équipements d'accès spécialisés (nacelle ou passerelle aérienne) sont disponibles pour la réalisation du relevé de dommages sur le site.

L'investigation de base et les expertises devraient être réalisées dans une période de l'année où les éléments de la structure ne sont pas gelés, car il est difficile d'évaluer correctement l'état de matériaux gelés; en hiver, la neige et la glace risquent également de gêner considérablement les opérations.

4.2.2 Travail de recherche

Le travail de recherche consiste à examiner tous les documents pertinents se rapportant à la structure. Il est recommandé de faire ce travail de recherche même si le chargé de projet estime bien connaître les caractéristiques de la structure et l'évolution de son état depuis sa construction, car le dossier peut contenir des informations importantes ayant été ignorées jusque-là.

Le travail de recherche permet au chargé de projet de prendre connaissance des caractéristiques de la structure ainsi que du type et de l'étendue des dommages avant même de se présenter sur le site d'inspection.

L'importance du travail de recherche varie selon le cas; toutefois, un travail de recherche de base doit être prévu.

4.2.2.1 Recherche de base

La recherche de base suppose la consultation des documents suivants :

- les rapports des dernières inspections générales, sommaires, sous-marines, spéciales et autres;
- les données d'inventaire pertinentes;
- les plans de construction et des modifications ultérieures (élargissement et renforcement);
- la correspondance récente.

Les rapports d'inspection doivent être consultés de façon toute particulière, car c'est en se basant sur ces documents qu'on a inscrit le projet à la planification quinquennale. On pourra, grâce à eux, porter une attention spéciale à un dommage inhabituel quelconque lors du relevé de dommages et mieux évaluer la progression des dégradations.

Les plans de construction et des modifications sont une référence importante permettant de connaître :

- les dimensions des éléments à réparer;
- toutes caractéristiques inhabituelles de conception;
- les zones structuralement critiques;
- la topographie du site d'inspection, information utile pour déterminer le type d'équipement d'accès nécessaire pour le relevé de dommages;
- l'emplacement des conduits d'utilité publique.

Si l'on ne dispose pas des plans de construction, il faut mesurer les dimensions des éléments à réparer lors du relevé de dommages; dans le cas contraire, les dimensions doivent quand même être vérifiées sur le site.

Les autres axes de programmation devraient être consultés afin d'harmoniser les travaux prévus sur la structure et ceux planifiés sur la chaussée, et ce, afin d'atténuer au maximum l'impact sur la circulation.

De plus, il est recommandé de consulter le personnel présent quotidiennement sur le réseau routier, soit le contremaître du secteur et le chef d'équipe affecté à l'entretien des structures, parce qu'ils connaissent parfois mieux que quiconque les particularités et les problèmes de la structure, comme :

- le comportement anormal de l'enrobé;
- les accidents ayant eu un impact important sur la structure;
- les niveaux d'eau normal et extrême;
- les interventions d'entretien déjà effectuées sur la structure;

- les demandes particulières de la part d'utilisateurs ou d'intervenants du milieu.

4.2.2.2 Recherche élaborée

En plus de la recherche de base, un travail de recherche plus élaboré doit être envisagé pour une structure d'envergure ou ayant des problèmes particuliers.

Une recherche élaborée suppose la consultation des documents suivants :

- les plans et devis de réparation;
- les journaux de chantier de construction et de réparation;
- les résultats des essais pertinents sur les matériaux (construction et réparation);
- l'ensemble de la correspondance portée au dossier de la structure.

Les plans et devis de réparation permettent de connaître les modifications mineures apportées à la structure (élimination ou remplacement de joints de tablier, remplacement d'appareils d'appui, modification du système de drainage, etc.), ainsi que les travaux de réparation effectués au fil des ans.

Les journaux de chantier et les résultats des essais sur les matériaux permettent de connaître les événements inhabituels ou les difficultés particulières survenues pendant la construction ou les travaux de réparation.

S'informer si possible auprès du personnel technique ayant préparé ou surveillé des travaux de réparation de la structure de ce qu'ils savent de son comportement. La Direction des structures peut également être consultée quant au comportement de certains ponts de conception spéciale ou de grande envergure.

4.2.2.3 Visite des lieux pour planifier le relevé

Le travail de recherche doit être suivi d'une visite du site pour déterminer si :

- des équipements sont nécessaires pour permettre l'accès direct (à moins de 1 m) aux parties des éléments à inspecter, même celles qui semblent ne présenter que peu ou pas de défauts;
- des lignes électriques risquent d'entraver le déroulement du relevé de dommages et doivent être mises hors tension pendant le relevé;
- des problèmes particuliers de circulation peuvent se présenter lors du relevé.

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. Trois expertises peuvent être nécessaires :

- l'expertise de la dalle;
- l'expertise du tablier;
- l'expertise en vue de reconstruire la structure.

4.2.3.1 Expertise de la dalle

Une demande d'expertise d'une dalle sur poutres ou d'une dalle épaisse doit être formulée pour tout projet où une remise en état de la dalle est prévue à la planification quinquennale, quelle que soit la cote attribuée 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.

Si la dalle présente certains signes de faiblesse structurale, l'expertise de la dalle peut être suivie d'une analyse structurale.

Une expertise de la dalle n'est pas nécessaire si la dalle s'est détériorée au point de devoir la remplacer à court terme selon les scénarios présentés au tableau 5.2-1. Dans ce cas, il faut néanmoins aviser la Direction des structures du remplacement prévu de la dalle afin qu'une expertise du tablier soit effectuée pour vérifier l'état ou la capacité du système structural.

4.2.3.2 Expertise du tablier

La Direction des structures effectue une expertise du tablier plutôt que d'une dalle sur poutres si le système structural est considéré comme déficient. Ceci a pour but d'éviter de mettre en place une nouvelle dalle sur un système structural faible ou en mauvais état. Une expertise du tablier est réalisée si les deux conditions suivantes sont réunies :

- cote CEM ou cote CEC d'un des éléments principaux de la dalle égale à 1, 2 ou 3;
- système structural potentiellement déficient selon un des critères suivants :
 - cote CEM ou cote CEC d'un de ses éléments principaux égale à 1, 2 ou 3;
 - chargement de conception inférieur à H20-S16 pour un pont non évalué par la Direction des structures;
 - charge affichée inférieure aux besoins du réseau routier;
 - chargement de conception inconnu pour un pont construit avant 1960.

L'expertise comprend une analyse de la capacité structurale du tablier et, au besoin, une analyse économique pour évaluer le coût de remplacement.

4.2.3.3 Expertise en vue de reconstruire la structure

L'expertise en vue d'une reconstruction d'une structure devrait être demandée à la Direction des structures pour tout projet réunissant les quatre conditions suivantes :

- réparation de dalle prévue;
- cote CEM ou cote CEC d'un des éléments principaux de la dalle égale à 1, 2 ou 3;
- système structural potentiellement déficient selon les critères donnés pour l'expertise du tablier;
- indice fonctionnel de la structure (IFS) est :
 - inférieur à 70 et, cote CEM ou cote CEC d'un des éléments principaux du système structural égale à 1;
 - inférieur à 60 et, cote CEM ou cote CEC d'un des éléments principaux du système structural égale à 2;
 - inférieur à 50 et, cote CEM ou cote CEC d'un des éléments principaux du système structural égale à 3.

Cette expertise comprend une analyse de la capacité structurale et une analyse économique portant sur les scénarios préconisés par la direction territoriale.

4.3 INVESTIGATION DE BASE

L'investigation de base est la partie du relevé de dommages normalement effectuée par le personnel de la direction territoriale. Elle doit être planifiée pour être réalisée en une seule visite mais, pour une structure d'envergure, peut exiger plus d'une journée de travail. La personne 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 d'ouvriers 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, ralentissant d'autant le déroulement de l'investigation de base.

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 de trois ordres :

- 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 informations nécessaires à certains travaux, 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.

L'ampleur de cette 3^e catégorie d'informations est somme toute assez restreinte, le relevé de dommages étant d'abord et avant tout un relevé de défauts de matériaux. La sélection finale des interventions à réaliser est faite plus tard, notamment lors de l'inscription à l'an 1 de la planification quinquennale, à partir des seuils d'intervention précisés au chapitre 3.

Tableau 4.3-1 Défauts par type de matériaux

Défauts à considérer lors du relevé de dommages		
Béton	Acier	Bois
. Écaillage . Désagrégation . Érosion par abrasion . Corrosion de l'armature . Délaminage . Éclatement . Fissuration	. Corrosion . Déformation permanente . Fissuration . Relâchement des assemblages	. Pourriture . Altération physique . Usure par abrasion
Autres types de défauts généralement non considérés		
Béton	Acier	Bois
. Joint froid . Dépôt . Nid de cailloux . Cratère		. Vieillessement . Altération chimique . Bois brûlé . Trou d'insectes

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

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

Sur les approches	- Remblai à corriger - Glissière à corriger - Glissière à rattacher au pont - Protection de talus à corriger - Végétation à enlever
Sur le pont	- 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

4.3.2 Méthodes d'investigation

Les méthodes utilisées lors de l'investigation de base sont :

- l'examen visuel;
- l'examen par percussion;
- les méthodes d'investigation propres au bois;
- la mesure du mouvement d'un joint de tablier.

L'examen visuel et l'examen par percussion sont indissociables l'un de l'autre et doivent faire partie de tout relevé de dommages associé à des défauts de matériaux.

A) *Examen visuel*

L'examen visuel est probablement la méthode d'investigation la plus simple mais aussi la plus importante; c'est habituellement le premier indicateur d'un problème. C'est une méthode facile d'application, rapide, économique et qui n'exige habituellement pas d'équipement spécialisé autre que celui requis pour avoir accès aux éléments à inspecter.

L'examen visuel permet de recueillir un nombre considérable d'informations. En fait, la plupart des informations apparaissant au relevé de dommages proviennent de l'examen visuel.

L'examen visuel doit être réalisé à la lumière des prescriptions relatives aux défauts de matériaux du *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*. On aura avantage à le faire en comparant les surfaces ou les éléments endommagés à ceux qui sont encore en bon état; cette façon de faire est très rapide et permet de visualiser facilement l'ampleur des dommages.

La personne qui effectue le relevé doit faire preuve de perspicacité, savoir comment repérer les défauts et où concentrer ses recherches. L'examen visuel peut se limiter à jeter un regard rapide sur les zones qui semblent en bon état ou exiger l'observation minutieuse des zones détériorées, notamment celles décelées lors d'inspections antérieures.

La dimension minimale d'un défaut détectable est fonction du type de surface, du niveau d'éclairage et du contraste entre la zone inspectée et les zones environnantes. Un éclairage adéquat de l'aire d'inspection est donc essentiel. L'examen de nuit doit être évité autant que possible, car il est alors difficile de bien distinguer les détails même avec un bon éclairage.

L'examen visuel doit être effectué à moins de 1 m des surfaces ou des éléments à inspecter.

Il n'est pas toujours nécessaire d'instrumenter les fissures importantes que l'on retrouve sur les unités de fondation en béton pour déterminer si elles sont actives ou non. Il est en effet possible de déterminer si elles le sont en observant les dépôts accumulés au fond des fissures. Si les dépôts ne sont pas fissurés, il est probable que la fissure est passive.

L'examen visuel doit toujours être complété par un relevé photographique, qui vient soutenir les informations recueillies sur le site et qui peut servir à établir des points de comparaison en cas de report de travaux.

Le tableau 4.3-3 indique le nombre de photos par élément de structure qu'un relevé photographique minimal doit contenir. Un nombre plus restreint de photos pourra être acceptable pour certains travaux ou pour des structures de faible envergure, mais il faut éviter les fausses économies, le coût des photos étant marginal par rapport à celui d'un relevé de dommages.

Tableau 4.3-3 Relevé photographique minimal recommandé

ÉLÉMENT	NOMBRE DE PHOTOS
Vue d'ensemble de la structure	2 (amont et aval)
Talus	4 (1 par talus)
Approches	2 (1 par approche)
Cours d'eau	Au besoin, si des travaux correctifs sont envisagés
Unité de fondation	1 par face
Appareil d'appui	Au besoin, si une réparation ou un remplacement est envisagé
Dessous de dalle	2 par travée
Côté extérieur	2 par travée (amont et aval)
Dessus de dalle	1 par travée
Joint de tablier	2 par joint (1 par extrémité)

B) Examen par percussion

Bien que l'examen par percussion puisse être utilisé pour ausculter l'acier et le bois, il est surtout destiné au béton. La méthode est facile à utiliser, rapide, économique et assez précise.

La personne qui effectue le relevé peut aussi détecter certaines anomalies à partir du bruit résultant de la circulation des véhicules sur la structure, anomalies qui peuvent être associées à une mauvaise surface de roulement ou à un joint de tablier défectueux.

Béton

L'examen par percussion de ce matériau consiste principalement à frotter ou à frapper la surface et à analyser la tonalité du son émis pour détecter les zones détériorées.

Le son produit par un béton endommagé est en effet différent de celui produit par un béton sain : ce dernier produit un son aigu et clair, un béton délaminé, un son creux et grave, et un béton désagrégé, un son amorti, à peine audible. Un béton délaminé peut également être identifié lorsque des grains de sable sautillent sur une surface frappée par un marteau.

Plusieurs outils peuvent être utilisés pour sonder les surfaces à inspecter :

- marteau de géologue;
- marteau de maçon;
- tige en acier;
- chaîne.

L'outil le plus largement utilisé est le marteau; la tige en acier est généralement réservée aux surfaces horizontales (plafond ou plancher) ou difficiles d'accès. Une chaîne peut être utilisée dans un premier temps sur le dessus d'une dalle pour identifier grossièrement les zones délaminées.

Comme l'examen par percussion dépend de l'aptitude de la personne qui effectue le relevé à distinguer des sons de tonalités différentes, plusieurs conditions peuvent affecter les résultats :

- L'utilisation d'un marteau, et dans une moindre mesure d'une tige en acier, est exigeante physiquement et demande beaucoup de temps; une certaine fatigue peut entraîner une tendance à aller un peu trop vite.
- La fatigue auditive peut diminuer la sensibilité aux variations de fréquence des sons émis, du fait que le son aigu et clair émis par le béton sain finit à la longue par dissimuler celui, plus faible, du béton délaminé ou désagrégé.
- L'outil utilisé ne doit pas résonner au contact du béton, sinon ce bruit viendra camoufler partiellement celui émis par le béton, et compliquera le travail de la personne qui effectue le relevé. Des outils d'un format convenable sont nécessaires pour éviter cette interférence; un marteau de menuisier ne convient pas, ni une tige en acier de moins de 5 kg.
- Un environnement peu bruyant doit être privilégié pour faciliter l'examen et une seule personne à la fois devrait sonder les surfaces pour éviter toute interférence.
- Certaines variables perceptibles lors du relevé, comme les bruits de la circulation, du cours d'eau, du vent et des vibrations du tablier ainsi que les conditions dues à l'humidité et aux propriétés du béton, telle l'épaisseur du béton délaminé, peuvent influencer la fréquence des sons émis ou leur perception par la personne qui effectue

le relevé.

- Il ne faut pas ausculter un béton saturé d'eau ou gelé, car il produit des sons différents de ceux qu'il émet lorsqu'il est sec ou non gelé, ce qui rend l'examen beaucoup plus difficile à réaliser.

Il est important de procéder de façon méthodique sur le site d'inspection pour détecter toutes les surfaces de béton détériorées. Cependant, sur des éléments d'envergure, il n'est pas toujours nécessaire de relever les petites surfaces endommagées puisqu'elles n'ont que peu d'influence sur les quantités à prévoir.

Les zones de béton endommagé devraient être marquées au crayon de cire rouge pour bien visualiser l'ampleur des dommages.

Acier

L'examen par percussion des boulons et des rivets peut être utile pour détecter ceux qui sont cisailés ou relâchés, car un boulon ou un rivet endommagé émet un son clair caractéristique.

Bois

L'examen par percussion du bois sert à détecter des défauts internes, la pourriture produisant un son amorti et la présence de vides à l'intérieur du bois, un son creux.

Bien que largement utilisé, cet examen demeure difficile d'interprétation à cause de nombreux facteurs susceptibles de contribuer aux variations de fréquence des sons produits. De plus, un début de pourriture est très difficile à déceler.

C) Méthodes d'investigation propres au bois

En plus de l'examen visuel utilisé pour détecter les altérations physiques et l'usure par abrasion du bois et de l'examen par percussion pour détecter la pourriture et les vides internes, les deux méthodes suivantes sont utilisées pour détecter la pourriture du bois.

Test du poinçonnement

Le test du poinçonnement est réalisé à l'aide d'un outil pointu tel qu'un poinçon, un couteau ou l'extrémité effilée d'un marteau de géologue.

Le test consiste à localiser la pourriture située près de la surface en détectant les zones molles et de faible résistance à la pénétration de l'outil. Bien que ce test soit facile à réaliser, les défauts recherchés peuvent être confondus avec du bois saturé d'eau.

Test d'arrachement des fibres

Le test d'arrachement des fibres est réalisé à l'aide d'un outil pointu : poinçon, pic, tournevis à tête plate ou bout effilé d'un marteau de géologue.

Il consiste à introduire l'outil dans le bois à une profondeur d'environ 5 mm et à soulever la fibre extérieure. La fibre se détache difficilement d'une pièce de bois sain alors qu'elle se détache facilement d'une pièce de bois pourri.

D) Mesure du mouvement d'un joint de tablier

Lorsqu'on prévoit effectuer des travaux sur un ou plusieurs joints de tablier d'un pont, des mesures du mouvement de tous les joints du pont doivent être prises pour voir s'il est possible d'en réduire le nombre et pour déterminer les mouvements à prendre en compte dans la conception des nouveaux joints. Ces mesures sont préconisées sauf si l'un des deux critères suivants s'applique :

- le tableau 3.4-1 spécifie de prendre le mouvement théorique;
- la somme des travées participant au mouvement de chacun des futurs joints est inférieure à 25 m.

Quelques années après la construction d'un pont, les mouvements du tablier se limitent généralement à ceux causés par le changement de température et par le fléchissement du système structural. Il est donc recommandé de procéder à un relevé des mouvements réels des joints de tablier des culées et des piles.

Le mouvement dû au fléchissement du système structural est habituellement marginal comparé à celui dû aux changements de température; il n'est donc pas pris en compte dans le processus de décision. Par contre, dans les cas où ce mouvement pourrait être important, par exemple pour un tablier à poutres triangulées à tablier supérieur, une étude plus approfondie doit être réalisée.

Les mesures de mouvement effectuées sur plusieurs ponts démontrent clairement que les mouvements réels sont très souvent inférieurs aux mouvements théoriques dus à la température, ces derniers étant calculés selon la formule générale suivante :

$$\Delta t = \alpha \times L \times 10^3 \times \Delta T \times \cos \beta$$

où

- Δt est le mouvement théorique du tablier (mm).
- α est le coefficient de dilatation thermique moyen des constituants.
- L est la longueur du tablier à utiliser dans le calcul du joint (m).
- ΔT est la variation de température (°C).
- β est le biais du joint (voir figure 4.3-11).

Pour un pont avec poutres en acier et dalle de béton, la formule générale devient :

$$11 \times 10^{-6} \times L \times 10^3 \times 70 \times \cos \beta = 0,77 \times L \times \cos \beta$$

Pour un pont avec tablier en béton (poutres et dalle), la formule générale devient :

$$10 \times 10^{-6} \times L \times 10^3 \times 55 \times \cos \beta = 0,55 \times L \times \cos \beta$$

Ces formules spécifiques sont employées pour le calcul du mouvement théorique anticipé (figure 4.3-11).

L'écart entre les mouvements réels et les mouvements théoriques anticipés est plus évident pour les tabliers en béton.

Il est recommandé de procéder au relevé des mouvements des joints de tablier de la façon suivante :

- À chaque extrémité du joint de tablier actuel, installer deux repères sur la face extérieure du chasse-roue ou du trottoir (figure 4.3-1).
- Procéder au relevé des ouvertures (distance entre les repères).
- Inscrire sur le rapport les ouvertures mesurées (figure 4.3-11).
- Tracer sur le rapport le diagramme « Température – Ouverture ».
- Calculer le mouvement réel (Δ_r) anticipé en extrapolant pour les températures minimale et maximale la portion du diagramme relative aux relevés des ouvertures effectués (figure 4.3-4). Les températures minimale et maximale à considérer pour les ponts avec poutres en acier ou avec poutres ou tablier en béton sont données à la figure 4.3-2.
- Effectuer le calcul du mouvement théorique maximal (Δ_t) et l'inscrire sur le rapport.

La température doit être mesurée sous le tablier avec un thermomètre de précision et les ouvertures mesurées avec précision à l'aide d'un pied à coulisse lorsque le pont a atteint un certain équilibre thermique, soit généralement 24 heures après la quasi-stabilisation de la température ambiante.

Afin d'observer la relation entre les variations de température et les variations d'ouverture, on recommande d'effectuer quatre relevés des ouvertures, sur une période d'environ 8 mois (figure 4.3-2) :

- le 1^{er} relevé, à l'automne qui suit l'inscription du projet au plan d'action quinquennal;
- les 2^e, 3^e et 4^e relevés, à l'hiver, au printemps et à l'été de l'année suivante.

Il n'est généralement pas nécessaire d'effectuer plus de quatre relevés même s'il est possible d'en augmenter le nombre pour mieux déterminer les variations saisonnières

de mouvement.

Il est important d'effectuer les 2^e et 4^e relevés des ouvertures lorsque les températures approchent leurs valeurs minimale et maximale afin d'obtenir le plus grand écart de température possible et minimiser ainsi l'extrapolation. Un large écart de température permet aussi de détecter avec plus de certitude certaines anomalies de fonctionnement du pont, tel un manque d'espace ne permettant pas le libre mouvement des travées. D'autres anomalies de fonctionnement, comme le déplacement différentiel des extrémités d'une culée sous l'action du gel, peuvent cependant être confondues facilement avec un tel manque d'espace.

Le diagramme « Température – Ouverture » (figure 4.3-3) peut prendre diverses formes selon les anomalies de fonctionnement du pont. Le diagramme A montre que pour une travée dont les mouvements sont normaux, le mouvement mesuré est directement proportionnel à la variation de température. Le diagramme C est typique d'un blocage complet du pont à n'importe quelle température. Le diagramme B montre que le joint fonctionne de façon partielle, c'est-à-dire qu'il fonctionne normalement dans une certaine plage de températures et anormalement hors de cette plage. Le fonctionnement partiel se situe quelque part entre le fonctionnement normal du diagramme A et le fonctionnement nul du diagramme C. Le diagramme B indique qu'un blocage du joint s'est produit entre les 1^{er} et 3^e relevés des ouvertures.

Le diagramme A illustre une pente constante, indiquant que le joint fonctionne normalement dans la plage de températures des relevés. Même si l'on ignore le fonctionnement du joint dans les zones d'extrapolation, on peut raisonnablement supposer qu'il est similaire dans la mesure où la plage des variations des températures mesurées soit supérieure à 75 % de la plage des températures à considérer (voir diagramme A de la figure 4.3-4).

Le diagramme B montre que le joint fonctionne normalement à basses températures. Vu l'importance de la partie à extrapoler, il peut être risqué de supposer que le fonctionnement du joint mesuré à basses températures sera similaire pour toute la plage des températures. On peut cependant utiliser le mouvement réel (voir diagramme B de la figure 4.3-4) dans les cas suivants :

- à une culée, lorsque le garde-grève ou l'extrémité des poutres ne sont pas endommagés aux points de contact et qu'il n'y a pas d'augmentation de mouvement liée à l'élimination d'un joint à une pile. Dans le cas contraire, il est recommandé de reconstruire le garde-grève en l'éloignant suffisamment des poutres pour permettre un mouvement normal du nouveau joint de tablier. Utiliser alors le mouvement théorique pour dimensionner le joint.
- à une pile, lorsque les extrémités des travées ne sont pas endommagées aux points de contact. Cependant, il est toujours préférable d'éliminer le joint et d'utiliser le mouvement théorique à un joint de tablier conservé qui est situé au-dessus d'une autre unité de fondation.

La section 3.4.2 « Mouvements des joints de tablier » du présent manuel explique en quoi consiste exactement la notion de transfert de mouvement quand on élimine un joint de tablier.

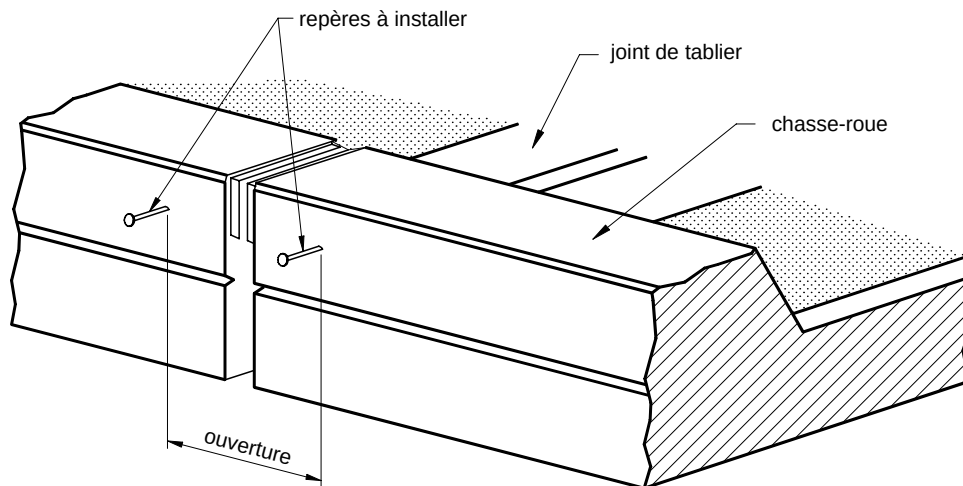


Figure 4.3-1 Emplacement recommandé pour les repères à installer

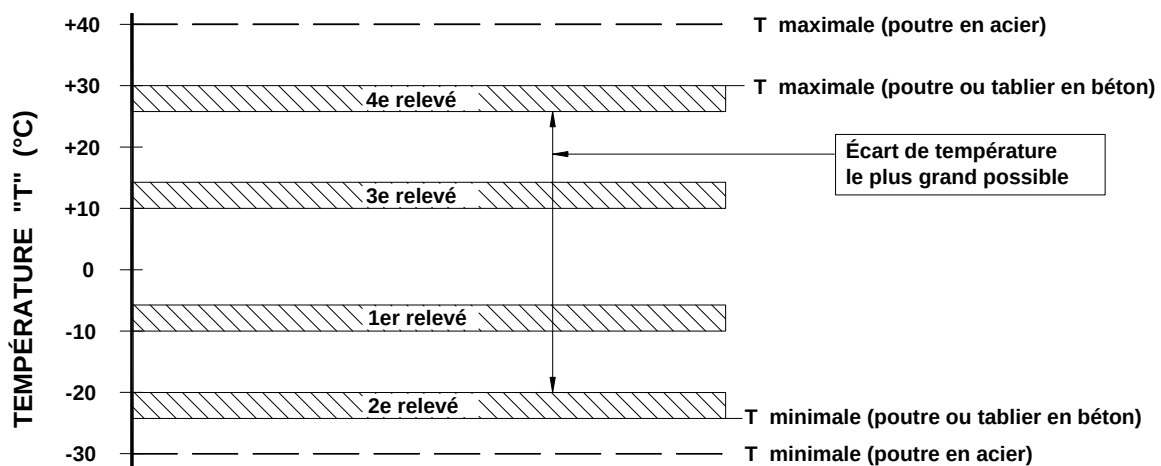


Figure 4.3-2 Températures recommandées pour les relevés des ouvertures d'un joint de tablier

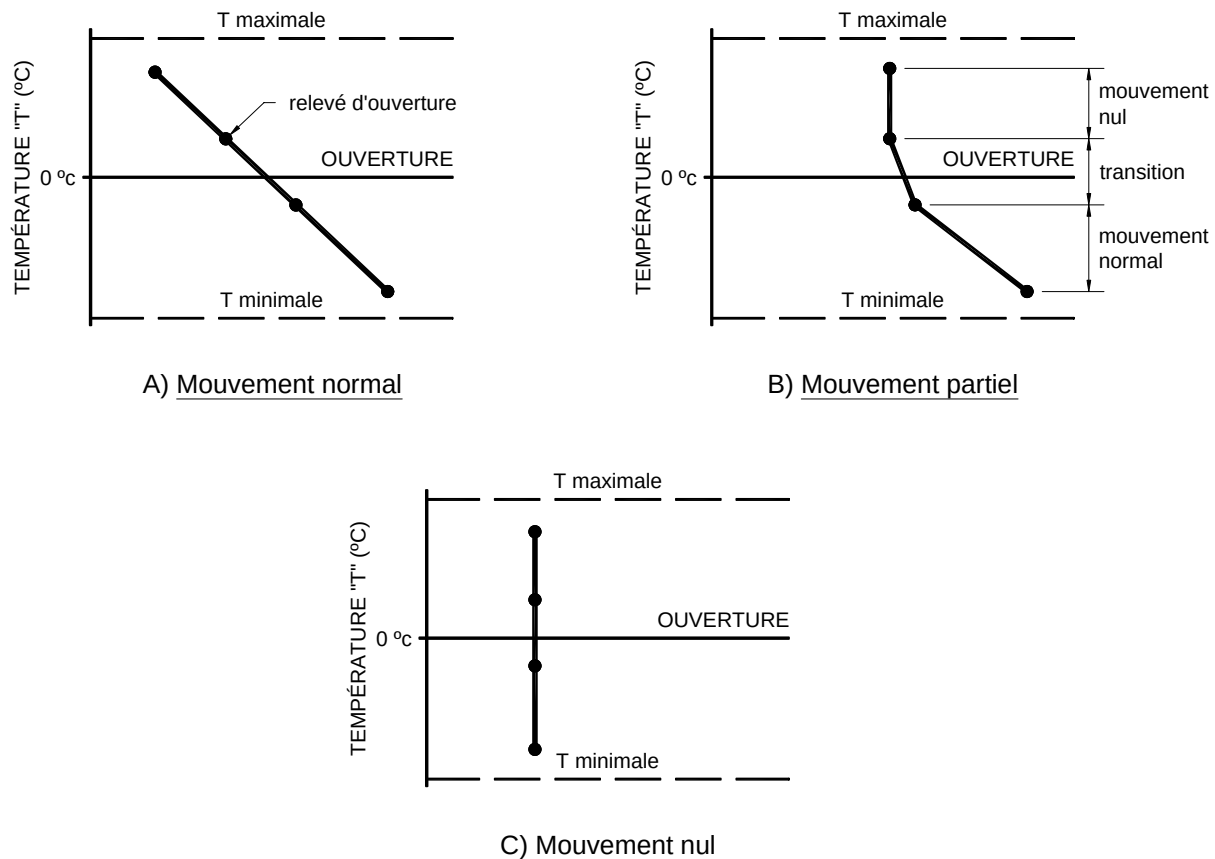


Figure 4.3-3 Différents fonctionnements d'un joint de tablier

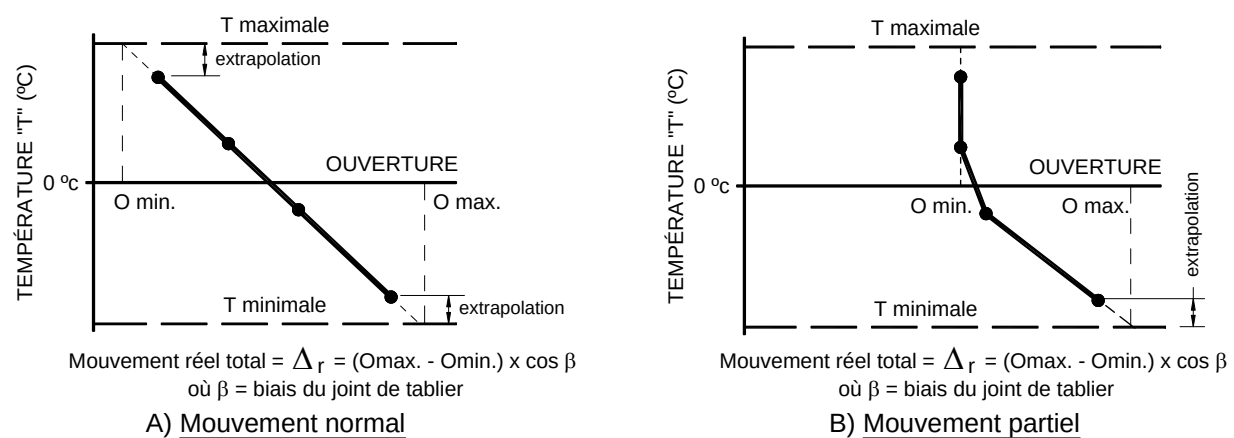


Figure 4.3-4 Calcul du mouvement réel d'un joint de tablier

4.3.3 Rapport

Afin d'effectuer l'investigation de base de façon méthodique et d'en permettre une présentation uniforme, les formulaires apparaissant aux figures 4.3-5 à 4.3-11 peuvent être utilisés pour la collecte des données. Ces formulaires peuvent servir de guide et être adaptés selon les particularités des structures à inspecter. L'utilisation de ces formulaires limite les risques d'oublis qui pourraient obliger la personne qui effectue les relevés à retourner sur le site à la dernière minute, et ce, dans des conditions pas toujours favorables.

Les formulaires sont divisés en cinq catégories :

- les informations générales concernant la structure (deux formulaires);
- les données relatives aux travées (un formulaire par travée pour les unités de fondation, le système structural et les éléments de tablier);
- les remarques ou croquis relatifs aux dommages inhabituels (un formulaire); utiliser autant de formulaires qu'il le faut;
- les photographies (un formulaire); utiliser autant de formulaires qu'il le faut;
- la mesure des mouvements d'un joint de tablier (un formulaire); utiliser autant de formulaires qu'il le faut.

La personne qui effectue le relevé ne remplit que les formulaires pertinents au projet et, selon les besoins, un formulaire peut n'être rempli que partiellement.

Le rapport du relevé de dommages doit être signé par la personne qui effectue le relevé et l'ingénieur responsable du relevé, et porter la date de l'inspection; tous les formulaires doivent être mis en ordre et paginés.

Le rapport doit être rempli avec soin pour éviter toute erreur de transcription s'il devient nécessaire de le recopier ou d'interprétation lors de la préparation des plans et devis.

RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE INFORMATIONS GÉNÉRALES (Page 1)

DOSSIER NO	
ROUTE	
OBSTACLE	
MUNICIPALITÉ	

EXTRÉMITÉ 2

Diagram labels and components:

- Top Labels:** poutre, poutre 1
- Left Side:** TALUS 3, éléments de fondation, CÔTÉ 1, TALUS 2
- Right Side:** TALUS 4, travée 4, travée 3, CÔTÉ 2, travée 2, travée 1, TALUS 1
- Center:** direction (arrow), QUADRANT, C, D, B, A
- Bottom Left:** EXTRÉMITÉ 1, puisard (with circled C), DATE _____
- Bottom Right:** emprise, (B), (A), hautes eaux, RELEVÉ PAR _____, ING. RESP. DU RELEVÉ _____, _____ de _____
- Note:** note: localiser les drains et la présence d'eau sur le pont

Figure 4.3-5 a) Informations générales (page 1)

**RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE
INFORMATIONS GÉNÉRALES (Page 2)**

DOSSIER NO	
ROUTE	
OBSTACLE	
MUNICIPALITÉ	

MILIEU ENVIRONNANT	
Distance des habitations, parcs, stationnements	(m)
Distance d'un jardin, culture, pâturage	(m)
Prise d'eau aval	(o/n)
Faire un croquis séparé de la géométrie des lieux pour plan de signalisation	

TALUS		1	2	3	4
Remblai d'approche - affouillement	(m³)				
Remblai d'approche - érosion	(m³)				
Protection des talus	(m³)				
Largeur du plateau	Ⓐ (m)				
Distance des emprises	Ⓑ (m)				
Distance des puisards	Ⓒ (m)				
Enlèvement de végétation à faire	(o/n)				
GTOG non-conforme	(o/n)				
GTOG à raccorder au pont	(o/n)				
Trottoir aux approches	(o/n)				
Longueur de rehaussement en enrobé	(m)				

EXTRÉMITÉ		1	2	UTILITÉS PUBLIQUES		
Longueur d'intervention à faire	(m)				côté 1 (o/n)	côté 2 (o/n)
Épaisseur de l'enrobé	(mm)					
Présence de dalle de transition	(o/n)			Tél.		
Confort de roulement acceptable	(o/n)			Électricité		
				Eau		
				Égout		
				Gaz		
				Autre		

CÔTÉ		1	2
État des drains acceptable	(o/n)		
État des glissières acceptable	(o/n)		

REMARQUES

___ de ___

Figure 4.3-5 b) Informations générales (page 2)

RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE ÉLÉMENTS DE FONDATION

Travée No

DOSSIER NO	
ROUTE	
OBSTACLE	
MUNICIPALITÉ	

DÉFAUTS (voir liste)	Élément de fondation	Mur en retour côté 1	Garde grève / chevêtre	Assise	Mur de front/fût-colonne			Semelle	Pieux	Mur en retour côté 2	Autres:
					Tiers supérieur	Tiers central	Tiers inférieur				

INFORMATIONS DIVERSES	Cours d'eau acceptable (o/n)	Consolidation de fondation (m³)	Niveau d'eau (mm)		Assise à nettoyer (o/n)	Présence de butoirs (o/n)	Jet de sable (o/n)	distance libre travée-travée ou culée-travée	
			du jour	extrême				(mm)	T °C
ÉLÉMENT DE FONDATION 1									
ÉLÉMENT DE FONDATION 2									

APPAREIL D'APPUI	Type	fixe/ mobile	Hauteur libre / épaisseur (mm)	état acceptable (o/n)	Bloc d'assise à corriger (o/n)	TYPES D'APPAREIL D'APPUI 1 - Élastomère freiné 2 - Élastomère non freiné 3 - À glissement (TFE) 4 - À élastomère confiné 5 - À plaques en acier 6 - À rouleaux 7 - À pendules 8 - Autres 9 - Inexistant
ÉLÉMENT DE FONDATION 1						
ÉLÉMENT DE FONDATION 2						

LISTE DES DÉFAUTS					
BÉTON		ACIER		BOIS	
Écaillage	m²	Corrosion	m²	Pourriture	m²
Délaminage	m²	Perte de section		Altération physique	
Éclatement	m²	Déformation permanente		NOTE:	
Désagrégation	m²	Fissuration		Faire un croquis montrant	
profondeur	mm	Relâchement des		la localisation et	
Fissure	o/n	assemblages		l'ampleur du défaut	
active	o/n	NOTE:			
Érosion par abrasion	m²	Faire un croquis montrant			
Recouvrement de béton		la localisation et			
au-dessus armature	mm	l'ampleur du défaut			

_____ de _____

Figure 4.3-6 Éléments d'unité de fondation

RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE SYSTÈME STRUCTURAL

DOSSIER NO	
ROUTE	
OBSTACLE	
MUNICIPALITÉ	

Travée No

Élément de
fondation **1**

POUTRE No : _____

Élément de
fondation **2**

Côté 2 ———

Face

Dessous

Face

Côté 1 ———

Côté 2 ———

Face

Dessous

Face

Côté 1 ———

Côté 2 ———

Face

Dessous

Face

Côté 1 ———

**Diaphragmes-contreventements
d'extrémité à corriger**

ÉLÉMENTS DE FONDATION			
1		2	
entre les poutres		entre les poutres	
1 - 2	2 - 3	1 - 2	2 - 3
3 - 4	4 - 5	3 - 4	4 - 5
5 - 6	6 - 7	5 - 6	6 - 7
7 - 8	8 - 9	7 - 8	8 - 9
9 - 10	10 - 11	9 - 10	10 - 11

LISTE DES DÉFAUTS

LISTE DES DÉFAUTS			
BÉTON		ACIER	
Écaillage	1	Corrosion	11
Dé laminage	2	Fissuration	12
Éclatement	3	Relâchement des assemblages	13
Zones humides	4	BOIS	
Désagrégation	5		
Fissure	6		
Recouvrement de béton au-dessus armature	7	Pourriture	21
		Altération physique	22

____ de ____

Figure 4.3-7 Système structural

4-26

RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE ÉLÉMENTS DE TABLIER

DOSSIER NO	
ROUTE	
OBSTACLE	
MUNICIPALITÉ	

Travée No

DESSUS DE TABLIER								
DÉFAUTS (voir liste)	Côté extérieur		Trottoir/ chasse-roue		Épaulement au joint		Bande médiane	
	côté 1	côté 2	côté 1	côté 2	élément de fondation 1	élément de fondation 2	côté 1	côté 2

DIVERS								
Épaisseur d'enrobé	mm							
Confort de roulement acceptable	(o/n)							
Hauteur du chasse-roue	mm							
Chasse-roue en acier à enlever	(o/n)							
Nettoyage au jet de sable requis	(o/n)							

DESSOUS DE DALLE						
Efflorescence Stalactites (m ²)	Délaminage (m ²)	Éclatement (m ²)	Zones déjà réparées (m ²)	Risques chute de débris (o/n)	Coffrages existants (m ²)	Platelage de bois fixé aux poutres (o/n)

ENROBÉ					
Orniérage (mm)		Confort de roulement acceptable (o/n)			
Épaisseur	Quadrant	A	B	C	D
	(mm)				

JOINTS DE TABLIER		
DÉFAUTS/ CARACTÉRISTIQUES	ÉLÉMENT DE FONDATION 1	ÉLÉMENT DE FONDATION 2
Longueur (biais)	mm	
Largeur épaulement (côté culée)	mm	
Décalage vertical	mm	
Étanchéité	o/n	
Pièces métalliques mal assujetties	o/n	
Distance joint-poteau	mm	
Garniture à remplacer	o/n	

LISTE DES DÉFAUTS			
BÉTON		ACIER	
Écaillage	m ²	Corrosion	m ²
Délaminage	m ²	BOIS	Pourriture m ²
Éclatement	m ²		
Désagrégation	m ²		
Recouvrement de béton au-dessus armature	mm		

___ de ___

Figure 4.3-8 Éléments de tablier

RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE
REMARQUES / CROQUIS

Travée No

DOSSIER NO	
ROUTE	
OBSTACLE	
MUNICIPALITÉ	

____ de ____

Figure 4.3-9 Remarques/croquis

IDENTIFICATION	
Dossier P- _____	Obstacle _____
DT _____ CS _____	Municipalité _____
Photographies prises par : _____	
Date _____	

N° photo _____	
Identification	
Remarques	
N° photo _____	
Identification	
Remarques	
N° photo _____	
Identification	
Remarques	

Figure 4.3-10 Photographies

RELEVÉ DE DOMMAGES - INVESTIGATION DE BASE
MESURE DES MOUVEMENTS D'UN JOINT DE TABLIER

Croquis de localisation

DOSSIER NO

SITE

OBSTACLE

MUNICIPALITÉ

RELEVÉ PAR

ING. RESP.
DU RELEVÉ

$\Delta_t =$

Coté 1

Température (°C)

+40

+30

+20

+10

0

-10

-20

-30

-40

ouverture (mm)

Coté 2

Température (°C)

+40

+30

+20

+10

0

-10

-20

-30

-40

ouverture (mm)

LECTURES

	O	T°	DATE
1			
2			
3			
4			
5			
6			
POUTRES			
BÉTON		ACIER	

LECTURES

	O	T°	DATE
1			
2			
3			
4			
5			
6			
POUTRES			
BÉTON		ACIER	

Légende

O = Ouverture (mm)

T = Température (°C)

$\Delta_t =$ [Longueur sans joint (m) x F] x cos β

Δ_t = mouvement de tablier théorique (mm)

F = 0,77 (poutre en acier)

0,55 (poutre ou tablier en béton)

où β = biais du joint de tablier

Biais

Perpendiculaire

Axe du joint

Axe longitudinal

mouvement parallèle au joint

mouvement perpendiculaire au joint

de

Figure 4.3-11 Mesure des mouvements d'un joint de tablier

4.4 EXPERTISES

Les expertises viennent compléter l'investigation de base. Elles constituent la partie du relevé de dommages généralement effectuée par les services spécialisés.

Pour ce faire, il existe une multitude de méthodes d'investigation plus ou moins complexes; certaines de ces méthodes sont encore en développement ou ne sont 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 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 au MTQ. 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 soient réservées à l'équipe technique responsable des expertises, le fait de les connaître 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
<u>Usage courant</u> - Carottage - Teneur en chlorures - Pachomètre - Potentiel de corrosion <u>Usage non courant</u> - Radar - Thermographie infrarouge	<u>Usage courant</u> - Résistance à la compression - Réseau d'air - Teneur en chlorures - Absorption <u>Usage non courant</u> - Pétrographie
ACIER	
Sur le site	En laboratoire
<u>Usage courant</u> - Magnétoscopie <u>Usage non courant</u> - Ultrasons - Ressuage	<u>Usage courant</u> - Caractérisation de peinture existante <u>Usage non courant</u> - Radiographie
DIVERS	
Laboratoire mobile	

4.4.1 Béton

La collecte d'informations concernant le béton se fait de deux façons. Sur le site, des renseignements sont obtenus par l'examen de carottes prélevées sur la structure (et des trous de carottage) et par des méthodes comme la mesure de la teneur en chlorures, le pachomètre, la thermographie infrarouge, le radar et le potentiel de corrosion.

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 pétrographie et la teneur en chlorures du béton.

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 « *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 de ciment au-dessus des aciers d'armature;
- la présence éventuelle de béton désagrégé ou délaminé;
- la corrosion des aciers d'armature et leur gravité;

- la présence éventuelle de réparations antérieures et leur état;
- l'ampleur des 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 4 %;
- 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 « Recommended Practice for Microscopical Determination of Air-Void Content and Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete ».

C) Teneur en chlorures

La corrosion des armatures est susceptible de s'amorcer lorsque la teneur en 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 « *Test Methods for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete* ».

D) Absorption

Le taux d'absorption d'eau représente une façon indirecte d'estimer la probabilité de désagrégation du béton et de corrosion des armatures. Plus le taux d'absorption est bas, plus les probabilités d'anomalies sont faibles. Un béton dont le taux d'absorption est inférieur à 6,5 % est considéré comme étant de qualité acceptable.

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 642 « *Test Method for Specific Gravity, Absorption, and Voids in Hardened Concrete* ».

E) Pétrographie

L'examen pétrographique est une analyse très détaillée des composants du béton (granulats, pâte, ajouts cimentaires, etc.), de la structure du béton durci (rapport eau/liants, réseau d'air, etc.) et des détériorations du béton au cours des années (réaction ciment-granulats, béton soumis au feu, cycles de gel et dégel, etc.). L'examen pétrographique est surtout utilisé en dernier ressort, car il est très complexe et très coûteux.

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 856 « *Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete* ».

4.4.1.2 Potentiel de corrosion

Le potentiel de corrosion mesure le potentiel électrique résultant de la réaction électrochimique de corrosion des aciers d'armature et représente un indicateur de l'activité de corrosion de ces derniers.

Cet examen ne sert pas à déceler les défauts réels du béton (par exemple des délaminages), mais bien à établir une probabilité d'activité de corrosion des armatures. Néanmoins, un potentiel de corrosion élevé peut dans certains cas indiquer un défaut réel du béton. Le relevé de potentiel de corrosion doit toujours être accompagné de travaux de carottage. L'emplacement des carottes est déterminé à la suite du relevé, de manière à pouvoir établir une correspondance entre les différents niveaux de potentiel et l'état du béton.

L'essai est réalisé sur des surfaces de béton non endommagées, à partir de quadrillages de 1 à 2 m, conformément aux exigences de la norme ASTM C 876 « *Test Method for Half Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete* ». Un devis type pour baliser les paramètres d'exécution d'un relevé de potentiel est disponible auprès de la Direction des structures.

Le potentiel de corrosion comporte certaines restrictions dont les plus importantes sont :

- l'armature ne doit pas être recouverte d'époxy ni être galvanisée;
- la température du béton doit être d'au moins 0 °C;
- le béton doit contenir une quantité d'eau minimale sans toutefois être excessive;
- le relevé ne doit pas être réalisé l'automne, après le premier épandage de sels de déglacage; une teneur élevée en chlorures dans le béton peut entraîner un niveau de potentiel très élevé sans qu'il y ait nécessairement corrosion;
- des conduits électriques peuvent fausser les lectures de potentiel.

Le potentiel de corrosion présente quelques désavantages dont les principaux sont :

- le caractère destructif de la méthode pour ce qui est de l'étanchéité du dessus du tablier;
- le temps de réalisation relativement long.

4.4.1.3 Radar

Le radar fait appel à la propagation d'ondes électromagnétiques extrêmement courtes réfléchies aux interfaces de matériaux ayant des propriétés électriques différentes (air, enrobé, béton sain, béton non sain et acier).

Une récente recherche universitaire visant à évaluer l'efficacité réelle du radar à déterminer l'état des dalles et à préciser les conditions d'utilisation de cette technologie pour obtenir des résultats fiables concluait que le radar ne permettait pas de détecter directement le délaminage du fait de la faible ouverture des fissures. Cependant, une procédure de traitement des données nouvellement développée permet, à partir des signaux provenant du béton, d'identifier les zones à forte probabilité de corrosion. Les relevés traités selon cette procédure donnent des résultats équivalant à ceux du potentiel de corrosion et présentent de plus l'avantage d'être rapides, non destructifs, et de pouvoir être réalisés sans réellement perturber la circulation.

En plus de permettre l'auscultation d'une dalle malgré la présence d'enrobé, le radar a le grand avantage d'être insensible aux conditions météorologiques et peut être ainsi réalisé la nuit ou l'hiver.

Le radar comporte néanmoins certaines restrictions dont les plus importantes sont :

- le tablier doit être libre de tout débris;
- l'épaisseur de l'enrobé doit être d'au moins 40-50 mm pour obtenir des résultats optimaux;
- l'épaisseur du recouvrement de béton au-dessus des armatures doit être d'au moins 50 mm pour obtenir des résultats optimaux.

4.4.1.4 Thermographie infrarouge

La thermographie infrarouge fait appel au gradient thermique résultant du réchauffement ou du refroidissement du béton. Le délaminage et autres discontinuités modifient le rythme de transfert de chaleur à l'intérieur du béton, créant une température de surface différente de celle des surfaces de béton sain environnantes.

Cette différence de température est mesurée conformément aux exigences de la norme ASTM D 4788 « *Test Method for Detecting Delaminations in Bridge Decks Using Infrared Thermography* », à l'aide d'équipements perfectionnés sensibles aux infrarouges.

La thermographie permet de détecter le délaminage et la désagrégation du béton des dalles, le décollement de l'enrobé et les zones de béton déjà réparées. Cependant, il est souvent difficile de faire la différence entre le décollement de l'enrobé et le délaminage du béton. Un carottage de corrélation doit être effectué pour établir certains paramètres de la thermographie.

Cet examen n'est pas nécessairement plus précis que le carottage pour déterminer l'ampleur des dommages, mais il est très rapide à réaliser puisque l'auscultation s'effectue sur une voie de circulation complète, à environ 5 km/h. La thermographie combinée au radar permet de maximiser la précision de l'expertise de dalle. Le coût de la thermographie au mètre carré, pour connaître l'état d'une dalle, est sensiblement identique à celui du carottage.

L'avantage de la thermographie, c'est qu'elle permet d'examiner une dalle malgré la présence d'un revêtement en enrobé. Par contre, sa grande sensibilité aux conditions météorologiques peut être un inconvénient important; un ciel ensoleillé sans nuages et une vitesse de vent inférieure à 50 km/h sont des conditions idéales à la collecte d'informations. Bien que les recherches démontrent que la thermographie pourrait se faire la nuit, on effectue normalement les relevés de jour, de préférence au début ou à la fin de l'été, car le gradient thermique maximal donne alors les meilleurs résultats possibles. De plus, la période de 12 h à 14 h est recommandée, car la stabilité thermique facilite le repérage du contour des zones de béton délaminé.

La thermographie infrarouge comporte d'autres restrictions dont les plus importantes sont :

- la température du béton en surface doit être supérieure à 0 °C;
- le tablier doit être libre de tout débris;
- le tablier doit être sec; un délai d'attente de 24 heures doit être prévu après une pluie;
- l'épaisseur de l'enrobé doit être d'au plus 75 mm pour obtenir des résultats optimaux.

L'auscultation par thermographie infrarouge est tributaire des conditions climatiques, de l'état d'humidité de la chaussée et son efficacité est réduite lorsque le recouvrement bitumineux est important. Par ailleurs, l'exploitation des images thermiques pour l'établissement des cartographies de dégradation est un processus assez onéreux et le dimensionnement précis des anomalies thermiques n'est pas aisé. Cet outil ne doit pas être totalement écarté, il peut être utilisé à l'occasion pour apporter un complément aux relevés radars, lorsque les conditions atmosphériques propices sont présentes.

4.4.1.5 Pachomètre

Le pachomètre fonctionne suivant le principe de la perturbation, par les armatures, d'un champ magnétique induit par l'appareil. Cet appareil portatif, utilisé pour mesurer l'épaisseur du béton recouvrant les armatures, vérifie si ce recouvrement est d'épaisseur suffisante pour protéger efficacement les armatures contre la pénétration des chlorures. Un élément en béton qui présente de nombreuses taches de rouille, des fissures ou de l'éclatement vis-à-vis des armatures devrait être ausculté au pachomètre pour décider s'il doit être réparé avec ou sans surépaisseur.

L'appareil ne fonctionne pas bien si le béton est fortement armé ou recouvert d'enrobé, s'il se trouve à proximité de fils électriques, ou si le recouvrement de béton au-dessus des armatures a plus de 50 mm d'épaisseur.

4.4.2. Acier

Les trois méthodes généralement utilisées pour détecter des défauts sur les pièces d'acier sont la magnétoscopie, les ultrasons et le ressuage.

S'il existe des doutes sur la composition d'un système de peintures devant être remplacé sur une charpente métallique, une caractérisation permet de déterminer si le recouvrement existant contient des matières dangereuses telles que du plomb ou du chrome. Cette information, directement liée à la nature des résidus de décapage, permet d'établir plus clairement la portée des travaux dans les documents contractuels.

4.4.2.1 Magnétoscopie

L'examen magnétoscopique est utilisé pour détecter la présence de fissures à la surface ou près de la surface des éléments en acier et des cordons de soudure. Cet examen est très sensible et permet la détection des fissures les plus fines. Il exige le nettoyage des surfaces à inspecter et l'enlèvement du revêtement de peinture. L'examen magnétoscopique provoque cependant l'aimantation permanente des surfaces et des défauts de surface au point de contact des électrodes.

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM E 709 « *Practice for Magnetic Particle Examination* ».

4.4.2.2 Ultrasons

Les ultrasons servent surtout à mesurer l'épaisseur des pièces métalliques pourvu qu'elles ne soient pas trop endommagées par la rouille ou par des défauts internes.

Les ultrasons permettent également de détecter des défauts de très petites dimensions – vides, délaminages, fissures, inclusions non métalliques, manque de fusion, porosité – situés en profondeur dans l'acier et dans les cordons de soudure.

L'essai réalisé sur les cordons de soudure est fait conformément aux exigences de la norme CSA-W59 « Construction soudée en acier (soudage à l'arc) ».

4.4.2.3 Ressuage

L'examen par ressuage sert à détecter des fissures à la surface d'éléments en acier et sur les cordons de soudure. Cette méthode d'investigation exige un nettoyage impeccable des surfaces à inspecter, y compris l'enlèvement du revêtement de peinture.

L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM E 165 « *Practice for Liquid Penetrant Inspection Method* ».

4.4.3 Laboratoire mobile

Le ministère des Transports du Québec possède un laboratoire mobile qui permet d'instrumenter les ponts. Cette unité mobile a pour fonction d'acquérir des données lors d'essais de chargement en modes statique et dynamique dans le but d'augmenter la précision des méthodes analytiques d'évaluation de ponts. En effet, ces méthodes ont souvent tendance à surestimer les contraintes parce qu'elles se basent sur des hypothèses simplificatrices souvent trop conservatrices. Par souci de simplification, les méthodes de calcul énoncées dans la norme CAN/CSA-S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » négligent certains phénomènes qui influencent de façon importante la capacité de la structure. L'analyse théorique effectuée par la suite à l'aide des données fournies par le Laboratoire mobile a pour but de mieux estimer la capacité réelle du pont, et par conséquent, de réduire, bien souvent de façon importante, les coûts de réparation et de renforcement.

L'instrumentation consiste principalement à installer des jauges extensométriques qui mesurent les déformations ponctuelles de l'élément structural (allongement ou raccourcissement). On en déduit ensuite les efforts réels induits dans l'élément et qui, comparés aux efforts obtenus par des méthodes d'analyse raffinées, permettent d'étalonner le modèle mathématique utilisé et d'obtenir ainsi des efforts estimés plus conformes à la réalité. D'autres types de mesures comme ceux des flèches et des

fréquences de vibration peuvent être enregistrés pour raffiner davantage les résultats.

Il faut souligner que les essais de chargement d'un pont exigent beaucoup de temps sur le site et au bureau pour la collecte et l'analyse des données et sont donc très coûteux. Ainsi, très peu de ponts peuvent être instrumentés sur une base annuelle.

4.5 EFFICACITÉ DES MÉTHODES D'INVESTIGATION

Les différentes méthodes d'investigation mentionnées, soit à l'article « Investigation de base », soit à l'article « Expertises », n'ont pas toutes le même degré de précision pour déceler les défauts ou trouver les caractéristiques du matériau.

Les tableaux 4.5-1, 4.5-2 et 4.5-3 indiquent l'efficacité des méthodes à privilégier en fonction des défauts recherchés. Cependant, ces tableaux ne doivent être considérés qu'à titre indicatif et non comme un guide officiel lorsqu'il s'agit de choisir une méthode d'investigation appropriée. Ce choix doit être fait principalement en fonction de l'état des matériaux à inspecter, du type et de l'envergure de la structure, du défaut recherché, de la précision désirée et des conditions qui prévalent sur le site (emplacement, circulation, conditions climatiques, etc.).

Tableau 4.5-1 Efficacité des méthodes d'investigation pour détecter les détériorations du béton ou en déterminer les caractéristiques

	DÉTÉRIORATION / CARACTÉRISTIQUE DU BÉTON					
	Écaillage	Désagrégation	Corrosion des armatures	Délaminage	• Fissures • Érosion par abrasion • Éclatement	Résistance à la compression
Méthode d'investigation						
Examen visuel	B	B	F	F	B	
Examen par percussion		B		B		F
Carottage	M	M	F	M		B
Réseau d'air	B P	B P				
Teneur en chlorures			M P	F P		
Absorption	F P	B P	F P	F P		F
Péetrographie	M P	M P			M (Fissuration interne)	F
Potentiel de corrosion			B P	B P		
Radar	F	M	M P	F P		
Thermographie	F	F		M		
Pachomètre			M P	F P	F	

Dommages existants

B : bon M : moyen F : faible

Dommages 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 MÉTHODES D'INVESTIGATION DU BÉTON NON UTILISÉES AU MINISTÈRE

Plusieurs autres méthodes d'investigation existent, mais ne sont pas utilisées au Ministère, leur absence étant justifiée par certaines restrictions d'utilisation. Les plus connues sont :

- l'essai au scléromètre;
- l'essai de pénétration;
- le Delamtect;
- l'émission acoustique;
- les rayons X;
- les rayons gamma;
- la méthode nucléaire;
- la résistivité électrique;
- le microséisme;
- les ultrasons.

A) *Essai au scléromètre*

L'essai au scléromètre permet d'évaluer la dureté d'une surface de béton à l'aide d'un appareil appelé scléromètre ou marteau Schmidt. Ces mesures peuvent être utilisées pour évaluer sommairement la résistance à la compression du béton ou pour déterminer son uniformité. L'essai est réalisé sur le site d'inspection conformément aux exigences de la norme ASTM C 805 « *Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete* ».

Outre son manque évident de précision, cette méthode comporte les restrictions suivantes :

- la surface de béton doit être unie;
- la dureté du béton ne peut être évaluée qu'en surface seulement;
- les mesures de l'essai d'un élément ou d'une de ses parties peuvent être comparées pourvu que le béton ait sensiblement le même âge, les mêmes constituants et les mêmes conditions d'humidité.

B) *Essai de pénétration*

Cet essai ressemble à l'essai au scléromètre sauf que l'appareil utilisé fait pénétrer une sonde en alliage très dur dans le béton. On mesure la longueur de la partie non enfoncée de l'aiguille et l'on en déduit par corrélation la résistance approximative à la

compression du béton. L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM C 803 « *Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete* ».

Cet essai est moins sensible aux conditions de surface que ne l'est celui au scléromètre, car la sonde pénètre sur plus de 50 mm dans le béton. Cependant, le calibre et la distribution du gros granulat affectent beaucoup plus les résultats que ne le fait l'essai au scléromètre. L'essai de pénétration entraîne aussi des dommages à la surface de béton qu'il faut ensuite réparer.

C) *Delamtect*

Le Delamtect est un appareil qui permet de réaliser l'examen par percussion d'une dalle sans qu'il soit nécessaire d'interpréter les résultats sur le site d'inspection. L'interprétation en laboratoire est cependant difficile; cette méthode s'avère moins précise que les méthodes traditionnelles de sondage pour les dalles non recouvertes d'enrobé et tout à fait imprécise pour les dalles recouvertes. L'essai est réalisé conformément aux exigences de la norme ASTM D 4580 « *Practice for Measuring Delaminations in Concrete Bridge by Sounding* ».

D) *Émission acoustique*

Cette méthode d'investigation consiste à placer plusieurs détecteurs sur les surfaces d'un élément en béton, généralement des poutres, pour localiser les émissions acoustiques produites par le rapide dégagement de contraintes, entre autres lors du processus de formation des fissures.

L'émission acoustique exige un très haut niveau de compétence et peut s'étendre sur de très longues périodes de temps, souvent des années.

E) *Rayons X*

Les rayons X permettent de détecter les vides et les fissures et de localiser les armatures des poutres en béton. Leur utilisation est très limitée à cause de l'encombrement important des équipements, des hautes tensions en cause et des contraintes de sécurité très élevées qu'elles imposent.

F) *Rayons gamma*

Comme les rayons X, les rayons gamma sont utilisés pour détecter les vides et les fissures et pour localiser les armatures des poutres en béton. Leur utilisation, bien qu'encore très limitée, semble plus prometteuse que celle des rayons X, car leur pouvoir de pénétration est beaucoup plus élevé, l'équipement requis est moins encombrant et aucune source d'énergie importante n'est nécessaire. Cependant, la

manipulation des matériaux radioactifs utilisés est fortement réglementée.

G) Méthode nucléaire

Cette méthode d'investigation consiste principalement à mesurer les conditions d'humidité du béton sur une profondeur maximale de 50 mm, par l'envoi d'un faisceau de neutrons à haute vitesse à travers le béton. On en déduit ensuite la présence éventuelle d'une activité de corrosion des armatures.

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) Microséisme

Le microséisme 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 « *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.

CHAPITRE 5

ÉTUDES D'OPPORTUNITÉ

TABLE DES MATIÈRES

5.1	GÉNÉRALITÉS	5-1
5.2	CRITÈRES UTILISÉS POUR LE CHOIX DES INTERVENTIONS SUR UNE DALLE	5-2
5.2.1	Débit de circulation	5-3
5.2.2	Étendue et répartition des dommages	5-3
5.2.3	Activité de corrosion au niveau des barres d'armature	5-4
5.2.4	Qualité du béton	5-4
5.2.5	Épaisseur de la dalle	5-4
5.2.6	Caractéristiques structurales et fonctionnelles	5-4
5.3	INTERVENTIONS SUR UNE DALLE	5-5
5.3.1	Remise en état de la dalle	5-5
5.3.2	Remplacement d'une dalle sur poutres	5-6
5.4	CHOIX D'INTERVENTION POUR UNE DALLE SUR POUTRES	5-6
5.4.1	Analyse des coûts	5-6
5.4.2	Interventions recommandées	5-7
5.4.3	Pont à plusieurs travées	5-9
5.4.4	Élargissement d'un pont	5-9
Tableau 5.4-1 Interventions recommandées pour une dalle sur poutres		5-8

5.1 GÉNÉRALITÉS

L'étude d'opportunité pour la remise en état, l'amélioration ou la reconstruction d'un pont consiste à analyser la nature des besoins d'intervention, à établir des scénarios avec les avantages et les inconvénients et à démontrer la nécessité ou non de réaliser une intervention. L'étude d'opportunité consiste donc à optimiser l'intervention la plus avantageuse tant du côté technique que financier.

Le chapitre 3 « Méthodes d'intervention » précise pour chaque élément d'un pont, un seuil au-delà duquel une intervention est recommandée. Bien que dans le présent chapitre, l'étude d'opportunité se limite au platelage, elle devrait tenir compte de la relation avec les autres éléments principaux du pont tels le platelage, le système structural et les éléments de fondation.

Les principaux types de platelage en béton considérés sont la dalle sur poutres et la dalle épaisse. La dalle sur poutres est normalement en béton armé coulé en place; elle peut parfois être précontrainte transversalement. La dalle épaisse constitue à la fois le platelage et le système structural du pont. Elle peut être pleine ou évidée, coulée en place, en béton armé ou en béton précontraint. La dalle épaisse en béton précontraint est généralement précontrainte par post-tension.

Les tabliers des portiques et des ponts à béquilles en béton armé qui ne sont pas constitués de poutres supportant une dalle mince doivent être considérés comme des ouvrages à dalle épaisse. La reconstruction d'une dalle épaisse est très coûteuse. Ce coût élevé s'explique par le fait que le remplacement d'une dalle épaisse nécessite le remplacement complet du tablier.

Selon le degré de difficulté que pose le remplacement, les dalles peuvent être classées en trois catégories :

- Dalle facilement remplaçable

La dalle d'un pont supportée par des poutres préfabriquées en béton ou des poutres en acier peut être remplacée facilement.

- Dalle dont le remplacement est problématique

Le remplacement de la dalle d'un pont supportée par des poutres en béton armé coulées en place (poutres à âme pleine, poutres-caissons ou pont à béquilles) est possible mais plus problématique. Ce type de tablier étant construit à l'aide d'étalement, il faut donc s'assurer de la stabilité des poutres lors de son remplacement.

- Dalle difficilement remplaçable

Le remplacement de la dalle des ponts dont le tablier est précontraint par post-tension est très difficile, voire souvent impossible. La précontrainte ayant été appliquée après le bétonnage de la dalle, cette dernière fait donc partie intégrante du système structural. L'enlèvement de la dalle modifie les efforts dans le tablier et peut

affecter sa stabilité. De plus, des précautions doivent être prises afin de ne pas endommager les câbles de précontrainte qui, à certains endroits, passent dans la dalle. La reconstruction de la dalle nécessite parfois le remplacement du tablier. De même, les caractéristiques structurales des tabliers à dalles épaisses peuvent présenter le même genre de problème.

Le chapitre 4 « Relevés de dommages » porte sur la réalisation des expertises d'une dalle, d'un tablier ou des éléments de fondation. Les expertises effectuées par la Direction du laboratoire des chaussées, par la Direction des structures ou par des consultants externes permettent la formulation de recommandations quant au choix de l'intervention la plus avantageuse à privilégier. Le présent chapitre a pour objectif d'aider l'équipe technique chargée de la préparation des plans et devis à vérifier la pertinence des interventions proposées.

5.2 CRITÈRES UTILISÉS POUR LE CHOIX DES INTERVENTIONS SUR UNE DALLE

On détermine, par une expertise de la dalle, la nature des besoins d'intervention sur un pont en fonction de défauts ou d'anomalies de comportement d'une dalle qui causent, déjà ou à court terme, des inconvénients importants aux usagers.

Les interventions possibles sur une dalle sont :

- une remise en état;
- un remplacement.

La remise en état de la dalle peut être réalisée de différentes façons : la réparation de la dalle, la mise en place d'une chape de béton ou d'un système de protection cathodique. Ces interventions peuvent parfois être combinées.

Lors de l'étude d'opportunité, il faut prendre en compte plusieurs critères qui guideront le chargé de projet dans le choix de l'intervention la plus appropriée. Les critères fondamentaux à considérer sont :

- le débit de circulation;
- l'étendue et la répartition des dommages;
- l'activité de corrosion au niveau des barres d'armature;
- la qualité du béton;
 - la résistance à la compression,
 - le taux d'absorption,
 - la teneur en chlorures,
 - le réseau d'air,
 - la réaction alcalis-granulats;
- l'épaisseur de la dalle;
- les caractéristiques structurales et fonctionnelles;

- le type de structure;
- l'état du système structural;
- la capacité portante du système structural;
- la géométrie.

Des critères complémentaires doivent également être considérés 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.

Les critères complémentaires sont généralement utiles pour confirmer les conclusions qui se dégagent de l'évaluation des critères fondamentaux. Cependant, il peut 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 excellent.

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 5000. Dans certains secteurs du réseau routier, 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 généralement reliés à des défauts de matériaux comme la désagrégation et le délaminage du béton. Ces défauts sont identifiés à partir d'un relevé de dommages.

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 adoptée 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 serait plus appropriée.

5.2.3 Activité de corrosion au niveau des barres d'armature

La pénétration des chlorures 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 à l'aide d'un relevé de potentiel. Un potentiel E_c plus électronégatif que -350 mV par rapport à une électrode de référence (cuivre-sulfate de cuivre) signifie qu'il y a une forte probabilité de corrosion de l'armature.

5.2.4 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 chlorures, 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.

Généralement, il n'est pas rentable de réparer un tel béton, car les travaux peuvent parfois prendre une ampleur imprévisible, et la durée de vie des réparations est souvent très limitée.

5.2.5 Épaisseur de la dalle

Il est généralement très difficile d'effectuer la réparation en surface d'une dalle sur poutres de moins de 165 mm d'épaisseur. Il est recommandé de la remplacer 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. Il faut tenir compte également de 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 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 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 un élément en béton armé déficient. Les interventions actuellement préconisées par le Ministère pour corriger une dalle sont décrites ci-dessous.

5.3.1 Remise en état de la dalle

La remise en état de la dalle se limite généralement à une réparation. Il existe maintenant d'autres méthodes comme la mise en place d'une chape ou d'un système de protection cathodique qui peuvent se révéler plus économiques à long terme qu'une simple réparation.

5.3.1.1 Réparation de la dalle

La réparation comprend la démolition du béton non sain et son remplacement par un nouveau béton. Elle peut être limitée en surface ou s'effectuer en profondeur, selon l'épaisseur de la démolition. La mise en place d'une membrane d'étanchéité et la pose d'un enrobé complètent généralement 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 béton, généralement au latex. Une chape est particulièrement appropriée lorsque le recouvrement de béton est insuffisant. Une réparation de dalle peut être combinée à la mise en place d'une chape. Cette combinaison permet entre autres d'ancrer la chape à l'armature supérieure de la dalle, augmentant ainsi le lien d'interface. La pose d'une membrane d'étanchéité et celle d'un enrobé sont généralement recommandées pour compléter l'intervention.

La chape augmente habituellement la charge morte. Il est donc essentiel de s'assurer que la structure 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, et ayant

des détériorations dont l'ampleur est 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.

Les expériences antérieures du Ministère avec la protection cathodique à courant imposé ont révélé que l'inconvénient majeur d'un tel système est qu'il faut faire un suivi périodique pour s'assurer que le courant est à l'intérieur d'un intervalle spécifié. Certaines entreprises spécialisées offrent maintenant un service de maintien et de suivi, facilitant ainsi l'exploitation du système.

5.3.2 Remplacement d'une dalle sur poutres

Lorsque l'étendue des dommages est très importante, il peut s'avérer plus économique de remplacer une dalle plutôt que de la réparer. Le remplacement d'une dalle peut être conjugué à un renforcement du système structural par l'ajout des goudjons aux poutres d'acier, ce qui permet d'avoir une action mixte.

5.4 CHOIX D'INTERVENTION POUR UNE DALLE SUR POUTRES

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 donnée. 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 généralement retenue est de 50 ans avec un taux d'actualisation représentatif du marché.

Les scénarios d'intervention varient en fonction des caractéristiques fonctionnelles et du type d'ouvrage. Les scénarios ayant été retenus aux fins d'analyse 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 considérés :

- l'étendue des dommages;
- la durabilité de la dalle remise en état;
- la durée de vie de la dalle reconstruite.

Bien qu'il soit difficile de les évaluer, les coûts relatifs au maintien de la circulation et à la signalisation devraient également être pris en considération.

Les inconvénients causés aux usagers peuvent, dans certains cas, être considérés dans le choix de la solution.

5.4.2 Interventions recommandées

Le traitement de cinq scénarios d'intervention à l'aide d'un logiciel d'analyse de coûts a permis de déterminer 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

DÉBIT DE CIRCULATION	ÉTENDUE DES DOMMAGES (D)* (% superficie de la dalle)	SCÉNARIO 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 identifiés lors d'un relevé de dommages.

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

Bien que les coûts aux usagers (pertes de temps pour les usagers, dépenses additionnelles en essence, etc.) ne soient pas 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 resurfacement 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. Dans ce cas, il est important d'avoir un bon lien entre l'enrobé et la dalle pour assurer la sécurité des usagers.

Si l'on décide de remettre en état la dalle, seuls des travaux temporaires de correction ou de resurfacement 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 peut parfois se répéter de façon assez similaire d'une travée à l'autre.

Comme il faut tenir compte à la fois des ressources financières limitées 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 à intervalles rapprochés l'une ou l'autre des différentes travées d'un pont, une intervention simultanée sur toutes les travées doit être privilégiée. Cependant, il peut être préférable de procéder autrement, en raison 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.

CHAPITRE 6

DEVIS SPÉCIAL

TABLE DES MATIÈRES

6.1	GÉNÉRALITÉS	6-1
6.1.1	Documents préliminaires	6-1
6.1.2	Devis spécial	6-3
6.1.3	Signature des documents	6-5
6.1.4	Plan « tel que construit »	6-5
6.2	DEVIS TYPE	6-6
6.3	ANNEXES AU DEVIS SPÉCIAL	6-7
6.4	DESSINS TYPES ET PLANS TYPES	6-9
6.4.1	Généralités	6-9
6.4.2	Principes de base	6-10
6.4.3	Procédures d'utilisation des dessins types et des plans types	6-13
6.5	LISTE DES PRIX	6-18
Figure 6.3-1	Exemple d'identification d'une annexe	6-8

6.1 GÉNÉRALITÉS

6.1.1 Documents préliminaires

6.1.1.1 Préparation des documents

Pour un projet de réparation de pont comportant des travaux d'une certaine envergure, et touchant d'une façon importante des éléments principaux, une démarche d'avant-projet est exigée, démarche aboutissant sur la production de documents préliminaires comprenant un plan, une estimation et un rapport explicatif.

L'approbation des documents préliminaires par l'unité administrative responsable des structures est nécessaire avant d'entreprendre les calculs ainsi que les plans et devis détaillés.

Premièrement, certains documents de base nécessaires à l'élaboration des plans et devis doivent être regroupés, comme les plans de la structure originale, ainsi que des modifications subséquentes s'il y a lieu, le rapport d'étude géotechnique, les exigences relatives aux utilités publiques, l'expertise de la dalle, etc. Après l'analyse de ces documents et une visite des lieux, la préparation du projet peut se poursuivre par la réalisation des plans et devis préliminaires.

6.1.1.2 Plans préliminaires

Les plans préliminaires comprennent une page frontispice portant la mention « préliminaire », sur laquelle apparaissent le plan de localisation, la liste des feuillets, la description générale et les agréments techniques et administratifs, un plan d'ensemble et si nécessaire, un plan de topographie.

Le plan d'ensemble préliminaire est préparé suivant le format et avec le cartouche du modèle exigé par le Ministère. Une fois complété, ce plan est transmis aux unités administratives concernées pour commentaires et acceptation.

Les plans préliminaires doivent contenir les documents suivants :

- page frontispice selon les exigences du chapitre 18 du *Manuel de conception des structures – Volume 1*;
- plan d'ensemble contenant obligatoirement 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 ou d'un tablier. Ces vues et coupes comprennent les dimensions des différents éléments;

- les types de béton de ciment utilisés.
- plan d'ensemble contenant les détails suivants lorsqu'ils s'appliquent au projet :
 - les vues nécessaires montrant 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;
 - 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 de glissière ou de garde-fou 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 ou figure nécessaires pour montrer adéquatement l'ensemble des travaux prévus.
- le relevé de dommages des éléments à réparer. Ce relevé est réalisé selon les modalités du chapitre 4 du présent manuel et il doit être signé par le concepteur.

6.1.1.3 Estimation préliminaire

L'estimation préliminaire est la liste détaillée, mais avec des quantités approximatives, de chaque partie d'ouvrage visée par les travaux.

6.1.1.4 Rapport explicatif

Un rapport explicatif justifiant le choix de la solution retenue est produit au besoin pour étayer les hypothèses et pour présenter les autres scénarios d'intervention ayant été considérés.

6.1.1.5 Utilisation des documents

Selon le cas, ces documents préliminaires peuvent aussi être utilisés :

- pour obtenir les commentaires d'autres unités administratives du ministère des Transports;
- pour justifier la nécessité de modifier le profil d'une route;
- pour appuyer une demande d'étude des sols;
- pour établir le plan des conduits d'éclairage ou d'autres services publics;
- dans les demandes d'approbation de la Commission canadienne des transports, de sociétés ferroviaires ou d'autres organismes concernés;
- pour informer les autres ministères intéressés au projet : Environnement et Faune, Agriculture, etc.;
- pour inscrire les commentaires provenant de l'unité administrative responsable des structures.

6.1.2 Devis spécial

Le devis spécial décrit et regroupe toutes les exigences pour réaliser un projet spécifique. Il complète le *Cahier des charges et devis généraux du MTQ (CCDG)*, ce dernier renfermant les conditions générales de tout contrat, les normes de contrôle des matériaux ainsi que la description de certains travaux de base.

Les qualités essentielles caractérisant un devis spécial sont la précision de son contenu et la clarté de sa présentation, afin d'éviter tout malentendu entre le donneur d'ouvrage et l'entrepreneur ayant à réaliser les travaux.

Introduit par une page frontispice et une table des matières, le devis spécial est formé d'articles ainsi que de documents connexes les complétant, tels le CCDG, les annexes et les plans. Le devis spécial d'entretien de structures est normalement constitué de deux documents de base : le document 101 et le document 130.

Le document 101 regroupe toutes les clauses administratives nécessaires pour bien encadrer l'exécution des travaux. Le document 130 représente la partie technique du devis spécial et a pour but de définir les travaux spécifiques à des projets d'entretien qui ne sont pas mentionnés au CCDG. La plupart des articles à inclure au devis spécial proviennent du devis spécial type. Mais 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.

Chaque article du devis spécial est identifié par un numéro et un titre indiquant la nature de son contenu. Les articles sont numérotés par ordre croissant en commençant par le chiffre 1. Chaque page du devis spécial, en format 8 ½ " x 14 ", est généralement identifiée par le numéro de contrat en haut de page et par la pagination propre au document en bas de page.

Des annexes précisent certains articles du document 130. Une référence directe à chaque annexe est prévue dans le devis spécial. Les annexes sont placées après la signature du document 130, à la suite des articles du devis spécial.

Des plans complètent le devis spécial; ils sont constitués de dessins types et de plans types pour des projets d'entretien standard. Des plans spécifiques peuvent être ajoutés pour illustrer l'étendue des travaux et pour préciser des travaux non couverts par les dessins et les plans types.

Tout projet de remise en état d'un pont ou d'une de ses parties devrait normalement être introduit par un plan d'ensemble qui, en plus de présenter le site en général, fournira aux intervenants les informations de base sur la nature et l'ampleur des travaux à réaliser.

Pour favoriser la conservation des documents et faciliter la traçabilité des interventions, il est recommandé d'employer des plans de format ISO A1 pour les projets d'entretien. Le format ISO A1 est absolument requis pour des travaux d'amélioration fonctionnelle comme le renforcement d'un pont et l'élargissement de la voie carrossable, travaux qui entraînent normalement la modification de la capacité portante du pont.

La rédaction et la mise en page des différentes parties composant le devis spécial se font d'une manière intégrée à l'aide du logiciel Word 7.0 à partir des documents types. Ainsi, la rédaction intégrée du devis à l'aide des insertions automatiques adaptées à un contexte d'entretien de structures offre plusieurs possibilités de sélection, d'insertion et de vérification des différents éléments du devis spécial qui permettent au rédacteur de produire une version finale des documents. Un document d'appui conçu pour aider le rédacteur à élaborer son devis spécial est disponible sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

Comme le devis spécial et les plans sont les documents contractuels essentiels qui seront utilisés pour mener les travaux à terme, ils doivent être préparés sous la responsabilité d'un ingénieur.

6.1.3 Signature des documents

Devis spécial

Le devis spécial doit faire mention, à la dernière page, du nom de la personne qui le prépare et de la date d'émission du plan; il doit être signé et scellé par l'ingénieur concepteur, puis être signé et daté par le vérificateur.

Bordereau d'estimation

Le bordereau d'estimation doit être signé et daté par la personne qui le prépare et par la personne qui le vérifie.

Plans de format ISO A1

Lorsque le projet d'entretien comporte une page frontispice, cette dernière doit mentionner le nom des ingénieurs et des techniciens ainsi que la date d'émission du plan, et porter la signature du gestionnaire autorisé.

Les feuillets de plan autres que la page frontispice doivent être signés et scellés par l'ingénieur concepteur, puis être signés et datés par le vérificateur. De plus, ces feuillets de plan doivent mentionner le nom des techniciens les ayant préparés ainsi que la date d'émission des plans.

Plans d'atelier

Les plans d'atelier soumis par l'entrepreneur doivent être signés et datés par la personne qui les approuve.

6.1.4 Plan « tel que construit »

De la même manière que pour le plan « soumission – construction » (SC), le plan « tel que construit » (TC) doit être dûment produit et numérisé afin de conserver une trace des travaux ayant été réellement exécutés.

Après les travaux, le concepteur établit le plan « tel que construit » à partir des copies de plan annotées au crayon rouge par le surveillant. Ces annotations doivent être apportées directement aux fichiers électroniques.

- Toutes les annotations transposées sur un feuillet électronique du plan « soumission – construction » ou « soumission » ou « construction » doivent être faites par l'addition d'une correction ou d'une modification clairement identifiée « tel que construit » et précédée du sigle delta Δ portant à l'intérieur le numéro en ordre croissant pour l'ensemble des feuillets d'un plan. Ces annotations doivent être à la fois colligées sur ce même feuillet dans un tableau descriptif titré « nature des

modifications » et « tel que construit ». Le nom de la personne qui a créé ce plan « tel que construit » doit être inscrit ainsi que la date de création (voir à cet effet le modèle disponible sur le site intranet de la Direction des structures).

- Le concepteur transmet ensuite ces documents à la direction territoriale.
- Les fichiers électroniques (*.dwg) des feuillets du plan « tel que construit » doivent être transmis par la direction territoriale à la Direction des structures à l'adresse électronique DGIT-DS-plans@mtq.gouv.qc.ca. Elle transmet également s'il y a lieu, sous forme électronique, la liste des feuillets des plans d'atelier, avec la description pour l'enregistrement dans la base de données ministérielle MIC-0035. De plus, la direction territoriale transmet au Service de la gestion des ressources matérielles, les plans papier « tel que construit », avec la copie papier des plans d'atelier pour qu'ils soient numérisés au même moment.

La numérotation des feuillets de plan d'atelier doit suivre la numérotation des plans « TC » concernés afin d'éviter toute confusion.

6.2 DEVIS TYPE

Afin de faciliter la rédaction du devis spécial d'un projet d'entretien et d'assurer l'uniformité des textes, un devis type conforme aux pratiques du MTQ a été élaboré. Ce devis type d'entretien regroupe tous les articles touchant la réparation et la remise en état de la majorité des ponts au Québec, à l'exception des ponts acier-bois et des ponceaux qui sont traités dans des manuels spécifiques.

Les textes encadrés figurant au début de chaque article du devis type sont des instructions au rédacteur qui l'aideront à choisir et à finaliser les articles normalisés devant être intégrés au devis spécial.

Les instructions comportent donc toujours une partie conçue pour aider le rédacteur à choisir les articles à inclure pour un projet donné. Au moment de finaliser les articles, le rédacteur trouvera dans ces encadrés les informations nécessaires pour remplir les espaces laissés en blanc en fonction des exigences particulières à chaque projet.

En raison de la mise à jour fréquente du devis type, les articles peuvent seulement être obtenus sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

Remarque

Il est recommandé dans un premier temps de procéder à une impression du devis type en format lettre pour se constituer un document de référence. Pour ce faire, il faut imprimer la version .pdf du devis, où les textes masqués et ombragés  (commentaires explicatifs) et les codes de champ { } (zones de texte à compléter) sont apparents. Il est à noter qu'une impression en deux étapes est nécessaire pour obtenir un document adéquatement paginé.

Par la suite, lors de la préparation d'un projet particulier, une version préliminaire du devis devrait être produite en format papier, avec les commentaires et les codes de champ. Cette version permet au concepteur de finaliser adéquatement les articles choisis. Une version définitive du devis, excluant les commentaires et les codes de champ qui ont été préalablement complétés, est produite en tout dernier lieu.

6.3 ANNEXES AU DEVIS SPÉCIAL

Le contenu d'une annexe ne doit en aucun cas être modifié.

Les annexes doivent être numérotées suivant l'ordre de leur mention au devis spécial. Lors de la vérification du devis spécial, il faut s'assurer que les annexes nécessaires sont incluses, avec leur numéro d'identification (sur la première page seulement), le numéro de contrat ainsi que la pagination séquentielle du document. Un exemple d'identification d'une annexe est montré à la figure 6.3-1.

Les annexes peuvent être obtenues sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

Plan : ①
Contrat : ②

ANNEXE ③ Appareils d'appui
 ↑
 └ Titre de l'annexe

À INSCRIRE

1	Le numéro d'identification technique des plans, ex. : PO-XX-XXXXX
2	Le numéro de contrat, ex. : XXXX-XX-XXXX
3	Le numéro de l'annexe dans l'ordre chronologique
4	Le numéro du document pertinent au devis spécial, ex. : 130
5	Le numéro séquentiel de la pagination du devis, ex. : 12

└ Numéro de code du document		Pagination propre à l'annexe
↓	└ Date d'émission de la dernière version	└
↓	↓	└
B1/97-11		1 de 1

④ - ⑤

Figure 6.3-1 Exemple d'identification d'une annexe

6.4 DESSINS TYPES ET PLANS TYPES

6.4.1 Généralités

Les dessins types et les plans types couvrent les principales méthodes de réparation, de remplacement ou de reconstruction du béton, de l'acier et de différents éléments d'un pont. Les dessins types et les plans types peuvent être obtenus sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

Il est à noter que les dessins types et les plans types comportant un numéro d'identification séquentiel supérieur à 100 relèvent du secteur « Entretien ». Le numéro d'identification des dessins types d'entretien et la date de la dernière version se retrouvent sous le titre principal du dessin type. Les autres dessins types et plans types pouvant être utilisés pour des projets d'entretien et auxquels il est fait référence dans certaines remarques du devis spécial type relèvent du secteur « Conception ».

Après avoir sélectionné les dessins types et les plans types nécessaires à la réalisation des travaux qui sont planifiés, il faut les finaliser en insérant les cotes et dimensions spécifiques au projet dans les espaces prévus à cette fin.

L'utilisateur d'un dessin type ou d'un plan type n'engage sa responsabilité que dans l'utilisation adéquate (choix) du bon dessin type ou plan type pour le projet spécifique et dans les valeurs qu'il inscrit sur le dessin type ou le plan type.

Le Ministère prend la responsabilité de ce que comporte initialement le dessin type ou le plan type, ainsi que des tableaux et des données fournis dans les procédures d'utilisation.

Plusieurs dessins types et plans types montrent des parties existantes de pont. Il peut être nécessaire dans certains cas de modifier ces plans types pour les rendre conformes aux particularités des éléments de pont existants.

La préparation de tout projet de réparation ou de reconstruction 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.

6.4.2 Principes de base

6.4.2.1 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 d'entretien 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 A1 déjà finalisée. 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 conception – Volume 1

- Section 1.4.1 – Règles de dessin
- Section 1.4.2 – Confection des plans
- Section 8.1.2 – Acier d'armature
- Section 18.2 – Plans
- Chapitre 19 – Procédures administratives
- Annexe A – Dessins types

Manuel de conception – Volume 2

- Chapitre 2 – Plan d'ensemble

Les informations de la présente section, qui complètent l'annexe A du *Manuel de conception – Volume 1*, expliquent la composition des dessins types et des plans types et formulent quelques exceptions.

6.4.2.2 Dessins grandeur nature

Les dessins types ont été créés afin d'être insérés (DDInsert) en tant que bloc dans l'espace objet (model space) et être présentés dans l'espace papier (paper space) sur une feuille de format A1.

L'utilisateur qui sera familier avec ces techniques de mise en page verra son travail facilité.

Tous les éléments figurant dans les dessins types sont grandeur nature, c'est-à-dire que les dimensions de l'élément dans l'espace objet (model space) sont les mêmes que celles de l'élément lui-même (sauf pour les plans types).

6.4.2.3 Cotes

La majorité des cotes est associative. 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.

Les cotes associatives forment un objet unique, facilement modifiable par différents outils et variables d'AutoCAD (fonctions Propriétés, Poignées [Grips], Variable Cotas [Dimscale], etc). La valeur de ces cotes ne devrait être modifiée qu'après en avoir vérifié les conséquences sur le devis et les modes de paiement.

6.4.2.4 Textes

La plupart des textes sont en mode multiligne (MTEXT) et sont donc facilement modifiables.

Le texte jumelé à une ligne de repère (LEADER) est associé à cette dernière. La ligne de repère suit le texte lorsque ce dernier est déplacé.

6.4.2.5 Modification d'échelle

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.

6.4.2.6 Hachures

Certains dessins contiennent des hachures associées, qui facilitent certaines opérations d'étirement (STRETCH, SCALE).

6.4.2.7 Barre d'armature

La plupart des barres d'armature sont des polygones (Pline) qui possèdent une certaine épaisseur.

6.4.2.8 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.

D1-D2-D3-D4-P1

G1-G3-T3

- Blocs qui représentent un schéma de barre d'armature et les dimensions de fabrication. Ils peuvent être facilement déplacés sous cette forme et doivent être explosés pour modifier les valeurs.

Attach-gal

- Bloc qui représente une attache galvanisée pour béton projeté; ce bloc peut être utilisé sur d'autres détails.

Boîte

- Case à compléter.
Rectangle sur la couche boîte indiquant qu'il y a une information à ajouter. La couche BOITE doit ensuite être désactivée (OFF).

Barre_existante

- Bloc qui représente une barre d'armature existante; cercle vide ($\emptyset 20$) que l'on peut facilement redéfinir au besoin.

Barre_projetée

- Bloc qui représente une barre d'armature projetée; anneau (Donut) plein ($\emptyset 20$) que l'on peut facilement redéfinir au besoin.

Barre_conservée

- Bloc qui représente une barre d'armature à conserver; anneau (Donut) plein ($\emptyset 20$) que l'on peut redéfinir.

Plaque + Joint

- Bloc qui représente la coupe d'un joint de tablier simple.

6.4.2.9 Exceptions à l'annexe A du Manuel de conception des structures – Volume 1

A) Couches

Les exceptions au tableau 4 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.

B) Hachures

Les exceptions à l'article 26 (hachures) sont les suivantes :

- Pavage existant et nouveau → AR-RROOF
- Remplissage des excavations → AR-SAND

6.4.3 Procédures d'utilisation des dessins types et des plans types

6.4.3.1 Plan d'ensemble

Le concepteur doit se référer au plan de conception PTIPE-01. Les instructions relatives à ce plan sont décrites au chapitre 2 du *Manuel de conception des structures – Volume 2*.

6.4.3.2 Réparation avec coffrages et surépaisseur (DBT-101)

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur de la surépaisseur, 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 autoplaçant, une surépaisseur de 125 mm est suggérée.
 - Pour une réparation avec du béton antilessivage, on recommande une surépaisseur d'au moins 150 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 100 mm.

Le concepteur peut compléter ou modifier au besoin la réparation générale type par :

- Une réparation de l'assise;

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- La longueur de l'armature correspondant à l'assise, en millimètres.
- Une réparation sous l'eau.

6.4.3.3 Réparation avec coffrages sans surépaisseur (DBT-102)

Réparation avec ou sans ajout d'armature

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 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.

6.4.3.4 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.

6.4.3.5 Réparation de dalle sur poutres (DBT-105)

Réparation en profondeur

Le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- L'épaisseur de la dalle, en millimètres.

6.4.3.6 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 150 mm est recommandée afin de permettre l'insertion d'une pompe à béton à l'intérieur des coffrages.

6.4.3.7 Remplacement d'un joint de tablier (DE-101 @ DE-106)

Pour un remplacement de joint de tablier conventionnel à une culée ou à une pile (DE-101A @ DE-106A), le concepteur doit finaliser l'élément suivant :

- La hauteur de l'épaulement du joint, en millimètres; cette hauteur 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.

Pour un remplacement de joint de tablier de type HSS à une culée ou à une pile (DE-101B @ DE-106B), 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 - 75 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 sont 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 – A ou B) 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 011, chapitre 2 – Tome II des normes du Ministère.

6.4.3.8 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).

6.4.3.9 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 15.15.3 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.

6.4.3.10 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 empièvements par rapport à l'accotement, en millimètres. Le niveau de la transition des empièvements 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.

6.4.3.11 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.

6.4.3.12 Réfection des côtés extérieurs (PTICE-101 @ PTICE-106)

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.

Dans le cas d'une réfection avec trottoir (PTICE-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 (PTICE-103 @ PTICE-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 (PTICE-106), le concepteur doit ajouter le plan type de conception PTIDR-14 pour la partie métallique de la glissière (311A).

6.4.3.13 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.

En présence d'une dalle de transition, le remplissage de l'excavation au-dessus de cette dernière peut se faire avec un matériau granulaire ou de l'enrobé, selon l'épaisseur à combler près du garde-grève. Se référer au DN 011, chapitre 2 – Tome II des normes du Ministère.

6.5 LISTE DES PRIX

La liste des prix constitue une énumération de tous les ouvrages ou parties d'ouvrage inclus dans les articles du devis spécial type d'entretien. 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 » 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 peut être obtenue sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.