

MANUEL DES PONTS ACIER-BOIS

AVRIL 2006

Dépôt légal - 2006
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

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.

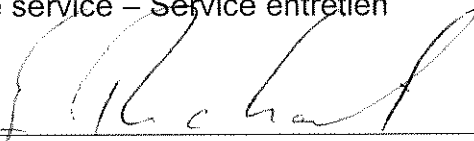
Édition avril 2006



Gérard Desgagné, ing.
Chef de service – Service entretien

25/5/06

Date



Guy Richard, ing.
Directeur – Direction des structures

25 mai 2006

Date

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
MANUEL DES PONTS ACIER-BOIS

Date :	Avril 2006
--------	------------

Version :	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	<ul style="list-style-type: none"> Mise à jour terminologique : <ul style="list-style-type: none"> - Remplacement de « élément de fondation » par « unité de fondation ».
CHAPITRE 1			
1.3 – Éléments d'un pont acier-bois			<ul style="list-style-type: none"> Précisions relatives aux glissières à l'approche. Précisions concernant les épaisseurs de galvanisation.
1.4 – Conception d'un pont acier-bois			<ul style="list-style-type: none"> Modification du tableau relatif à la capacité portante admissible de différents rocs ou sols. Précision concernant la nuance d'acier pour les contreventements.
CHAPITRE 2			
2.1 – Programme d'inspection			<ul style="list-style-type: none"> Précision relative à la fréquence d'inspection.
2.4 – Inspection d'éléments de pont			<ul style="list-style-type: none"> Clarification de la définition de l'accotement; harmonisation avec manuels d'inspection.
2.6 – Activité d'entretien			<ul style="list-style-type: none"> Renumérotation d'activités : Les activités 2011, 4011, 4051 et 4061 deviennent les activités 1018, 2011, 3068 et 3074. Changement de titre : Activité 1017.
CHAPITRE 3			
3.4 – Liste des prix			<ul style="list-style-type: none"> Précisions p/r à la liste des prix – ponts acier-bois.
CHAPITRE 4			
4.3 – Mise en œuvre			<ul style="list-style-type: none"> Ajout de précisions relatives à la fondation lors de la construction d'un caisson (coussin de support). Précisions concernant les anneaux fendus.
CHAPITRE 5			
5.4 – Rapport d'inspection d'évaluation			<ul style="list-style-type: none"> Corrections des fiches d'inspection d'évaluation n° 1 et n° 3 et autres modifications.

AVANT-PROPOS

Le « Manuel des ponts acier-bois » est un recueil de connaissances et de principes techniques représentant la base de l'expertise du ministère des Transports du Québec (MTQ) dans le domaine de la conception, l'inspection, la construction, l'entretien et l'évaluation des ponts acier-bois. Il est destiné au personnel technique des municipalités, firmes de génie-conseil et autres organismes responsables œuvrant à quel que niveau que ce soit dans le domaine des ponts acier-bois.

Les ponts acier-bois méritent une attention particulière, car ils constituent environ le tiers du parc de ponts québécois. Ils se retrouvent généralement sur les réseaux collecteur et local ainsi que sur les réseaux d'accès aux ressources. On en dénombre également quelques-uns sur le réseau régional en régions éloignées.

L'expression « pont acier-bois » est associée aux ponts ayant un tablier constitué de poutres en acier et d'un platelage en bois. Le pont acier-bois dont il est question dans le présent manuel est un pont normalisé d'une seule travée comprenant deux culées en bois de type caisson à claire-voie.

Les notions traitées dans le manuel s'appliquent aussi bien aux ponts dont l'axe longitudinal est perpendiculaire à l'axe des ancrages qu'à ceux comportant un biais. Les ponts acier-bois non normalisés, tels ceux comportant des culées en béton ou des piles en acier, nécessitent des connaissances plus générales qui débordent du cadre du présent manuel.

Outil pratique et facilement utilisable, le « Manuel des ponts acier-bois » se divise en chapitres, chacun représentant une activité essentielle à la construction et à la conservation de ce type de pont.

Le chapitre 1 « Conception » présente quelques notions de structures et décrit tous les éléments composant un pont acier-bois. Le chapitre expose les exigences de base pour le choix et la conception d'un pont et fournit les principaux paramètres essentiels au dimensionnement.

Le chapitre 2 « Inspection et entretien » décrit tout d'abord une démarche d'inspection propre aux ponts acier-bois. La méthode proposée est une version simplifiée du système d'inspection des structures du MTQ. La démarche d'inspection permet d'identifier et d'évaluer la nature et l'ampleur des dommages susceptibles d'affecter les ponts acier-bois. Le chapitre décrit ensuite les principales activités requises pour corriger les défauts identifiés lors de l'inspection.

Le chapitre 3 « Devis spécial type » renferme toutes les informations relatives aux exigences qu'un document de soumission doit contenir pour la construction et la réparation d'un pont acier-bois. Certaines seulement de ces spécifications sont généralement nécessaires pour un projet spécifique.

Le chapitre 4 « Surveillance » fournit les éléments de base pour s'assurer de la conformité des travaux avec les plans et devis. Il décrit brièvement le rôle des intervenants ainsi que les principales exigences relatives à la qualité des matériaux et à leur mise en œuvre.

Le chapitre 5 « Évaluation de capacité » traite de la procédure du MTQ pour déterminer la capacité portante des ponts acier-bois. Il décrit le processus d'évaluation de capacité et suggère une politique d'affichage pour les ponts à faible capacité portante.

Le chapitre 6 « Documents de support » regroupe tous les documents qui complètent le texte du présent manuel. Il comprend les instructions relatives aux plans types ainsi que des informations de base concernant le logiciel utilisé pour la conception et l'évaluation des ponts acier-bois.

MANUEL DES PONTS ACIER-BOIS

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS

CHAPITRE 1
CONCEPTION

CHAPITRE 2
INSPECTION ET ENTRETIEN

CHAPITRE 3
DEVIS SPÉCIAL TYPE

CHAPITRE 4
SURVEILLANCE

CHAPITRE 5
ÉVALUATION DE CAPACITÉ

CHAPITRE 6
DOCUMENTS DE SUPPORT

CHAPITRE 1

CONCEPTION

TABLE DES MATIÈRES

1.1	GÉNÉRALITÉS	1-1
1.2	NOTIONS DE STRUCTURE	1-2
1.2.1	Efforts dans les éléments structuraux	1-2
1.2.2	Résistance des matériaux	1-2
1.3	ÉLÉMENTS D'UN PONT ACIER-BOIS	1-4
1.3.1	Cours d'eau	1-4
1.3.2	Remblai d'approche et protection de talus	1-4
1.3.3	Unités de fondation	1-5
1.3.4	Charpente métallique	1-6
1.3.5	Éléments de tablier et des approches	1-6
1.3.6	Dispositifs de retenue	1-7
1.3.7	Revêtement de protection	1-8
1.4	CONCEPTION D'UN PONT ACIER-BOIS	1-8
1.4.1	Paramètres de conception	1-9
1.4.2	Dimensionnement des éléments	1-14
1.4.3	Autres particularités	1-19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1-1	Caractéristiques des ponts acier-bois	1-1
Tableau 1.4-1	Capacité portante admissible	1-13
Tableau 1.4-2	Dimensions de culée	1-14
Tableau 1.4-3	Choix de la charpente métallique	1-17
Tableau 1.4-4	Profilé pour diaphragme	1-18

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1-1	Coupe schématique d'un pont acier-bois à deux voies	1-2
Figure 1.4-1	Surcharge de camion CL-625	1-11
Figure 1.4-2	Forces agissant sur un caisson à claire-voie	1-12

1.1 GÉNÉRALITÉS

Les principaux avantages associés au pont acier-bois sont l'utilisation de fondations souples et peu coûteuses, la rapidité d'exécution et le coût d'ensemble relativement faible. Ainsi, un caisson à claire-voie rempli de pierres peut se construire sur presque tout type de sol. La flexibilité du caisson est telle qu'il peut admettre un certain déplacement sans causer de préjudice grave à l'ensemble du pont.

La construction est rapide, quelques semaines tout au plus, et ne requiert aucun délai important, sauf pour l'approvisionnement de l'acier de charpente. Enfin, pour des raisons surtout de géométrie et d'implantation, le pont acier-bois est considéré comme une solution économiquement appropriée pour les ponts à courte portée.

De plus, la préparation d'un projet de construction de pont est facilitée par l'existence de plans et devis types. La production de plans types pour les ponts acier-bois est le résultat d'un processus continu qui tient compte aussi bien des normes en vigueur que de l'expérience acquise lors de travaux de construction.

Le pont acier-bois normalisé est un pont à une travée constitué de culées en bois, de type caisson à claire-voie rempli de pierres, qui supportent une charpente métallique et un platelage en bois.

Deux largeurs carrossables de pont acier-bois ont été normalisées pour s'adapter aux caractéristiques géométriques du profil en travers des routes locales. Ces caractéristiques sont résumées au tableau 1.1-1 « Caractéristiques des ponts acier-bois ».

Tableau 1.1-1 Caractéristiques des ponts acier-bois

Route locale	Largeur carrossable du pont	Charpente métallique
2 voies de 3 m	6706 mm	Système à 5 poutres
1 voie de 3 m	3456 mm	Système à 3 poutres

La largeur carrossable d'un pont acier-bois est égale à la largeur comprise entre les faces intérieures des chasse-roues telle qu'illustrée sur la figure 1.1-1 « Coupe schématique d'un pont acier-bois ». Les dimensions du gabarit (hauteur sous le pont et largeur entre les culées) doivent être déterminées selon les exigences des normes du MTQ, Tome III, « Ouvrages d'art ».

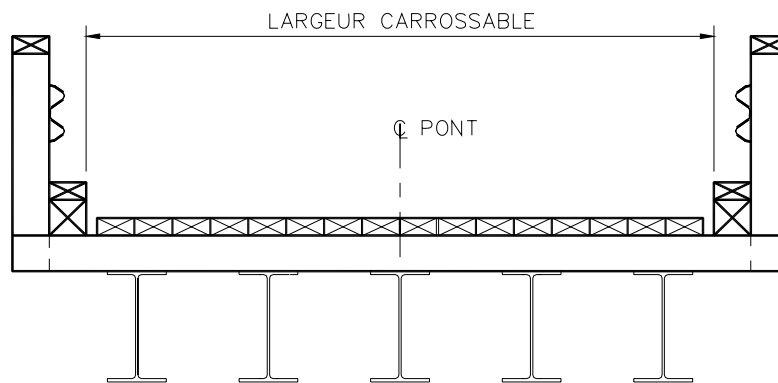


Figure 1.1-1 Coupe schématique d'un pont acier-bois à deux voies

1.2 NOTIONS DE STRUCTURE

1.2.1 Efforts dans les éléments structuraux

Pour les ponts acier-bois, deux types d'efforts jouent un rôle prédominant dans la sollicitation des poutres simplement appuyées : le moment fléchissant dans la zone centrale de la portée et l'effort tranchant à proximité des appuis.

La capacité des poutres à résister aux efforts et aux contraintes dépend de leurs caractéristiques géométriques et du matériau qui les compose.

1.2.2 Résistance des matériaux

1.2.2.1 Acier

L'acier de construction se caractérise par certaines propriétés mécaniques et chimiques qui en font un matériau très résistant pour une section relativement petite. La résistance de l'acier est définie par deux contraintes : la contrainte de rupture et la limite élastique. Cette dernière représente la contrainte au-delà de laquelle l'acier subit des déformations permanentes.

Les propriétés mécaniques les plus importantes de l'acier sont la ductilité et la résilience. La ductilité est la propriété la plus fondamentale de l'acier de construction. Le fait qu'un acier soit ductile permet à ce dernier de subir de grandes déformations avant la rupture. La résilience est une autre propriété usuelle des aciers de construction d'aujourd'hui. La résilience est la capacité d'un matériau à résister aux chocs à basse température. Les aciers à résilience améliorée (type AT ou WT) doivent satisfaire aux exigences d'essais bien spécifiques (essais de résilience Charpy), en fonction de la

température minimale moyenne quotidienne de l'endroit où l'acier est utilisé. Les essais, réalisés conformément à la section 10.23 « Contrôle de rupture » de la norme CAN/CSA-S6-00, permettent de garantir des propriétés de résilience supérieures à des aciers standards (type W).

Les propriétés chimiques les plus importantes de l'acier sont la soudabilité et la propension à la corrosion. La soudabilité se définit comme la facilité avec laquelle on peut joindre deux pièces par soudage. La corrosion est un phénomène électrochimique qui produit la détérioration progressive des surfaces d'acier non protégées lorsque celles-ci sont en contact avec l'atmosphère et l'eau. En général, la protection de l'acier contre la corrosion est assurée de deux façons : l'utilisation d'un acier résistant à la corrosion atmosphérique (tel le type AT) ou l'application d'un revêtement de protection.

Pour que l'acier AT soit efficace contre la corrosion, il doit être exposé à des cycles intermittents de mouillage et de séchage. Dans des conditions climatiques normales, l'acier AT développe en surface une pellicule de rouille dense et adhérente, permettant de ralentir significativement l'oxydation du métal sous-jacent et toute corrosion ultérieure. Ce type d'acier ne requiert donc généralement aucun revêtement protecteur additionnel. Le processus d'autoprotection est cependant perturbé en milieu marin; ainsi, il n'est pas recommandé d'utiliser l'acier de type AT dans un environnement à proximité de la mer ou de l'eau salée. La performance de l'acier AT est également affectée dans les zones où les surfaces métalliques sont maintenues constamment humides en raison de la géométrie des éléments ainsi que des conditions environnantes.

Les types d'acier les plus fréquemment utilisés aujourd'hui dans la construction des ponts acier-bois sont le type AT, et le type W, un acier à soudabilité améliorée mais susceptible à la corrosion atmosphérique. L'acier de type WT, à résilience améliorée, peut également être utilisé. Les aciers de type W et WT doivent être recouverts d'un revêtement (peinture, galvanisation) pour les protéger contre la corrosion.

Les modes de rupture d'une pièce d'acier en flexion sont le déversement et le voilement des plaques. Le déversement peut être évité si la semelle en compression est supportée latéralement, c'est-à-dire s'il y a des supports pour s'opposer à la déformation latérale de la pièce. Le voilement est surtout contrôlé par une sélection appropriée des plaques constituant les poutres. Les profilés disponibles sur le marché sont dimensionnés pour éviter les problèmes de voilement local.

Une pièce d'acier en flexion est également soumise à un effort tranchant. C'est l'âme des poutres qui résiste à l'effort tranchant et les modes de rupture de l'âme sont la plastification et le flambement.

1.2.2.2 Bois

La résistance en flexion d'une pièce en bois dépend principalement de ses propriétés géométriques. En plus des efforts dus à la flexion, deux types d'efforts sont pris en

compte dans la conception des éléments en bois : le cisaillement (parallèle aux fibres) ainsi que l'écrasement. Le concepteur doit tenir compte des trous, entailles et coupes qui réduisent la section effective de résistance au cisaillement.

Sous l'action combinée d'ennemis naturels tels les champignons, les insectes et une multitude de micro-organismes, le bois se dégrade, particulièrement lorsqu'il touche la terre ou l'eau. C'est pourquoi on donne au bois un traitement qui vise à imprégner les fibres de façon à les protéger chimiquement. La norme CSA-O80 « Préservation du bois » établit les procédés de traitement et définit les produits utilisés.

Les paramètres principaux des procédés de traitement telles la pression et la durée du traitement varient en fonction de l'humidité du bois, du produit de préservation spécifié et du taux de rétention exigé. Le bois est incisé avant le traitement afin de permettre une meilleure propagation et une diffusion uniforme du produit de préservation.

La majorité des produits de bois canadien proviennent des résineux, qui ont chacun leurs propriétés propres. Les essences permises pour la construction des ponts acier-bois sont déterminées en fonction de l'efficacité du traitement. En se basant sur l'expérience antérieure et l'observation du bon comportement des ponts existants, la combinaison d'essences « Épinette – Pin – Sapin » (S-P-F) a été utilisée pour la conception des traverses de bois.

1.3 ÉLÉMENTS D'UN PONT ACIER-BOIS

1.3.1 Cours d'eau

Le cours d'eau est considéré comme un élément d'un pont acier-bois. La construction d'un pont acier-bois dans un cours d'eau modifie généralement son régime d'écoulement et amène un nouvel état d'équilibre que le concepteur doit prévoir pour assurer la stabilité de l'ouvrage.

Ainsi, une ouverture insuffisante peut causer l'inondation des terrains et des résidences en amont du pont. De même, une ouverture insuffisante peut entraîner l'affouillement du lit et des berges si la granularité des matériaux n'est pas adéquate.

1.3.2 Remblai d'approche et protection de talus

Le remblai d'approche est un ouvrage permettant l'accès au pont. Il est constitué de matériaux granulaires qui sont densifiés par couches de façon à assurer un support solide aux véhicules.

Le remblai doit être construit de façon à ne pas nuire à l'écoulement de l'eau, car en période de crue, tout encombrement peut entraîner le débordement du cours d'eau ou

l'affouillement du remblai. La pente des talus doit être telle qu'elle assure la stabilité du remblai.

La protection de talus est un revêtement en pierres qui recouvre les talus du remblai d'approche ou des berges du cours d'eau pour les protéger contre l'affouillement et l'érosion.

1.3.3 Unités de fondation

Les unités de fondation ont pour fonction de supporter les charges du tablier et des remblais. Dans le cas du pont acier-bois normalisé, les deux culées de type caisson à claire-voie et leur fondation constituent les unités de fondation. Pour des ponts acier-bois non normalisés à travées multiples, les piles et leur fondation sont considérées comme des unités de fondation.

1.3.3.1 Fondation

La fondation est composée de la base du caisson et de la portion de sol située directement en dessous. La fondation a pour fonction de transférer au sol les charges qu'elle supporte.

La fondation d'un caisson à claire-voie est une fondation superficielle, les charges étant transmises directement au terrain naturel par la base du caisson. Les charges imposées à la fondation dépendent du poids propre du caisson, des forces verticales provenant du tablier et des forces produites par la poussée des terres.

Le caisson doit reposer sur un sol ayant une capacité portante suffisante pour limiter les contraintes et le tassement à des valeurs acceptables. Outre le roc, les matériaux granulaires ainsi que les dépôts morainiques (mélanges de roches, gravier et sable) sont les sols qui ont la meilleure capacité de support. Les matériaux cohésifs comme l'argile et le silt sont moins fiables parce qu'une charge excessive peut entraîner des tassements importants et même la rupture du sol de fondation.

1.3.3.2 Culée

La culée en bois de type caisson à claire-voie est un ouvrage de soutènement qui, en plus de résister à la poussée des terres produite par le remblai d'approche, supporte les forces verticales provenant du tablier. Ces forces sont donc ajoutées à celles qui s'appliquent normalement aux ouvrages de soutènement pour le calcul de la stabilité.

Le caisson est conçu comme un mur-poids. Ainsi, l'action stabilisatrice du poids de la charpente en bois remplie de pierres doit être plus grande que l'action de renversement produite par la poussée des terres. Le caisson doit avoir également une rigidité suffisante pour résister à l'action des pierres ou à la poussée des terres.

1.3.4 Charpente métallique

La charpente métallique d'un pont acier-bois comprend les poutres, les diaphragmes et les contreventements. Le rôle de cette charpente en acier est de transférer les charges appliquées sur le tablier aux unités de fondation.

1.3.4.1 Poutres

Tel que dit précédemment, la charpente métallique du pont acier-bois normalisé présente un système à trois ou à cinq poutres selon la largeur carrossable choisie. Les poutres sont des profilés en I laminés (W) ou soudés (WWF). Les poutres sont simplement appuyées sur les culées et reliées transversalement entre elles par des diaphragmes ou des contreventements.

1.3.4.2 Diaphragmes et contreventements

Les diaphragmes et les contreventements sont des membrures transversales dont le rôle est de restreindre les mouvements relatifs entre les poutres, d'en prévenir le renversement et d'assurer la stabilité globale du pont.

Les diaphragmes sont généralement des profilés laminés W, mais des profilés en C peuvent aussi être utilisés. Les contreventements sont constitués de cornières assemblées en forme de X.

1.3.4.3 Plaques d'appui

Les plaques d'appui servent à transmettre aux assises des culées les réactions provenant du tablier. Ces plaques d'acier jouent le rôle d'appareils d'appui permettant une certaine translation, car en plus de transmettre des charges, elles permettent un mouvement longitudinal du tablier par l'entremise de trous allongés dans la semelle inférieure des poutres. Les plaques d'appui jouent également un rôle de répartition des charges, diminuant ainsi les efforts d'écrasement sur les pièces constituant les assises.

1.3.5 Éléments de tablier et des approches

Le platelage, le chasse-roue et la surface de roulement du pont sont considérés comme des éléments de tablier. La surface de roulement aux approches, les accotements ainsi que le drainage aux approches sont considérés comme des éléments des approches.

L'approche d'un pont acier-bois est la partie supérieure du caisson et du remblai d'approche représentant la plate-forme de la route.

1.3.5.1 Platelage

Les fonctions du platelage sont d'être une surface de roulement adéquate sur le pont, de supporter les charges statiques et dynamiques des véhicules et de les transmettre à la charpente métallique.

Le platelage des ponts acier-bois est généralement constitué de traverses en bois sur lesquelles s'appuient des madriers de plancher disposés suivant l'axe du pont. Les traverses sont simplement supportées par les poutres en acier.

1.3.5.2 Chasse-roue

Le chasse-roue est un muret de protection servant à redresser la trajectoire des véhicules avant qu'ils ne heurtent la glissière du pont. Pour éviter les dommages fréquents aux glissières, le côté intérieur du chasse-roue doit se situer à au moins 150 mm en avant de la lisse de la glissière.

1.3.5.3 Surface de roulement

Pour la majorité des ponts acier-bois, les madriers de plancher du platelage constituent la surface de roulement du pont. Pour les approches, un matériau granulaire constitue généralement la surface de roulement; toutefois un revêtement en enrobé est de plus en plus rencontré. La transition de la chaussée entre la route et le pont doit être uniforme pour assurer le confort des usagers et réduire au minimum l'impact causé par les véhicules sur le pont.

1.3.5.4 Accotements et drainage

Aux approches, les accotements constituent une largeur supplémentaire de la chaussée permettant le drainage de la route et la mise en place d'un dispositif de retenue.

1.3.6 Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue ont pour fonction de retenir les véhicules et les piétons circulant sur la chaussée. Sur le pont, la partie majeure du dispositif de retenue est un profilé d'acier à double ondulation. Aux approches, le dispositif de retenue est une glissière semi-rigide avec profilé d'acier à double ondulation sur poteaux de bois.

Il est à noter qu'une transition de rigidité n'est pas indispensable entre la glissière à l'approche et celle du pont, en raison surtout de la déformation dynamique de la glissière sur le pont acier-bois.

1.3.7 Revêtement de protection

Tous les éléments de la charpente métallique en acier de type W (ou WT), ainsi que les lisses en tôle ondulée des garde-fous et des glissières, doivent être protégés contre la corrosion. Aucun revêtement de protection n'est requis pour les éléments en bois puisqu'ils sont protégés par un produit de préservation injecté sous pression.

Les deux types de revêtement les plus utilisés pour protéger l'acier contre la corrosion sont la galvanisation et l'application de peinture. Le choix du type de revêtement dépend du milieu ambiant et de l'état de la surface à protéger. Les revêtements de protection sont préférablement appliqués en usine pour des raisons économiques, environnementales et d'efficacité.

1.3.7.1 Galvanisation

La galvanisation à chaud consiste à recouvrir l'acier d'une couche de zinc par immersion dans un bain de zinc liquide (450 °C). L'épaisseur minimale du revêtement de zinc est de 87 µm pour tout élément en acier ayant une épaisseur supérieure à 5 mm, suivant la norme CAN/CSA-G164 « Galvanisation à chaud des objets de forme irrégulière ».

La galvanisation convient particulièrement aux éléments de pont dont les dimensions permettent l'immersion dans un bain, tels les contreventements ou les poutres de longueur limitée (± 15 m). Pour des ouvrages de plus grandes dimensions, la métallisation, qui consiste à projeter un métal en fusion sur une surface d'acier, peut être considérée comme un équivalent acceptable à la galvanisation.

1.3.7.2 Application de peinture

Parmi les revêtements protecteurs anticorrosion les plus utilisés, on distingue les peintures riches en zinc ainsi que les peintures aux résines époxydiques et polyuréthanes.

Pour optimiser la protection des surfaces d'acier, il est recommandé d'appliquer un système de peinture, c'est-à-dire deux ou trois couches de peinture, de propriétés différentes mais compatibles, remplissant chacune un rôle spécifique.

1.4 CONCEPTION D'UN PONT ACIER-BOIS

Avant d'entreprendre le processus de conception, le choix d'un pont acier-bois se fait en comparant les contraintes de base communes à différents types de ponts, comme la portée et la capacité du sol de fondation. Dans les cas où plusieurs types de ponts sont envisageables, le concepteur doit effectuer une analyse coûts-bénéfices et finaliser son choix à la lumière de son expérience.

Pour de courtes portées, le concepteur peut envisager de remplacer un pont acier-bois par un ponceau lorsque le site du pont satisfait à l'une des conditions suivantes :

- une largeur de cours d'eau de moins de 6 m au niveau des eaux hautes annuelles;
- une pente de cours d'eau ne dépassant pas 1 %, situation associée à une stagnation des eaux.

Pour des portées intermédiaires pouvant aller jusqu'à 20 m, le concepteur peut envisager de remplacer un pont acier-bois par un portique en béton armé. Cette option devient particulièrement attrayante lorsqu'une fondation sur le roc est possible. Le concepteur doit prévoir une largeur carrossable comparable à celle des ponts acier-bois et s'assurer que les besoins en circulation seront stables à long terme. Une analyse économique comparative sur une période de 75 ans devrait être réalisée pour finaliser la décision.

Le ministère des Transports (MTQ) prescrit la norme CAN/CSA-S6-00 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » pour la conception de la culée de type caisson à claire-voie, du système structural et du platelage des ponts acier-bois. Les glissières ne se conforment cependant pas à cette norme, car ce type de pont a généralement une courte portée, une largeur carrossable réduite, une hauteur libre limitée et se trouve habituellement sur des routes à faible débit de circulation.

Tous les ponts doivent satisfaire à deux exigences fondamentales : avoir une résistance suffisante pour éviter l'effondrement (exigence de sécurité) et avoir une bonne tenue en service pour l'usage prévu (exigence de bon comportement). Pour répondre à ces deux exigences, la conception des ponts se base sur deux catégories d'états limites : les états limites ultimes et les états limites d'utilisation.

Les états limites ultimes permettent d'assurer l'intégrité structurale de l'ouvrage. Les états limites ultimes sont vérifiés en s'assurant que la résistance pondérée des éléments structuraux est supérieure aux effets générés par la combinaison de charges pondérées la plus critique.

Les états limites d'utilisation sont ceux qui mettent en cause le comportement du pont en service. La vérification de leur conformité à la norme se résume, dans le cas des ponts acier-bois, à vérifier la flèche due à la surcharge routière.

1.4.1 Paramètres de conception

Les paramètres à considérer pour la conception d'un pont acier-bois sont principalement les charges et les forces sollicitant la structure, ainsi que les aspects géotechnique et hydraulique du projet. Cependant, s'il s'agit d'une reconstruction, le concepteur doit vérifier les caractéristiques géométriques du site existant pour s'assurer qu'elles sont adéquates.

1.4.1.1 Charges et forces

Toutes les charges et forces susceptibles de solliciter un pont durant sa vie doivent être considérées lors de la conception.

A) Charges permanentes

Les charges permanentes comprennent le poids des éléments constitutifs du pont et de tous les accessoires permanents supplémentaires qui peuvent s'ajouter durant la vie de l'ouvrage.

Les poids volumiques qui ont été considérés pour le calcul des charges permanentes sont les suivants :

- Acier = 77,0 kN / m³
- Bois = 6,0 kN / m³

B) Surcharges routières

Les surcharges routières utilisées pour la conception d'un pont comportent deux systèmes : la surcharge de camion ou la surcharge de voie (train de camion). La surcharge de voie n'est pas considérée pour la conception des ponts acier-bois puisque son influence n'est significative que pour des portées dépassant 50 m.

En conception, le calcul des efforts causés par les surcharges routières s'effectue à partir de la surcharge normalisée CL-625, représentée à la figure 1.4-1. Cette surcharge de calcul est définie et répartie conformément aux exigences de la norme S6-00. La configuration du CL-625 (en charges et en dimensions) englobe tous les types de véhicules pouvant circuler sur le réseau routier québécois ne nécessitant pas de permis spéciaux de circulation (charges légales).

Pour tenir compte des effets dynamiques causés par les surcharges de camion, on doit appliquer un coefficient de majoration dynamique (CMD) au camion CL-625 ou à toute partie du camion. Le CMD à appliquer à la surcharge CL-625 est spécifique au nombre d'essieux sollicitant l'effort maximal à une section donnée et varie entre 0,25 et 0,40.

Le dimensionnement des traverses a été réalisé en considérant un essieu de 125 kN. Pour un pont sans biais, les deux moitiés (roues) de l'essieu sont totalement considérées dans l'analyse des traverses. Lorsque le biais augmente, l'effet de la deuxième roue de l'essieu est diminué graduellement en fonction de l'angle.

L'analyse structurale des traverses considère que la roue de l'essieu (62,5 kN) sollicite trois traverses consécutives en assumant une distribution d'efforts de 50 % pour la traverse centrale et 25 % pour chacune des deux autres adjacentes. Ainsi, la « charge de roue » utilisée pour le calcul d'une traverse est 31,25 kN.

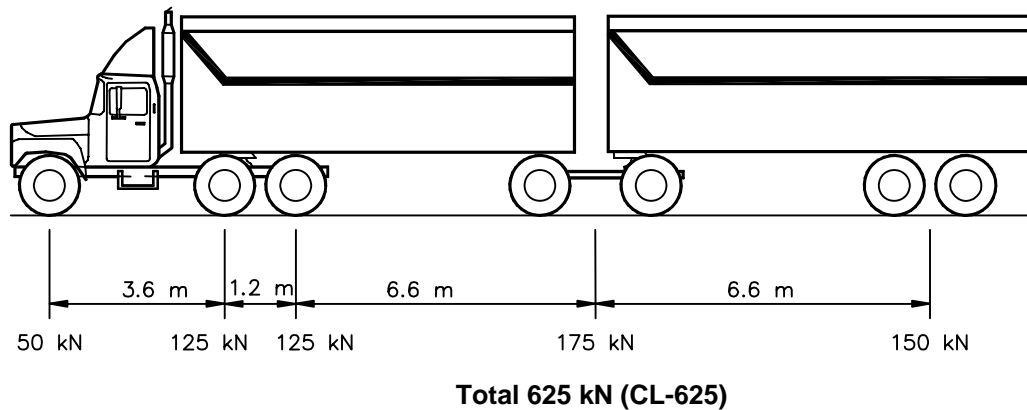
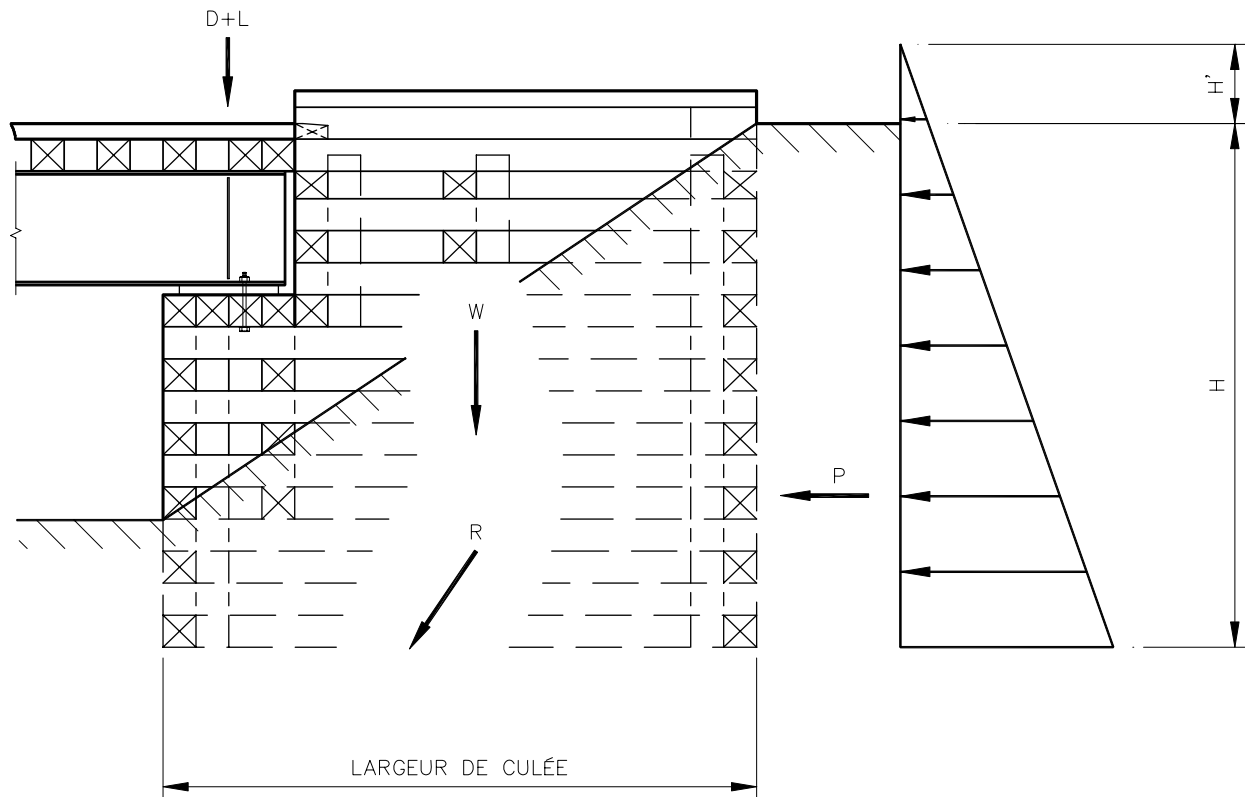


Figure 1.4-1 Surcharge de camion CL-625

C) Autres charges

En plus des charges permanentes et des surcharges routières, d'autres charges comme les charges de vent, les efforts thermiques, les forces de courant et la pression hydrostatique sont normalement prises en compte dans la conception de ponts de grande envergure. Toutes ces charges ne sont toutefois pas considérées pour la conception d'un pont acier-bois du fait de la souplesse de son tablier.

Pour la conception des culées, la poussée des terres a été considérée; cette charge tend à renverser et à faire glisser le caisson. De même, le poids du caisson, les réactions verticales du tablier (charges mortes et charges vives) transmises aux assises ainsi que la force de freinage générée par la surcharge routière sur la surface de roulement ont été considérés. Toutes ces forces, avec leur poids volumique correspondant, sont illustrées à la figure 1.4-2 « Forces agissant sur un caisson à claire-voie ».



D+L = charges à l'appui

W = poids du caisson (17 kN/m³)

R = résultante des forces

P = poussée des terres

H = hauteur du remblai (de culée) (22 kN/m³)

H' = hauteur équivalente pour surcharge de camion

Figure 1.4-2 Forces agissant sur un caisson à claire-voie

1.4.1.2 Géotechnique

De façon générale, les caractéristiques du sol de fondation des ponts acier-bois ne sont pas déterminées par des sondages en profondeur; une investigation sommaire du sol en place est suffisante. Cependant pour certains cas douteux, une étude plus poussée peut être réalisée.

L'implantation d'un caisson à claire-voie sur un sol à très faible capacité portante, de type argile molle ou à forte teneur en silt, nécessite certaines précautions pour la conception de la fondation. Lorsque la capacité portante du sol de fondation est trop faible pour supporter le poids du remblai d'approche, la structure peut par exemple être rallongée pour réduire le remblai à une hauteur acceptable par rapport au sol environnant.

Si la capacité du sol sur lequel est construit l'ouvrage est dépassée, il y a manifestement un risque de tassement différentiel ou de rupture de la fondation. Le tableau 1.4-1 « Capacité portante admissible » indique certaines valeurs estimées de la capacité portante admissible pour différents types de sols. Ces valeurs représentent des repères pour éviter que les forces agissant sur le sol entraînent un tassement supérieur à celui recommandé dans la norme S6-00.

Tableau 1.4-1 Capacité portante admissible

Type de roc ou de sol	Capacité portante admissible estimée (kPa)
Roche métamorphique ou sédimentaire saine	> 1000
Schiste, roche argileuse ou roche fortement fissurée	500 - 700
Gravier compact ou sable graveleux / Argile très raide ou moraine	200 - 600
Sable compact / Argile raide	150 - 300
Argile molle et silt	75

1.4.1.3 Hydraulique

Lorsque la reconstruction d'un pont acier-bois nécessite une étude hydraulique, c'est-à-dire lorsque des problèmes de gabarit (ouverture, hauteur libre) ont été observés, le concepteur peut se référer aux normes du MTQ, Tome III, « Ouvrages d'art ».

En général, le niveau des eaux de conception d'un pont acier-bois est le niveau des eaux hautes correspondant à une crue ayant une période de retour de 25 ans. Il peut également correspondre à un niveau d'eau maximal observé sur un cours d'eau, par exemple le niveau extrême atteint par les glaces ou les débris.

Si un cours d'eau est navigable, le concepteur doit respecter la largeur du gabarit de navigation spécifié par Transports Canada (Garde côtière canadienne).

Le concepteur doit également s'assurer que le projet n'est pas situé dans une zone de plaines inondables, situation qui est régie par une entente fédérale-provinciale.

Dans le cas où la réalisation d'un projet peut avoir un impact sur l'environnement, le concepteur peut se référer au chapitre 6 « Mesures d'atténuation » dans le Tome VI des normes du MTQ ainsi qu'aux « Lignes directrices pour la protection du milieu aquatique », document publié par le MTQ.

1.4.2 Dimensionnement des éléments

1.4.2.1 Culée

Les culées de type caisson à claire-voie en bois sont conçues en fonction des charges et contraintes auxquelles elles sont soumises. Les dimensions des caissons sont élaborées de façon à ce que les critères prévus dans la norme CAN/CSA-S6-00 – position de la force résultante, pression agissant sur le sol, glissement à la base du caisson – soient respectées. Les caissons sont également conçus en fonction des longueurs des différentes pièces de bois disponibles sur le marché.

Les plans types donnent les dimensions générales des pièces de bois utilisées ainsi que les détails d'attache. Le CCDG et le devis spécial établissent clairement les exigences relatives aux différents matériaux composant le caisson ainsi qu'à leur mise en œuvre.

Le concepteur doit déterminer en premier lieu la hauteur de culée. Cette dimension dépend des caractéristiques géométriques et topographiques du site du pont. Le concepteur déduit ensuite la largeur de la culée à partir de sa hauteur.

Les largeurs de culée spécifiées au tableau 1.4-2 « Dimensions de culée » tiennent compte des exigences de stabilité requises pour ce type de culée. De plus, les largeurs ont été calculées de façon à ce que les forces agissant à la base du caisson n'entraînent pas une pression excessive sur le sol de fondation. Les largeurs proposées respectent le critère de tassement admissible figurant dans la norme S6-00 en assumant que le sol de fondation a une capacité portante d'au moins 250 à 350 kPa, selon la hauteur du caisson. Dans le cas d'un sol incertain telle une argile molle, le concepteur doit s'assurer que les contraintes agissant sous le caisson sont inférieures à la capacité portante du sol sur lequel il repose.

Pour un caisson de hauteur supérieure à 6,8 m, une étude de stabilité est essentielle; des modifications structurales sur le caisson peuvent s'avérer nécessaires.

Tableau 1.4-2 Dimensions de culée

Hauteur de culée (m)	Largeur de culée (m)
Moins de 2,56	2,44
2,57 à 3,5	3,05
3,51 à 4,55	3,66
4,56 à 5,65	4,27
5,66 à 6,78	4,88

Les caissons dont la largeur est égale ou supérieure à 3,05 m nécessitent l'ajout de pièces de bois supplémentaires pour une plus grande rigidité, tel que spécifié sur le plan « Culée ».

Pour une culée comportant un biais supérieur à 25°, le concepteur doit prévoir l'ajout d'une rangée de pièces de bois longitudinales, afin de pouvoir réaliser des joints adéquats qui soient compatibles avec les longueurs standards d'approvisionnement de bois.

Pour un caisson en biais, possible sur un pont à deux voies, la largeur de culée à considérer est la dimension mesurée perpendiculairement aux faces arrière et avant du caisson.

Pour protéger la fondation contre l'affouillement, la base du caisson est construite environ 1000 mm en dessous du lit de la rivière ou du terrain naturel. Lorsque les berges ont une pente très prononcée, la base du caisson doit être implantée de façon à assurer la protection adéquate de sa fondation (éloignement des culées, profondeur suffisante).

L'avant du caisson doit être minimalement protégé par un revêtement en pierres de calibre 500-300 sur une hauteur de 1000 mm et une largeur de 1000 mm. Une protection supplémentaire doit être mise en place si les conditions du site l'exigent.

1.4.2.2 Charpente métallique

L'arrangement et les caractéristiques de la charpente métallique sont indiqués sur les plans types et au devis spécial. Les plans types fournissent deux systèmes de poutres correspondant aux deux largeurs carrossables des ponts acier-bois.

Les exigences relatives à l'acier utilisé pour la charpente métallique respectent la norme CAN/CSA-G40.21M « Aciers de construction ». Les deux principaux facteurs influençant le choix de l'acier de la charpente métallique sont la disponibilité des matériaux et la nature du milieu ambiant.

L'acier de nuance 350AT est le type d'acier spécifié pour les poutres, sauf en milieu marin et aux endroits où la charpente métallique risque de se maintenir constamment humide en raison des conditions ambiantes. Dans les cas où l'utilisation de l'acier AT n'est pas appropriée, les aciers de nuance 350W ou 350WT, adéquatement protégés contre la corrosion, sont considérés comme des équivalents acceptables de l'acier 350AT. Les exigences du marché canadien de l'acier entraînent cependant des difficultés d'approvisionnement pour l'acier de type AT et WT, surtout pour les profilés laminés.

Ainsi, pour une portée inférieure ou égale à 16m, où des profilés laminés W sont généralement utilisés, il est recommandé de spécifier un acier de nuance 350W, qui est facilement disponible sur le marché. Pour une portée supérieure à 16 m, où des profilés

assemblés soudés WWF sont généralement utilisés, il est recommandé de spécifier un acier 350 AT, lorsque les conditions le permettent.

Pour les diaphragmes, les contreventements et les plaques d'appui, les aciers 300W et 350W peuvent être utilisés, ce dernier étant de plus en plus offert sur le marché pour de petits profilés comme des cornières.

Pour une portée supérieure à 20 m, l'approvisionnement de plaques d'acier en une seule longueur peut être difficile. Lorsque les poutres sont assemblées bout à bout, seuls des joints soudés à l'usine doivent être acceptés. Dans ce cas, le concepteur doit vérifier si l'emplacement des joints est adéquat (aucun joint ne doit être accepté dans le tiers central pour des portées simples). Il doit également s'assurer que les exigences et procédures de soudage sont conformes aux critères du MTQ. Si un assemblage en chantier est inévitable, des joints boulonnés sont alors exigés.

Le revêtement de protection recommandé pour les aciers 300W, 350W ou 350WT est la galvanisation à chaud, mais l'application de peinture peut être considérée comme un équivalent satisfaisant. Les systèmes de peintures les plus performants sont actuellement ceux qui ont une peinture à base de zinc comme couche primaire.

Des types de profilés ainsi que les espacements entre les contreventements pour différentes portées sont suggérés au tableau 1.4-3 « Choix de la charpente métallique ». Le calcul et l'analyse des efforts pour les profilés d'acier ont été réalisés avec le logiciel de conception « SAFI Pont acier-bois », qui est conforme à la norme S6-00. L'analyse des résultats tient compte de critères de résistance pour les matériaux et d'un souci de confort minimal pour l'utilisateur.

Comme critère de confort, la flèche des profilés sous l'action des surcharges de camion a été vérifiée. La flèche maximale due aux surcharges a été limitée à $L/275$ (L = portée du pont). Cette flèche maximale est valable à la condition d'utiliser les facteurs d'essieux proposés par la méthode d'analyse simplifiée de la norme S6-00.

Tableau 1.4-3 Choix de la charpente métallique

Portée ⁽¹⁾ (m)	Type de profilé suggéré ⁽²⁾	Diaphragmes ou contreventements (Nbre @ espacement c/c) (mm)
6	W460 X 60	3 @ 2 000
7	W460 X 74 ⁽³⁾	3 @ 2 500
8	W610 X 82	3 @ 3 000
9	W610 X 91 ⁽³⁾	4 @ 2 350
10	W610 X 91	4 @ 2 650
11	W610 X 101	4 @ 3 000
12	W610 X 113	5 @ 2 500
13	W610 X 125	5 @ 2 750
14	W690 X 125	5 @ 3 000
15	W760 X 134	5 @ 3 250
16	W760 X 147	5 @ 3 500
17	WWF800 X 161	5 @ 3 750
18	WWF900 X 169	5 @ 4 000
19	WWF900 X 169	6 @ 3 400
20	WWF900 X 192	6 @ 3 600
21	WWF900 X 192	6 @ 3 800
22	WWF1000 X 200	6 @ 4 000
23	WWF1000 X 223	7 @ 3 500
24	WWF1100 X 234	7 @ 3 650
25	WWF1100 X 234	7 @ 3 850

⁽¹⁾ La portée est la distance entre les deux axes d'ancrage de la charpente métallique.

⁽²⁾ – Acier considéré : $F_y = 350$ MPa
 – S'applique aux ponts à 2 voies (L.C. 6,706 m) ou à 1 voie (L.C. 3,456 m)

⁽³⁾ Le profilé suggéré pour un pont à 2 voies peut être optimisé davantage.

Les valeurs apparaissant au tableau 1.4-3 ont été optimisées pour les portées indiquées. Dans les cas de portées intermédiaires (ex. : 8,35 m ou 23,8 m), le concepteur doit toujours utiliser le profilé correspondant à la portée supérieure (9 m ou 24 m).

Il est toujours possible de concevoir un pont avec l'aide du logiciel en utilisant des poutres existantes ou des profilés non mentionnés au tableau 1.4-3. Toutefois, il est

recommandé de mettre en place des poutres dont la section et la nuance d'acier sont identiques. La méthode d'analyse simplifiée proposée par la norme S6-00 permet cependant de déroger de cette bonne pratique à la condition que l'écart entre les sections soit inférieur à 10 %.

Si des travaux impliquent une modification significative du système structural, tels un ajout de poutres ou un changement de géométrie, il est recommandé d'utiliser le logiciel de conception SAFI pour effectuer les analyses nécessaires au dimensionnement des éléments.

1.4.2.3 Diaphragmes et contreventements

Le type de profilé recommandé pour les diaphragmes entre les poutres ayant une hauteur inférieure à 650 mm est fourni au tableau 1.4-4 « Profilé pour diaphragme ».

Tableau 1.4-4 Profilé pour diaphragme

Hauteur de poutre (mm)	Diaphragme
610	W 460 X 61
460	W 310 X 39

À la place des profilés en H ou pour une hauteur de poutre inférieure à celle spécifiée au tableau 1.4-4, le concepteur peut choisir un type de profilé en C. Les caractéristiques de ce profilé doivent être telles qu'il puisse procurer une rigidité suffisante au système structural.

L'utilisation de contreventements (assemblage de cornières en forme de X) est recommandée pour des poutres de hauteur supérieure à 650 mm.

1.4.2.4 Autres éléments

A) Protection de talus

La protection de talus d'un remblai d'approche ou des berges d'un cours d'eau est normalement un revêtement en pierres non cimentées.

Pour protéger un talus de pente prononcée ou pour réparer un revêtement déjà cimenté, il peut être judicieux de prévoir un revêtement en pierres cimentées.

Dans le cas d'une exposition rigoureuse à l'affouillement, une protection supplémentaire avec des sacs de sable-ciment ou un perré déversé peut s'avérer nécessaire.

B) Surface de roulement

Une surface de roulement en enrobé est recommandée sur une longueur minimale de 20 m à l'approche d'un pont acier-bois qui est construit sur une route non pavée. Cette mesure permet d'éviter l'accumulation de gravier sur le tablier.

C) Glissière avec profilé d'acier à double ondulation

Sur le pont, la glissière en tôle ondulée galvanisée (GTOG) est installée jusqu'à la face arrière du caisson. Aux approches, la continuité est assurée par une glissière semi-rigide avec profilé d'acier à double ondulation sur poteaux de bois dont la longueur et les détails d'installation doivent être conformes aux normes du MTQ, Tome I, « Conception routière » et Tome II, « Construction routière ».

1.4.3 Autres particularités

1.4.3.1 Pont à une voie

Lorsqu'un pont à une voie est choisi comme option, par exemple pour une route faiblement fréquentée, il est nécessaire de vérifier que les contraintes de largeur carrossable ne sont pas problématiques. Étant donné la largeur restreinte entre les glissières (3,7 m), le concepteur doit s'informer des largeurs d'équipements auprès des responsables de l'entretien (nivellement, déneigement...) et auprès des utilisateurs de machineries (agricole, construction...) qui auront à circuler sur le pont.

1.4.3.2 Pont avec un biais

L'option du pont avec un biais ne devrait être retenue que pour la remise en état d'un pont existant à deux voies ayant déjà un biais ou lorsque la configuration de la route avec la rivière l'exige. Le pont sans biais devrait être la solution privilégiée dans la majorité des cas.

Pour un biais de pont supérieur à 30°, il faut s'assurer que la résistance des traverses du tablier est suffisante.

Un pont à une voie devrait toujours être conçu de façon à ne pas avoir de biais.

CHAPITRE 2

INSPECTION ET ENTRETIEN

TABLE DES MATIÈRES

2.1	PROGRAMME D'INSPECTION	2-1
2.1.1	Généralités	2-1
2.1.2	Responsabilités et exigences	2-3
2.2	DÉMARCHE D'INSPECTION	2-3
2.2.1	Inspection générale	2-3
2.2.2	Inspection sommaire	2-4
2.2.3	Inspection d'évaluation	2-5
2.2.4	Mesures de sécurité	2-5
2.2.5	Équipement d'inspection	2-6
2.3	DÉFAUTS DE MATÉRIAUX	2-13
2.3.1	Acier	2-13
2.3.2	Bois	2-15
2.3.3	Peinture	2-18
2.4	INSPECTION D'ÉLÉMENTS DE PONT	2-19
2.4.1	Cours d'eau	2-19
2.4.2	Remblai d'approche et protection de talus	2-21
2.4.3	Unités de fondation	2-23
2.4.4	Charpente métallique	2-24
2.4.5	Éléments de tablier et des approches	2-25
2.4.6	Dispositifs de retenue	2-27
2.4.7	Revêtement de protection	2-28
2.4.8	Signalisation	2-28
2.4.9	Exemples de défauts observés	2-29
2.5	NOTIONS D'ENTRETIEN	2-36
2.6	ACTIVITÉS D'ENTRETIEN	2-37
	Entretien préventif	
	1011 Nettoyage sous le tablier	
	1012 Nettoyage du dessus de tablier	

<u>1017</u>	<u>Nettoyage d'unité de fondation</u>
<u>1018</u>	<u>Enlèvement de débris du cours d'eau</u>
<u>1051</u>	<u>Peinturage par retouches</u>
<u>1052</u>	<u>Peinturage par zone</u>
<u>1071</u>	<u>Enlèvement de végétation</u>

Entretien courant

<u>2011</u>	<u>Réparation / remplacement de panneaux de signalisation</u>
<u>2021</u>	<u>Correction de remblai</u>
<u>2221</u>	<u>Remplacement de diaphragme / contreventement en acier</u>
<u>2311</u>	<u>Rechargement de caisson en bois</u>
<u>2312</u>	<u>Consolidation de caisson en bois</u>
<u>2313</u>	<u>Remplacement de pièces de l'assise d'un caisson en bois</u>
<u>2314</u>	<u>Nivellement de l'assise d'un caisson en bois</u>
<u>2331</u>	<u>Fixation de traverses en bois</u>
<u>2332</u>	<u>Ajout de traverses en bois</u>
<u>2333</u>	<u>Correction de plancher en bois</u>

Réparation

<u>3002</u>	<u>Levage de tablier</u>
<u>3022</u>	<u>Protection de talus</u>
<u>3031</u>	<u>Consolidation de fondation avec sacs sable-ciment / empierrement</u>
<u>3065</u>	<u>Peinturage de la charpente métallique</u>
<u>3066</u>	<u>Correction du profil à l'approche</u>
<u>3068</u>	<u>Aménagement de l'approche</u>
<u>3071</u>	<u>Réparation de glissière</u>
<u>3072</u>	<u>Raccordement de glissière à l'approche</u>
<u>3073</u>	<u>Remplacement de glissière</u>
<u>3074</u>	<u>Réparation / remplacement de glissière à l'approche</u>
<u>3221</u>	<u>Réparation / remplacement de profilé en acier</u>
<u>3224</u>	<u>Ajout de diaphragme / contreventement en acier</u>
<u>3311</u>	<u>Remplacement de caisson en bois</u>
<u>3331</u>	<u>Remplacement de plancher en bois</u>
<u>3332</u>	<u>Remplacement de platelage en bois</u>

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1-1	Inspection et suivi des ponts acier-bois	2-2
Figure 2.2-1	Fiche d'inspection générale	2-8
Figure 2.2-2	Fiche d'inspection générale - Avis technique	2-10
Figure 2.2-3	Fiche d'inspection sommaire	2-11
Figure 2.2-4	Liste des défauts décelables lors de l'inspection sommaire	2-12
Figure 2.3-1	Zones propices à la fissuration	2-15

2.1 PROGRAMME D'INSPECTION

2.1.1 Généralités

En général, un programme d'inspection de ponts a pour but de détecter les défauts qui affectent leurs éléments de façon à pouvoir prendre les mesures appropriées pour assurer la sécurité et le confort des usagers et pour conserver le capital investi dans la construction. Un tel programme vise à assurer la fiabilité des ponts en évaluant leur état et permet d'identifier les besoins spécifiques d'entretien.

Un programme d'inspection consiste à effectuer, selon une fréquence établie, une inspection rigoureuse des différents éléments d'un pont : l'inspection générale. Cette dernière est complétée par une inspection de routine plus fréquente : l'inspection sommaire. Ces deux inspections constituent le cœur du programme d'inspection, car elles permettent de faire le suivi des ponts en :

- signalant leurs déficiences et en prenant les mesures de sécurité qui s'imposent;
- recueillant toutes les informations nécessaires pour planifier l'entretien et la remise en état des ponts endommagés.

Selon le système d'inspection du Ministère, l'inspection générale des ponts acier-bois est effectuée en moyenne aux 4 ans. La fréquence de l'inspection générale peut varier de 2 à 5 ans, selon l'état et l'âge du pont (se référer à la section 1.5 du *Manuel d'inspection des structures - Évaluation des dommages*).

L'inspection sommaire doit être effectuée au moins une fois par année et lors d'événements particuliers tel un accident. Cette inspection devrait être effectuée aussi lors des crues saisonnières ou après de fortes pluies.

Les inspections générale et sommaire peuvent être complétées au besoin par des inspections particulières, telles une inspection d'évaluation pour un pont montrant des signes de faiblesse ou une inspection d'affouillement pour des piles en rivière.

Le programme d'inspection des ponts acier-bois est représenté dans un contexte global d'entretien à la figure 2.1-1 « Inspection et suivi des ponts acier-bois ».

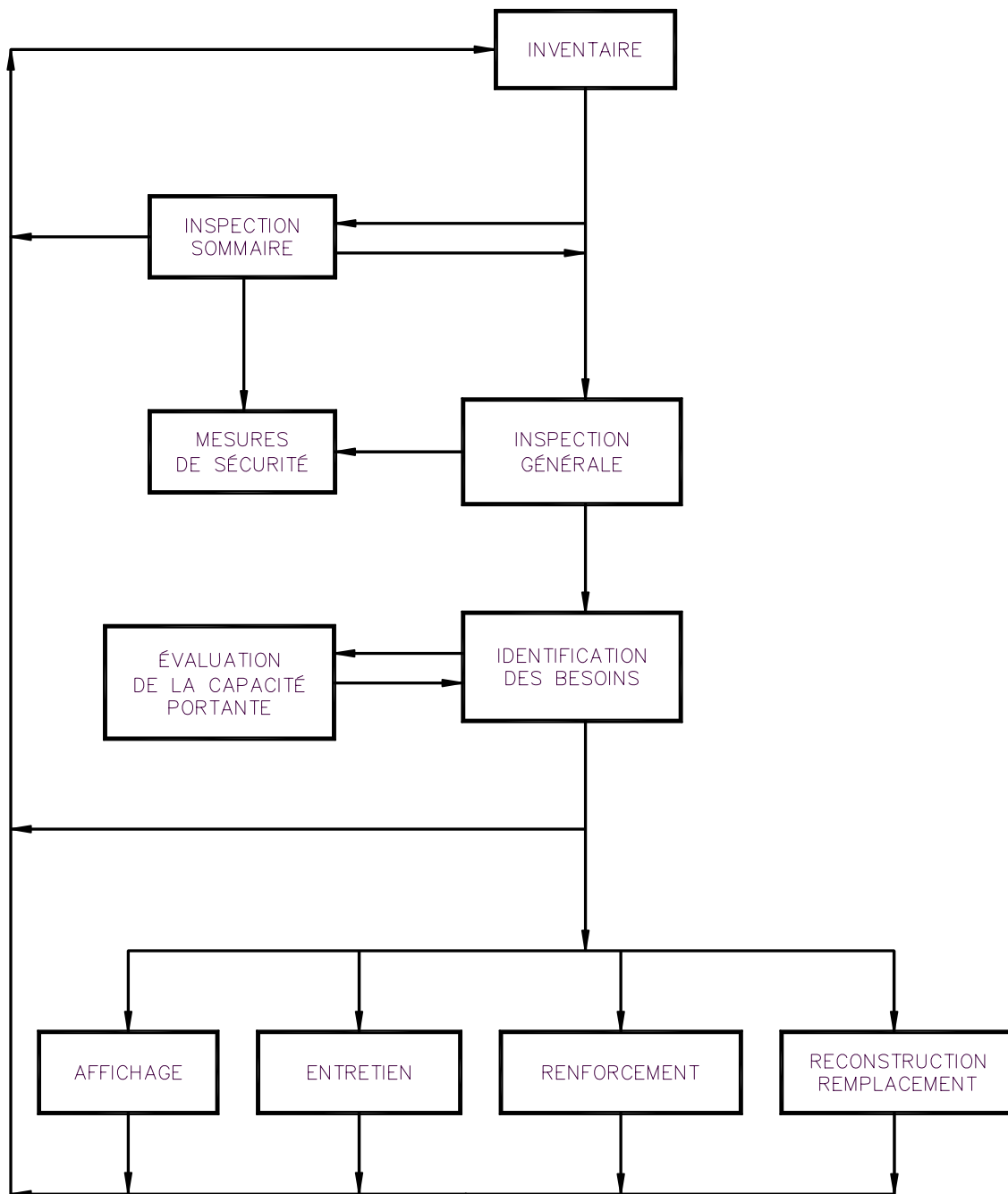


Figure 2.1-1 Inspection et suivi des ponts acier-bois

2.1.2 Responsabilités et exigences

Conformément à la loi des ingénieurs, l'inspection est une responsabilité publique qui doit relever d'un ingénieur. Ce dernier peut déléguer à un technicien en structures placé sous son autorité les activités qui consistent à détecter les défauts et à évaluer l'état des éléments. Les attributions du technicien sont précisées par l'ingénieur responsable en fonction de la complexité de la tâche. L'ingénieur doit cependant s'assurer de la fiabilité des informations recueillies ou des évaluations faites par ce technicien, car ce dernier doit fournir un avis professionnel découlant de ces renseignements.

Les personnes, ingénieur et technicien, affectées à l'inspection des ponts doivent être qualifiées comme inspecteur. La formation relative à l'inspection des ponts est donnée par le MTQ ou par un organisme accrédité par le MTQ.

2.2 DÉMARCHE D'INSPECTION

La démarche d'inspection qui suit est une version simplifiée du système d'inspection des structures du MTQ. Elle est destinée aux municipalités ou autres organismes qui sont responsables de ponts acier-bois dont l'inspection n'est pas assurée par le Ministère.

2.2.1 Inspection générale

L'inspection générale consiste à examiner systématiquement tous les éléments d'un pont dans le but de détecter ses défauts et d'évaluer leur incidence sur la capacité, la stabilité et la vie utile du pont ainsi que sur la sécurité et le confort des usagers.

Avant d'entreprendre l'inspection générale d'un pont, l'inspecteur doit consulter les plans afin de se familiariser avec les détails de conception et de déterminer les endroits les plus susceptibles d'être endommagés. Il doit aussi étudier le rapport de la dernière inspection afin de pouvoir estimer sur place l'évolution des défauts déjà détectés.

Les caractéristiques de base de l'inspection générale d'un pont acier-bois sont les suivantes :

- chaque élément du pont est identifié à partir de paramètres établis par l'inspecteur, tels l'orientation de la route (nord-sud, est-ouest), le sens d'écoulement de la rivière, etc.;
- chaque élément du pont est inspecté individuellement;
- chaque défaut affectant un élément doit être identifié et son incidence sur le rôle de cet élément doit être évaluée;
- chaque défaut important implique généralement une recommandation d'activité d'entretien.

Les conséquences des défauts détectés sur les éléments et sur le pont varient en fonction de l'importance du rôle joué par chaque élément. Ainsi, les éléments qui supportent et transmettent les charges à d'autres éléments ou au sol, tels les caissons, les poutres et le platelage ont un rôle de premier ordre tandis que les éléments qui visent la sécurité des usagers, tels les dispositifs de retenue, le chasse-roue et la surface de roulement ont un rôle accessoire.

La fiche d'inspection générale, illustrée à la figure 2.2-1 « Fiche d'inspection générale », permet de consigner l'état des éléments observés (**Bon**, **Acceptable** ou **Déficient**) et de recommander des activités d'entretien qui sont présentées à la fin du présent chapitre. Des remarques visant à préciser et à justifier les recommandations peuvent être ajoutées au besoin.

L'avis technique, illustré à la figure 2.2-2 « Fiche d'inspection générale - Avis technique », est une fiche résumé incluant une demande d'informations additionnelles, les références d'inspection ainsi que la signature de l'ingénieur responsable de l'inspection ou de l'ingénieur de l'organisme responsable des ponts.

Un rapport d'inspection générale, dont les fiches d'inspection constituent l'essence, doit être produit pour chaque pont et doit contenir les informations suivantes :

- une appréciation de l'état de chacun des éléments;
- des remarques sur chacun des éléments endommagés et des recommandations relatives à des activités d'entretien à exécuter;
- une demande d'informations additionnelles, si on le juge nécessaire :
 - évaluation de capacité,
 - inspection d'affouillement.
- une appréciation de l'état général du pont;
- des recommandations finales d'activités d'entretien;
- des croquis ou photographies montrant les éléments endommagés ainsi que l'ampleur de leurs défauts.

Les informations contenues dans le rapport devraient être assez précises pour permettre l'évaluation du coût des travaux d'entretien projetés.

Le rapport d'inspection générale devrait être versé au dossier spécifique du pont, pour faire la mise à jour de toutes les données relatives au pont.

2.2.2 Inspection sommaire

L'inspection sommaire consiste à examiner visuellement les éléments d'un pont dans le but de découvrir des anomalies évidentes pouvant affecter sa stabilité ou la sécurité

des usagers. L'inspection sommaire permet également de suivre l'évolution de défauts déjà identifiés et de vérifier si les travaux prévus ont été effectués.

Les observations relevées lors de cette inspection doivent être signalées sur une fiche d'inspection telle que montrée à la figure 2.2-3 « Fiche d'inspection sommaire ». Cette fiche devrait comprendre :

- l'identification d'éléments particuliers à vérifier;
- la description des défauts observés sur les divers éléments du pont;
- les recommandations de travaux d'entretien à effectuer;
- le nom des personnes ayant fait l'inspection et la date de l'inspection.

Les principaux points à surveiller lors de l'inspection sommaire sont décrits à la figure 2.2-4 « Liste des défauts décelables lors de l'inspection sommaire ». Ces défauts peuvent être rapportés par tout employé de l'organisme responsable des ponts qui emprunte les routes du territoire. Ainsi, un suivi quasi journalier des ponts peut être assuré.

Les défauts majeurs nécessitant une action devraient être inscrits dans le rapport d'inspection générale.

2.2.3 Inspection d'évaluation

L'inspection d'évaluation consiste principalement en un examen minutieux des poutres du pont dans le but de valider ses propriétés et ses dimensions, de détecter ses défauts et d'évaluer l'incidence de ces défauts sur leur capacité ainsi que sur celle du pont.

L'inspection d'évaluation n'a pas de fréquence fixe; elle répond au besoin ponctuel d'évaluation de la capacité structurale d'un pont. Le processus d'évaluation de capacité est déclenché lorsqu'il y a une détérioration marquée de l'état d'un élément principal du tablier. Un délai maximal de 10 ans est fixé entre deux évaluations lorsqu'un pont se détériore très lentement. Elle peut nécessiter l'utilisation d'un appareil à ultrasons pour mesurer l'épaisseur de l'âme et des semelles des poutres en place. Les détails de cette inspection sont décrits au chapitre 5 « Évaluation de capacité ».

2.2.4 Mesures de sécurité

Les défauts affectant les éléments d'un pont doivent toujours être réparés le plus tôt possible pour empêcher la dégradation des éléments pouvant entraîner l'affaiblissement du pont, des problèmes de sécurité pour les usagers et une augmentation des coûts reliés à leur réparation.

L'importance relative des éléments ainsi que la nature et l'ampleur des défauts détectés sur un pont détermineront si des actions doivent être entreprises pour assurer la sécurité des usagers.

2.2.4.1 Défauts affectant la capacité du pont

La diminution de la capacité d'un pont constitue un danger immédiat pour les camions dont le chargement est conforme aux charges légales et les camions en surcharge autorisés à circuler avec un permis général ou spécifique.

Par conséquent, un pont dont la capacité est affectée par des défauts importants peut nécessiter des mesures temporaires visant spécialement à restreindre le poids des véhicules autorisés à circuler sur le pont ou à fermer le pont à la circulation. Ces mesures devraient demeurer en vigueur tant qu'une étude de capacité n'aura pas été effectuée ou que des travaux pour corriger les défauts n'auront pas été réalisés.

Les ponts visés par ces mesures doivent être signalés au MTQ qui est chargé de l'émission des permis de transport en surcharge.

2.2.4.2 Défauts affectant la sécurité des usagers

Les mesures qui peuvent être envisagées dans le cas de défauts affectant la sécurité des usagers sont les suivantes :

- la mise en place d'une signalisation spéciale pour aviser les automobilistes ou les piétons des dangers potentiels;
- l'application de mesures d'urgence, par exemple la mise en place de glissières ou de barrières de sécurité;
- la réalisation de mesures d'atténuation ou la mise en place d'une signalisation appropriée pour prévenir des accidents impliquant des cyclistes sur une surface de roulement potentiellement dangereuse.

2.2.5 Équipement d'inspection

2.2.5.1 Équipement courant

L'inspecteur doit pouvoir disposer de l'équipement suivant :

- des fiches d'inspection;
- des crayons et un carnet sur support rigide;
- une calculatrice;
- de la craie et des crayons à encre indélébile;

- des rubans à mesurer (3 m et 30 m);
- une chaîne à mesurer;
- un fil de plomb;
- un marteau de géologue;
- une lampe de poche;
- un canif et un jeu de tournevis;
- une brosse métallique;
- un appareil photographique.

2.2.5.2 Équipement d'accès

L'équipement d'accès nécessaire à l'inspection est particulier à chaque pont. L'équipement le plus approprié doit donc être déterminé lors de la planification de l'inspection.

Pour la majorité des ponts, les éléments à inspecter sont d'accès facile; l'inspecteur peut utiliser un équipement d'accès courant tels une échelle, un échafaudage volant ou une embarcation, conformément aux prescriptions du « Code de sécurité pour les travaux de construction » (L.R.Q., chapitre S-2.1).

Pour les ponts dont les éléments à inspecter sont d'accès difficile, un équipement spécial d'inspection telles une nacelle ou une passerelle aérienne peut être nécessaire.

PONTS ACIER-BOIS
FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

Mun. :	Site :
Dossier :	Obstacle :

ÉLÉMENT	ÉTAT	RECOMMANDATIONS / REMARQUES
---------	------	-----------------------------

Cours d'eau et remblai d'approche

Cours d'eau		
Remblai d'approche		
Protection de talus		

Unités de fondation

Fondation		
Caisson		
Plaques d'appui		

Charpente métallique

Poutre		
Diaphragme / contreventement		
Revêtement de protection		

Figure 2.2-1 Fiche d'inspection générale

PONTS ACIER-BOIS
FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE

Mun. :	Site :
Dossier :	Obstacle :

ÉLÉMENT	ÉTAT	RECOMMANDATIONS / REMARQUES
---------	------	-----------------------------

Éléments de tablier et des approches

Platelage - traverses - madriers-plancher Chasse-roue Surface de roulement Accotement et drainage		
--	--	--

Dispositifs de retenue

Glissière (pont)		
Glissière (approche)		

Signalisation

Limitation poids		
Limitation hauteur		
Danger		
Passage étroit		

Figure 2.2-1 (suite) Fiche d'inspection générale

PONTS ACIER-BOIS
FICHE D'INSPECTION GÉNÉRALE
AVIS TECHNIQUE

Mun. :	Site :
Dossier :	Obstacle :

Demande d'informations additionnelles

État général du pont

Activités d'entretien recommandées

Nom des inspecteurs : _____

Date de l'inspection : _____

Ingénieur : _____

Signature

Figure 2.2-2 Fiche d'inspection générale - Avis technique

PONTS ACIER-BOIS
FICHE D'INSPECTION SOMMAIRE

Mun. :	Site :
Dossier :	Obstacle :

Éléments particuliers à vérifier

Défauts observés

Recommandations

Nom des inspecteurs : _____

Date de l'inspection : _____

Figure 2.2-3 Fiche d'inspection sommaire

DÉFAUTS DÉCELABLES LORS DE L'INSPECTION SOMMAIRE

Cours d'eau et remblai d'approche

- Accumulation de débris ou de glaces dans le lit du cours d'eau ou sur les berges.
- Perte de matériaux des remblais d'approche ou de la protection de talus.

Unités de fondation

- Perte de matériaux sous le caisson.
- Éléments de caissons endommagés.
- Mauvais comportement des plaques d'appui.

Charpente métallique

- Poutres endommagées par les glaces ou à la suite d'un accident.

Éléments de tablier et des approches

- Platelage défoncé ou semblant ne pas avoir la capacité nécessaire pour supporter un véhicule lourd.
- Affaissement important à l'approche immédiate du pont.
- Espacement important (plus grand que 12 mm) entre les madriers de plancher.
- Chasse-roue endommagé, cassé ou manquant.
- Accumulation de sable ou de débris sur la surface de roulement.

Dispositifs de retenue

- Glissière endommagée, renversée ou manquante.

Signalisation

- Panneaux de signalisation manquants, plus spécialement ceux relatifs à une restriction de charges.

Figure 2.2-4 Liste des défauts décelables lors de l'inspection sommaire

2.3 DÉFAUTS DE MATÉRIAUX

La majorité des défauts affectant un pont acier-bois sont liés directement aux matériaux qui le composent et dont les principaux sont l'acier, le bois ainsi que la peinture.

2.3.1 Acier

Les principaux défauts de l'acier sont :

- la corrosion;
- les déformations permanentes;
- la fissuration;
- le relâchement des assemblages.

2.3.1.1 Corrosion

La corrosion est la dégradation de l'état métallique initial de l'acier sous l'action du milieu ambiant et due à l'état instable du fer, sa principale partie. La corrosion survient lorsque l'acier n'est pas protégé ou lorsque la protection se détériore.

Différents facteurs influencent la rapidité du processus de corrosion de l'acier :

- la conductivité et le niveau d'acidité (pH) du milieu ambiant;
- la température ambiante;
- les sels et les chlorures;
- les gaz polluant l'atmosphère;
- le contact entre métaux différents.

La rouille sur l'acier au carbone apparaît d'abord sous forme de petits grains. À mesure qu'elle progresse, ces petits grains se transforment en une pellicule, puis en lamelles qui se détachent de la surface et laissent apparaître de nombreuses petites cavités appelées piqûres de corrosion. Ce processus entraîne une diminution de section et de résistance de l'élément d'acier affecté.

L'importance de la corrosion est fonction de la diminution de section de l'acier. À un stade avancé, la rouille stratifiée est très répandue et la section d'acier est diminuée d'au moins 10 %.

2.3.1.2 Déformations permanentes

Les déformations permanentes d'une membrure en acier apparaissent généralement sous forme de fléchissement ou de flambement. Elles peuvent être causées par une surcharge, par un contreventement endommagé ou manquant, ou par la pression ou l'impact des glaces.

Le fléchissement d'une poutre est une déformation permanente se produisant lorsque la poutre est fortement sollicitée en flexion par les charges qu'elle supporte. Le flambement d'une poutre est une déviation permanente de son axe longitudinal lorsqu'elle est soumise à un grand effort de compression. Le flambement peut se produire sur la partie supérieure d'une poutre insuffisamment contreventée.

Les déformations permanentes affectent l'intégrité des poutres, donc celle du pont lui-même. Par conséquent, les déformations permanentes sont toujours importantes. Des photographies et des mesures des déformations doivent être prises et notées.

2.3.1.3 Fissuration

Une fissure est une fracture linéaire qui traverse partiellement ou complètement une membrure. Les fissures sont la conséquence de la fatigue du métal soumis à des contraintes et à des déformations variables. Elles surviennent habituellement aux points de concentration des efforts de traction, aux assemblages soudés ou aux terminaisons des soudures. Les fissures peuvent être causées ou aggravées par un chargement excessif, l'impact d'un véhicule ou l'affaiblissement d'une membrure par la corrosion.

Comme les fissures peuvent être cachées par la rouille, la poussière ou les débris, les zones propices à la fissuration telles qu'illustrées à la figure 2.3-1 « Zones propices à la fissuration » doivent être nettoyées avant l'inspection.

Les fissures dans l'acier affectent l'intégrité de toute membrure, et dans le cas des poutres, l'intégrité du pont lui-même. Par conséquent, les fissures sont toujours importantes. L'emplacement de la fissure dans une membrure et la localisation de cette membrure dans la charpente métallique doivent être notés. De plus, les caractéristiques de la fissure (longueur, largeur, orientation) doivent être enregistrées et des photographies doivent être prises.

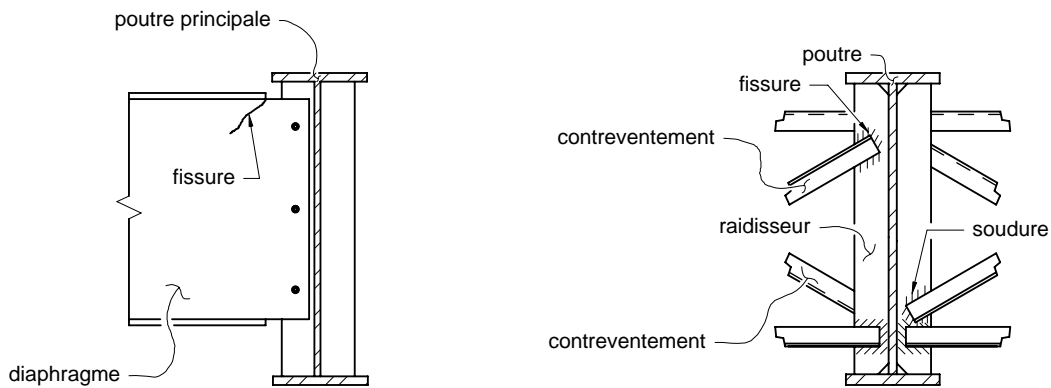


Figure 2.3-1 Zones propices à la fissuration

2.3.1.4 Relâchement des assemblages

Le relâchement des assemblages boulonnés peut être causé par la corrosion des plaques d'assemblage ou des boulons, une vibration excessive, des contraintes trop fortes ou la déficience des boulons.

Le relâchement des assemblages des diaphragmes ou des contreventements est souvent difficile à détecter. Un assemblage desserré peut être détecté en observant la présence de défauts sur d'autres éléments en acier ou en le frappant à plusieurs endroits avec un marteau.

L'ampleur du relâchement d'un assemblage est proportionnelle au nombre de boulons défectueux ou manquants par rapport au nombre total formant l'assemblage. Un croquis montrant les détails de l'assemblage et l'emplacement des boulons défectueux ou manquants doit être fait.

2.3.2 Bois

Les défauts du bois sont causés principalement par des ennemis naturels tels des champignons, des insectes ou une multitude de micro-organismes. Ils peuvent résulter aussi de la circulation des véhicules ou de l'impact des glaces.

Les principaux défauts du bois sont :

- le vieillissement;
- la pourriture;
- le trou d'insecte;
- l'usure par abrasion;

- l'altération physique.

2.3.2.1 *Vieillissement*

Le vieillissement est la détérioration du bois exposé aux éléments atmosphériques comme le soleil, la pluie, le vent et le gel. Les nombreuses gerces, fentes et roulures deviennent des zones propices à la pourriture :

- gerce : fissure perpendiculaire aux anneaux de croissance qui va de la surface vers le milieu d'une pièce et qui résulte ordinairement du séchage. On la retrouve sur une ou plusieurs faces d'une pièce et elle s'étend longitudinalement;
- fente : fissure à travers les anneaux de croissance qui va d'une face à l'autre d'une pièce et qui résulte du déchirement des cellules du bois. On la retrouve généralement aux extrémités d'une pièce;
- roulure : fissure qui se propage le long des anneaux de croissance du bois. Elle s'étend longitudinalement et peut affecter une partie de l'épaisseur d'une pièce ou la traverser totalement d'une face à sa face opposée ou à sa face adjacente.

Le vieillissement du bois non traité est caractérisé par une décoloration de la surface qui acquiert une teinte grisâtre et présente de nombreuses gerces, fentes et roulures.

Le vieillissement du bois traité s'effectue lentement et la surface vieillie acquiert une teinte gris-brun.

Généralement le vieillissement, quoiqu'il laisse soupçonner la faiblesse potentielle d'une pièce de bois, indique plutôt une détérioration éventuelle. À un stade avancé, la surface se ramollit, ce qui correspond à un début de pourriture.

L'importance du vieillissement est fonction de la quantité, de la longueur et de la profondeur des fissures qui affectent les pièces.

2.3.2.2 *Pourriture*

La pourriture du bois est la décomposition de sa matière ligneuse par l'action de champignons qui entraînent un ramollissement, une perte de résistance et de poids ainsi qu'un changement de couleur et de texture. La pourriture débute dans les fissures, les nœuds, les trous et aux extrémités des pièces, et se propage par les spores produites par les champignons.

Le traitement du bois sous pression avec des produits de préservation qui pénètrent le bois et qui le rendent nocif pour les champignons est une méthode couramment employée pour contrer la pourriture.

La pourriture se rencontre souvent :

- sur du bois en contact permanent avec le sol;
- sur la partie des pièces de bois située au niveau de l'eau;
- aux endroits où l'humidité est emprisonnée tels les appuis et les surfaces de contact des assemblages;
- dans les fissures du bois où l'eau peut pénétrer.

L'importance de la pourriture est fonction de l'intégrité des fibres du bois. À un stade avancé, le bois pourri a une résonance creuse et se désagrège facilement. Il offre peu ou pas de résistance à la pénétration d'un objet pointu.

2.3.2.3 Trou d'insecte

Le trou d'insecte est une altération caractérisée par une diminution de section et de résistance d'une pièce de bois, à la suite du creusage de galeries par des insectes tels les termites et les coléoptères. Les produits de préservation utilisés pour contrer la pourriture sont généralement efficaces contre les insectes.

L'importance des trous d'insectes est déterminée par le nombre de trous et de galeries dans la pièce de bois. À un stade avancé, le bois se désagrège facilement et offre peu ou pas de résistance à la pénétration d'un objet pointu.

2.3.2.4 Usure par abrasion

L'usure par abrasion est caractérisée par une légère dépression creusée entre les nœuds d'une pièce de bois, une diminution de section et l'apparition de fissures. Elle est le résultat du frottement des charrues à neige et des niveleuses sur le platelage ou des glaces contre les culées et les piles.

L'importance de l'usure par abrasion est déterminée principalement par la diminution de la section d'origine. À un stade avancé, l'usure est profonde et la diminution de section est supérieure à 20 %.

2.3.2.5 Altération physique

L'altération physique d'une pièce en bois résulte d'une surcharge excessive ou de l'impact d'un véhicule ou de glaces sur un élément du pont. Les éléments les plus vulnérables sont ceux déjà affaiblis par la pourriture ou les trous d'insectes.

On distingue trois types d'altérations physiques :

- la fêlure;
- l'écrasement;
- la rupture.

La fêlure est une séparation incomplète d'une pièce de bois. La fêlure perpendiculaire aux fibres est causée par des efforts de flexion dus à une surcharge excessive. La fêlure parallèle aux fibres est causée par le cisaillement ou la continuité d'une fente.

L'écrasement est une déformation permanente perpendiculaire aux fibres engendrée par une compression excessive.

La rupture est la séparation complète d'une pièce de bois.

Comme l'altération physique peut affecter l'intégrité d'une pièce ou d'un élément en bois, l'emplacement de l'altération dans une pièce en bois et l'identification de l'élément affecté doivent être notés. Des photographies des altérations physiques doivent être prises.

2.3.3 Peinture

La peinture a été un des matériaux les plus utilisés pour protéger les ouvrages métalliques contre la corrosion.

Les défauts de peinture indiquent une faiblesse potentielle du revêtement et une détérioration éventuelle de la protection des surfaces. Leur présence et la localisation des zones affectées doivent être notées.

Il existe plusieurs types de défauts de peinture. Ils peuvent être regroupés dans les trois catégories suivantes :

- les défauts reliés à la peinture;
- les défauts reliés à l'adhérence;
- les défauts reliés à l'application.

Les défauts reliés à la peinture ont trait à la composition chimique de la peinture et aux réactions de différentes peintures entre elles et avec l'environnement.

Les défauts reliés à l'adhérence sont généralement le résultat d'une mauvaise sélection de la peinture, d'une mauvaise préparation de la surface ou de l'application de la peinture sur une surface souillée.

Les défauts reliés à l'application sont tout simplement le résultat d'une mauvaise application de la peinture.

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 standard d'évaluation 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 superficies 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 : la rouille par taches, la rouille généralisée et la rouille par points.

L'importance des défauts de peinture est fonction de l'efficacité de sa protection contre la corrosion. À un stade avancé, l'acier est à nu sur une superficie de plus de 20 % de la surface totale de l'élément.

2.4 INSPECTION D'ÉLÉMENTS DE PONT

2.4.1 Cours d'eau

L'inspection du cours d'eau a pour but d'évaluer les risques que représente cet élément pour la stabilité d'un pont. Le cours d'eau doit être inspecté à l'intérieur des limites du pont et sur une distance d'au moins 30 m en amont et en aval.

Le cours d'eau peut représenter des risques importants pour un pont dont les unités de fondation reposent sur un sol qui n'est pas protégé adéquatement contre l'affouillement.

Les défauts du cours d'eau qui peuvent affecter la stabilité du pont et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

- l'affouillement;
- la dégradation du lit;
- l'érosion des berges;
- le creusage artificiel du lit;
- le changement dans l'alignement du lit;
- l'exhaussement du lit.

D'autres défauts pouvant être observés sur le cours d'eau doivent également être examinés :

- l'impact des glaces et des débris;
- l'ouverture ou le dégagement vertical insuffisant;
- l'inondation du tablier et des approches.

A) Affouillement

L'affouillement est l'abaissement du lit d'un cours d'eau par l'action érosive de l'écoulement des eaux.

Il faut considérer surtout l'affouillement général du lit ou des berges qui se produit lorsque l'ouverture d'un pont réduit l'écoulement. Il faut également porter attention à l'affouillement local qui se produit habituellement à une pile ou à une culée parce qu'elles font obstruction à l'écoulement des eaux.

B) Dégradation du lit

La dégradation ou l'abaissement naturel du lit d'un cours d'eau se produit lorsqu'il y a un certain transport des sédiments du cours d'eau. Ce défaut peut devenir important lorsque les débits de crue sont augmentés en raison du déboisement, de l'urbanisation ou de toute autre cause.

C) Érosion des berges

L'érosion des berges entraîne la détérioration du système de protection des rives.

D) Changement dans l'alignement du lit

Ce défaut entraîne un écoulement attaquant un élément de fondation qui n'est pas conçu pour être sollicité de cette façon par le courant.

E) Exhaussement du lit

L'exhaussement du lit entraîne une diminution de la capacité de transport de sédiments d'un cours d'eau. L'exhaussement est causé par la diminution soudaine de la pente du cours d'eau ou par l'addition d'une grande quantité de sédiments.

F) Impact des glaces ou des débris

L'impact des glaces ou des débris transportés par le courant peut causer des dommages aux éléments du pont. Les dommages les plus fréquents sont :

- le déplacement latéral du tablier, particulièrement de la partie inférieure des poutres;
- la détérioration des arêtes des caissons.

G) Ouverture ou dégagement vertical insuffisant

Une ouverture ou un dégagement vertical insuffisants provoquent, surtout en période de crues, un accroissement de la vitesse d'écoulement de l'eau sous le pont, augmentant ainsi les risques d'affouillement du sol de fondation des caissons, des remblais d'approche et des berges du cours d'eau.

Une ouverture insuffisante favorise l'accumulation de débris à l'entrée d'un pont à courte portée.

Aux endroits où le dégagement vertical est insuffisant, les glaces ou les débris peuvent s'accumuler, exercer une poussée latérale sur le tablier ou provoquer un embâcle pouvant augmenter de façon significative les risques d'affouillement.

H) Inondation du tablier et des approches

L'inondation du tablier et des approches peut, en plus de présenter des inconvénients et des risques pour les usagers, entraîner des dommages importants à la route, aux remblais d'approche, aux unités de fondation et au tablier du pont.

Aux endroits où des inondations sont survenues, l'inspecteur doit évaluer les risques qu'elles représentent pour le pont en déterminant leur fréquence, le niveau d'eau observé ainsi que les circonstances qui en sont à l'origine. Ces informations peuvent être obtenues par l'entremise des résidents avoisinants, du personnel d'entretien du ministère des Transports, du ministère de l'Environnement, d'Hydro-Québec, des médias et d'autres organismes locaux.

Pour un pont dont le dégagement vertical est trop petit ou qui peut subir des inondations, un suivi exigeant est recommandé. Un pont nécessitant un suivi exigeant doit être inspecté plus fréquemment et gardé en observation, particulièrement lors de crues importantes, de manière à assurer en tout temps la sécurité des usagers.

2.4.2 Remblai d'approche et protection de talus

L'inspection du remblai d'approche et de la protection de talus doit être réalisée à partir du pied du talus situé en avant de la culée jusqu'à une distance de 10 m en arrière du garde-grève.

Le rôle du remblai d'approche est de constituer une transition stable, sans mouvement appréciable, entre la route et le terrain naturel.

Le rôle de la protection de talus est de protéger contre l'affouillement et l'érosion les talus du remblai d'approche ou des berges du cours d'eau ainsi que les bases des caissons.

2.4.2.1 Remblai d'approche

Les défauts et les mouvements qui affectent le remblai d'approche et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

- une perte de matériaux de remblai causée par l'affouillement ou l'érosion;
- des mouvements du remblai tels un tassement ou un glissement;
- la présence de broussailles, arbustes ou végétation non désirée.

L'affouillement est le creusage du remblai d'approche sous l'action du courant et des glaces, surtout lors d'une crue des eaux ou à l'occasion de fortes pluies. Il affecte principalement la base du remblai, surtout lorsque ce dernier encombre le cours d'eau ou qu'il n'est pas protégé adéquatement.

L'érosion est le creusage des pentes du remblai par l'action de l'eau qui entraîne les particules fines de matériau à travers les vides du remblai. L'érosion est principalement causée par l'eau de ruissellement qui se déverse à l'extrémité du caisson.

Un tassement est un déplacement vertical graduel du remblai sous l'effet de son propre poids. Cette dégradation est habituellement le résultat de la consolidation du sol constituant sa fondation ou la conséquence d'un compactage insuffisant des matériaux constituant le remblai lui-même ou sa fondation.

Un glissement est un affaissement et un déplacement latéral d'une partie du talus du remblai sous l'action de son propre poids. Il est causé par des contraintes de cisaillement trop grandes dans les matériaux composant le talus ou le remblai.

2.4.2.2 Protection de talus

Les défauts généralement observés sur la protection de talus et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

- une perte de protection causée par la dégradation ou le transport des matériaux sous l'action du ruissellement, du courant ou des glaces;
- un manque de protection causé par l'absence ou l'inefficacité de l'empierrement.

L'ampleur de la perte de protection doit être évaluée en examinant le pourcentage de la surface affectée par rapport à la surface de protection normale pour le site concerné.

L'affaissement ou le déplacement de la protection sont souvent des indications de son inefficacité.

2.4.3 Unités de fondation

Les éléments suivants sont considérés comme des éléments d'unité de fondation :

- la fondation;
- le caisson à claire-voie en bois;
- les plaques d'appui.

Les unités de fondation ont pour fonction de transmettre au sol les charges permanentes et les surcharges qu'ils supportent ainsi que la poussée du remblai qu'ils retiennent, et ce, sans mouvements exagérés. L'assise du caisson sert spécifiquement à fournir un support solide pour les plaques d'appui des poutres.

Les défauts et les mouvements qui affectent les éléments d'unité de fondation et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

2.4.3.1 Fondation

Les principaux défauts de la fondation sont :

- des mouvements de fondation, pouvant être détectés à partir d'indices comme une perte d'aplomb du caisson;
- une perte de matériaux sous le caisson, produite par l'affouillement et l'érosion.

2.4.3.2 Caisson

Les principaux défauts du caisson sont :

- la pourriture des pièces, surtout de leurs extrémités;
- l'altération physique des pièces de bois;
- une perte des matériaux de remplissage par les ouvertures;
- la pourriture ou l'altération physique des pièces de l'assise;
- l'affaissement du caisson.

2.4.3.3 Plaques d'appui

Les principaux défauts des plaques d'appui sont :

- les boulons d'ancrage pliés, sectionnés ou manquants;
- le chargement inégal de la plaque dû au mouvement de l'unité de fondation;

- la restriction de mouvement du tablier causée par :
 - la butée des boulons d'ancrage contre l'extrémité des trous ovalisés;
 - la corrosion des plaques.

2.4.4 Charpente métallique

Les éléments suivants sont considérés comme des éléments de la charpente métallique :

- les poutres;
- les diaphragmes ou les contreventements selon le cas.

Le rôle des poutres est de supporter les charges qui leur sont appliquées et de les transmettre adéquatement aux unités de fondation.

Les diaphragmes et les contreventements doivent assurer la stabilité latérale des poutres en restreignant les mouvements relatifs entre elles.

Les défauts généralement observés sur les poutres, les diaphragmes et les contreventements en acier et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

- la corrosion;
- les déformations permanentes;
- les fissures;
- le relâchement des assemblages tels les boulons détériorés, desserrés ou manquants;
- l'accumulation de sable ou autres débris.

Les endroits devant être inspectés avec une attention particulière sont les endroits susceptibles d'accumulation de sable ou de débris de toutes sortes.

Les assemblages bout à bout de l'âme et des semelles d'une poutre et des contreventements doivent être évalués comme faisant partie des éléments assemblés.

L'importance de la flèche ou de la vibration des poutres sous les surcharges routières est un reflet du comportement de la charpente. Leur examen est laissé au jugement de l'inspecteur.

2.4.5 Éléments de tablier et des approches

2.4.5.1 Éléments de tablier

Les éléments suivants sont considérés comme des éléments de tablier :

- le platelage;
- le chasse-roue;
- la surface de roulement du pont.

Le platelage, composé de traverses et de madriers de plancher en bois, sert à transmettre les charges à la charpente métallique.

Les chasse-roues délimitent transversalement la largeur carrossable du pont et leur rôle est de redresser la trajectoire des véhicules avant qu'ils ne heurtent le garde-fou.

La surface de roulement du pont doit assurer le confort et la sécurité des automobilistes. Les madriers de plancher du platelage constituent la surface de roulement de la plupart des ponts acier-bois. Le retrait à long terme des madriers de plancher peut entraîner un espacement anormal entre ces pièces longitudinales et présenter ainsi un danger potentiel pour les cyclistes qui utilisent le pont.

Les défauts généralement observés sur les éléments de tablier et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

A) Platelage

Les principaux défauts du platelage en bois sont :

- des traverses mal assujetties aux poutres principales;
- la pourriture des traverses et des madriers de plancher;
- la fêlure, l'écrasement ou la rupture des traverses et des madriers de plancher sous la charge et l'impact des véhicules.

B) Chasse-roue

Les principaux défauts du chasse-roue sont :

- les défauts du bois tels la pourriture, la fêlure, l'écrasement ou la rupture;
- des parties manquantes ou détériorées ainsi que des assemblages lâches.

C) Surface de roulement du pont

Les principaux défauts du plancher en bois en tant que surface de roulement sont :

- la pourriture, l'altération physique et l'usure par abrasion des madriers;
- un espacement important (plus grand que 12 mm) entre les madriers longitudinaux, et qui présente un danger pour les cyclistes;
- des madriers manquants ou mal assujettis;
- des clous saillants à la surface;
- l'accumulation de sable ou autres débris.

2.4.5.2 *Éléments des approches*

Les éléments suivants sont considérés comme des éléments des approches :

- la surface de roulement;
- les accotements;
- le drainage.

La surface de roulement et les accotements des approches doivent être inspectés sur une distance maximale de 30 m.

La surface de roulement aux approches doit assurer le confort et la sécurité des automobilistes. La transition entre la route et le pont sert à réduire au minimum l'impact produit par les charges lourdes sur le pont et sur les approches.

L'accotement à l'approche d'un pont est une largeur supplémentaire de la route, qui permet de drainer la surface de roulement et de soutenir la glissière de sécurité.

Un bon drainage doit permettre l'évacuation de l'eau provenant de la chaussée aux approches afin de réduire au minimum les risques de pertes de contrôle des véhicules et de ne pas endommager d'autres éléments du pont.

Les défauts généralement observés sur les éléments des approches et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

A) Surface de roulement aux approches

Les principaux défauts de la surface de roulement sont :

- des dénivellations résultant du tassement du matériau de remplissage du caisson, de la structure de chaussée ou d'un mouvement du caisson;
- des cavités, trous et autres défauts dans une surface en gravier;

- les défauts de l'enrobé tels la fissuration, la pelade, le nid-de-poule, l'orniérage ainsi que les surfaces lisses et glissantes.

B) Accotements

Les principaux défauts de l'accotement sont :

- la dénivellation par rapport à la chaussée ou la perte de matériaux granulaires causée par l'érosion;
- la surélévation de l'accotement par rapport à la chaussée;
- la largeur insuffisante de l'accotement.

C) Drainage

Les principaux défauts de drainage sont :

- des accumulations d'eau sur la surface de roulement;
- une érosion des accotements et des talus.

2.4.6 Dispositifs de retenue

Les glissières sur le pont sont une protection qui empêche les automobilistes, les cyclistes ou les piétons de tomber en bas du pont.

Les glissières aux approches, quant à elles, servent à guider les véhicules de façon à les empêcher de quitter la voie ou de percuter l'extrémité de la glissière du pont. Ces glissières devraient normalement être inspectées sur toute leur longueur.

Les défauts qui affectent les dispositifs de retenue et sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

- des sections de glissière renversées, éléments déformés ou sectionnés par un accident;
- les défauts du bois telles la pourriture, la fêlure ou la rupture des pièces;
- des éléments d'assemblage de poteaux ou de lisses relâchés, mal assujettis ou manquants;
- la corrosion des lisses ou des boulons d'assemblage en acier;
- un raccordement inadéquat avec la glissière sur le pont.

2.4.7 Revêtement de protection

Les types de revêtements de protection à examiner sont les suivants :

- le revêtement de peinture;
- la galvanisation;
- la surface d'acier AT.

Le revêtement de protection sert à protéger les éléments métalliques contre la corrosion.

Les défauts du revêtement de protection sur lesquels une attention particulière doit être portée sont les suivants :

- le manque d'adhérence ou l'absence du revêtement de protection;
- la corrosion des éléments protégés;
- le mauvais comportement (lamelles de corrosion) d'une surface d'acier AT.

L'inspecteur doit porter une attention particulière aux parties du pont où le revêtement de protection peut se détériorer rapidement, soit les surfaces des poutres ou des contreventements pouvant retenir la poussière, les débris et l'humidité.

2.4.8 Signalisation

Les dangers que peuvent présenter les ponts pour les usagers doivent être clairement indiqués par une signalisation conforme aux « Normes de signalisation routière ».

Avant d'inspecter la signalisation, l'inspecteur doit consulter le dossier du pont afin de vérifier si un besoin de signalisation y est mentionné et ainsi être en mesure de s'assurer que la signalisation nécessaire est en place.

L'inspection de la signalisation ne doit pas se limiter aux panneaux situés sur les approches de la structure, puisqu'elle concerne également les signaux avancés de limitation de poids qui sont installés à d'autres points stratégiques de la route. L'inspection de la signalisation est nécessaire pour s'assurer qu'elle est en place et pleinement efficace.

La signalisation relative aux ponts est de deux types :

- la signalisation de prescription;
- la signalisation de danger.

A) La signalisation de prescription

Les panneaux relatifs à la signalisation de prescription sont les suivants :

- le panneau P-125 relatif à l'obligation de descendre de bicyclette est requis pour les ponts acier-bois dans le cas où l'espacement des madriers constitue un danger pour le cycliste. Une attention particulière est accordée aux ponts situés à proximité ou sur un circuit cyclable;
- le panneau relatif à la limitation de poids aux charges légales (P-195);
- les panneaux relatifs à la limitation de poids (P-200-2 ou P-200-1) :

Les panneaux relatifs à la direction et à la longueur du chemin de détour que le conducteur du véhicule doit emprunter (P-200-P-2) peuvent être utilisés pour compléter le panneau P-200-2. Les panneaux relatifs à la limitation de poids sont installés à la suite d'une recommandation de l'ingénieur responsable de l'évaluation de capacité.

B) La signalisation de danger

Les panneaux relatifs à la signalisation de danger sont les suivants :

- le panneau relatif à un passage étroit (D-200): le panneau D-200-P doit être utilisé pour compléter le panneau D-200 lorsque la largeur de la voie est très étroite et ne permet qu'une seule voie de circulation sur le pont;
- les panneaux relatifs aux balises de danger (D-290, D-290-G et D-290-D);
- les panneaux relatifs à une chaussée glissante (D-310-1 et D-310-2) et à une chaussée glacée (D-320) peuvent aussi être utilisés au besoin.

Les défauts qui affectent la signalisation relative aux ponts sont les suivants :

- les panneaux qui ne sont pas conformes aux « Normes de signalisation routière » ou qui ne sont pas disposés selon leurs prescriptions;
- les panneaux manquants, endommagés ou mal assujettis à leur support;
- les panneaux qui affichent des informations inexactes ou difficilement lisibles.

2.4.9 Exemples de défauts observés

Les photographies qui suivent illustrent des exemples de défauts observés sur différents éléments de pont acier-bois.

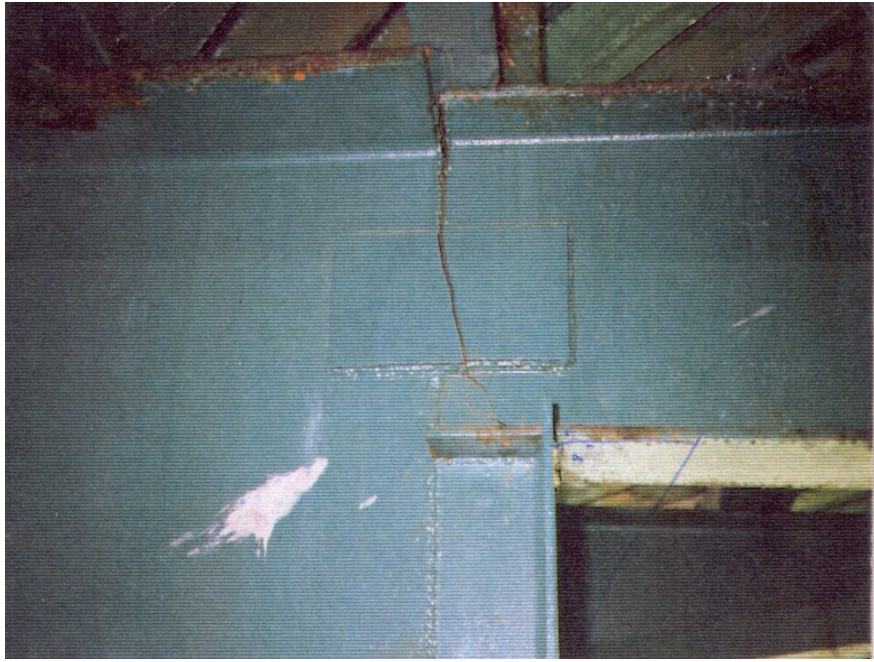


Photo 2.4-1 – Fissuration d'une poutre en acier



Photo 2.4-2 – Pourriture moyenne d'une pièce de plancher



Photo 2.4-3 – Pourriture importante de l'extrémité d'une pièce de caisson



Photo 2.4-4 – Corrosion sous le feuil de peinture



Photo 2.4-5 – Perte de matériaux affectant de façon importante le comportement du remblai



Photo 2.4-6 – Pourriture importante d'un caisson



Photo 2.4-7 – Mouvement de fondation qui affecte le comportement du caisson



Photo 2.4-8 – Bombement très important d'un caisson



Photo 2.4-9 – Position inadéquate des diaphragmes par rapport à la semelle comprimée



Photo 2.4-10– Pourriture importante d'un plancher



Photo 2.4-11– Défauts de glissière affectant la sécurité des usagers



Photo 2.4-12– Érosion de l'accotement à l'approche

2.5 NOTIONS D'ENTRETIEN

Comme pour les ponts en béton et acier-béton, les ponts acier-bois nécessitent un entretien de base si l'on veut prolonger au maximum leur durée de vie. Que les propriétaires ou les gestionnaires aient la responsabilité d'un ou de plusieurs ponts, un programme d'inspection et d'entretien (voir figure 2.1-1) représente la démarche la plus sûre pour conserver d'une façon optimale un pont ou un ensemble de ponts. On utilise généralement le concept de gestion pour regrouper toutes les notions et paramètres liés à l'inspection, l'évaluation, l'entretien et l'amélioration des structures.

L'entretien des ponts est considéré dans le présent manuel selon trois catégories d'intervention : l'entretien préventif, l'entretien courant et la réparation. Les deux premières catégories sont normalement associées à un budget d'exploitation. Selon l'ampleur des projets, la réparation peut être liée à un budget d'exploitation ou d'immobilisation.

L'entretien préventif consiste à intervenir sur un pont, de façon à empêcher ou à ralentir la progression des dégradations pouvant entraîner la détérioration prématurée de ce pont. Pour des ponts en assez bon état, l'entretien préventif est la meilleure stratégie d'utilisation des ressources financières disponibles.

L'entretien courant consiste en des interventions mineures visant à corriger des défauts ou des dégradations qui représentent un potentiel d'accidents ou qui affectent le confort des usagers. L'entretien courant permet d'offrir un niveau de sécurité et de confort acceptable sur tous les ponts ouverts à la circulation.

La réparation inclut des activités ayant pour but de remettre un pont en bon état. La pertinence d'une réparation est jugée en fonction du prolongement de vie utile qu'elle peut donner et des coûts qui lui sont associés. Il faut prendre soin d'éliminer ou de contrôler les causes des dégradations ou des mauvais comportements avant d'effectuer des réparations.

Viennent s'ajouter à l'entretien d'autres types d'interventions comme l'affichage, le renforcement, la reconstruction ou le remplacement d'un pont. Ces genres d'interventions nécessitent généralement des analyses techniques plus détaillées ou des études de rentabilité à long terme. Que ce soit pour un parc de ponts de petite ou de grande ampleur, des procédures d'inspection et d'entretien bien définies permettent d'en faire un suivi efficace et rentable.

Si des travaux d'entretien impliquent une modification significative du système structural, telle qu'un ajout de poutres ou un changement de géométrie, il est recommandé d'utiliser le logiciel de conception pour effectuer les analyses structurales nécessaires au dimensionnement des éléments.

2.6 ACTIVITÉS D'ENTRETIEN

Les activités d'entretien présentées dans cette section permettent de corriger les défauts décelés sur les ponts acier-bois. Elles peuvent être liées à l'entretien préventif (activités 1000), à l'entretien courant (activités 2000) ou à la réparation (activités 3000). Ces activités et la numérotation s'y rattachant sont tirées des chapitres 2 et 3 du *Manuel d'entretien des structures* du MTQ.

NETTOYAGE SOUS LE TABLIER

ACTIVITÉ
1011

DATE
2001-10-15

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 déglçage 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 déglçage.

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, suite à 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
2001-10-15

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.

NETTOYAGE DU DESSUS DE TABLIER

ACTIVITÉ
1012

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

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

Manuel d'entretien des structures:

- . Méthodes d'intervention, chapitre 3, activité 2053.

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.

NETTOYAGE DU DESSUS DE TABLIER

ACTIVITÉ
1012

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 3

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, suite à une inspection générale.

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 déglçage 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.
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, 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

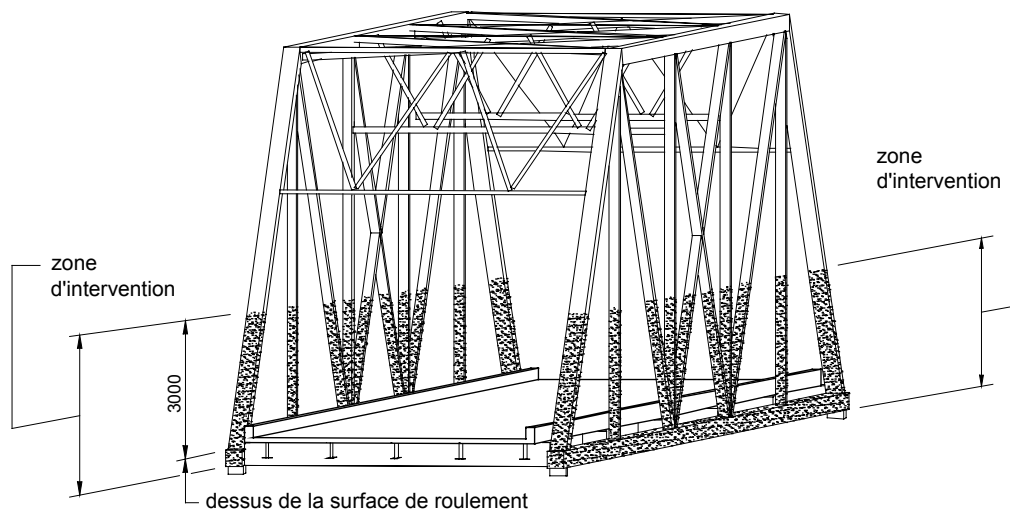
DATE
2001-10-15

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

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 déglçage 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 déglçage, 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 déglçage

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 déglçage.

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 déglçage

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

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 déglçage, il est recommandé d'ajouter à l'eau un produit (de type « Chlor-Rid ») qui augmente l'extraction des chlorures, selon un rapport de mélange d'au moins 1 : 100.

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 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 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 déglçage

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

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

Note

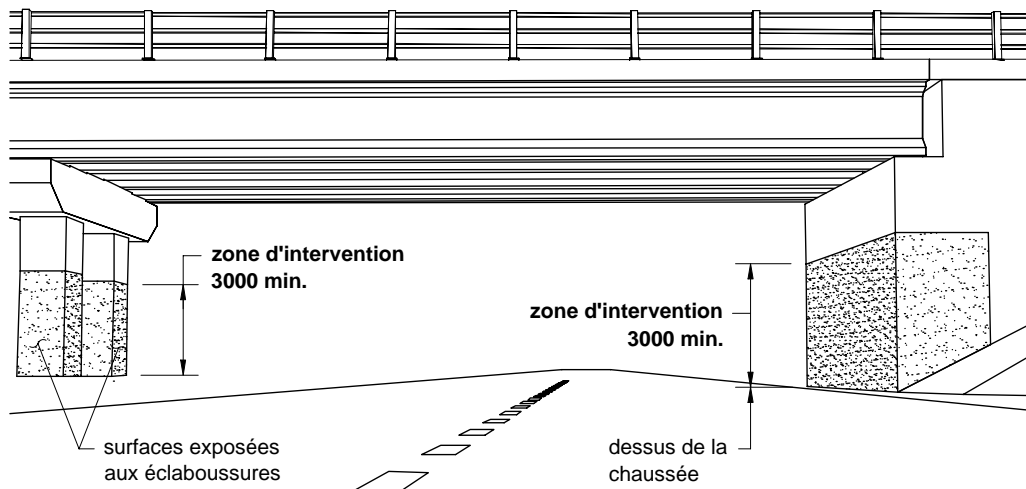
- . Les surfaces des poutres en béton exposées aux éclaboussures de sels de déglçage (surtout les poutres de rive) peuvent être incluses dans le nettoyage des éléments de fondation si l'équipement d'accès et la circulation le permettent.

NETTOYAGE D'UNITÉ DE FONDATION

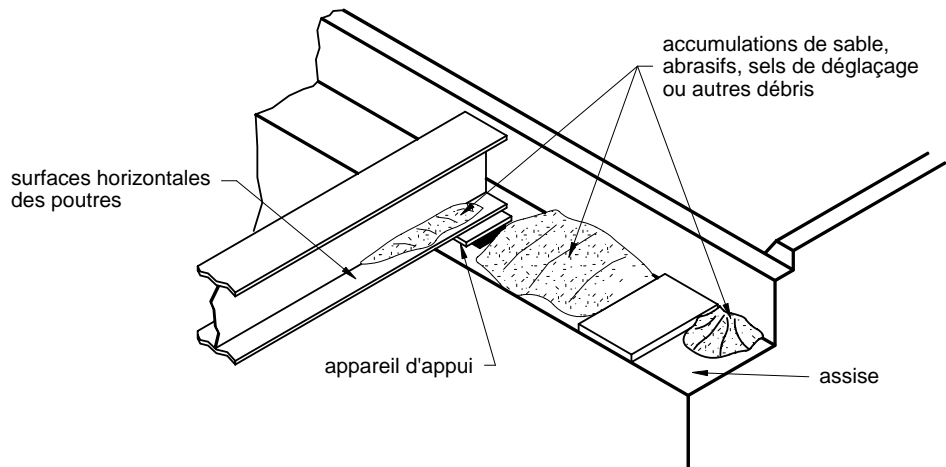
ACTIVITÉ
1017

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, buteur, 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).

PEINTURAGE PAR RETOUCHES

ACTIVITÉ
1051

DATE
2001-10-15

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 3 volets :

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

PEINTURAGE PAR RETOUCHES

ACTIVITÉ
1051

DATE
2001-10-15

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 décapage à l'eau sous pression est recommandé, particulièrement dans les zones exposées aux sels de déglacage.
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.
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.

PEINTURAGE PAR RETOUCHES

ACTIVITÉ
1051

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 3

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 tels 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 de peindre complètement la surface (voir activité 1052).
- . Le peinturage par retouches convient surtout pour de petits ponts et des extrémités de travées qui sont facilement accessibles.
- . Le peinturage par retouches est particulièrement approprié lorsqu'il peut être réalisé en régie par des équipes de pont.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 9

RÉFÉRENCES:

Manuel d'entretien des structures:

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

DESCRIPTION:

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

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

- Décapage total des surfaces à peindre en vue d'effectuer un peinturage 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:

- . 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 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 de la zone ou de l'élément considéré.

Encapsulage

- . Métal nu, points de rouille ou corrosion sous le feuillet, 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 9

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 trouvant 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.

Dans le cas de l'encapsulation, 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 feuillet de peinture considéré en bon état. L'adhérence du feuillet 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 peinturage par zone est effectué au besoin, à la suite d'une inspection générale.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

Le peinturage par zone est réalisé en considérant 3 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. S'il y a lieu, enlever manuellement les accumulations de sable, de sédiments ou autres débris.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 9

Peinturage complet

3. Décaper les surfaces à peindre par projection d'abrasifs secs.

- . 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 1-89 «Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel»
- . Les surfaces impossibles à décaper par projection d'abrasifs secs 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». 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»

Encapsulage

3. Pour toutes les surfaces à peindre :

- . Nettoyer toutes les surfaces à peindre pour enlever les ions 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-SP12. 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-SP12.

- . 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
4 de 9

- . Des essais peuvent être préalablement réalisés pour déterminer la teneur en ions chlorure sur les surfaces.
 - . Les surfaces nettoyées doivent avoir une teneur en ions chlorure inférieure à $7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ce qui correspond au niveau de propreté SC 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.
4. Enlever les couches de rouille foisonnantes (« pack rust ») à l'aide d'outils manuels ou mécaniques.
5. Pour les surfaces corrodées, et pour les surfaces exposées aux sels de déglacage ou situées dans un environnement humide :

. Décapager 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.

. Les surfaces ainsi décapées doivent être préparées de façon à obtenir un fini mat, avec au moins 2/3 de la surface exempte de tout résidu existant visible (à l'exception de la calamine); le 1/3 restant ne doit contenir que des taches dispersées de rouille, de peinture et autre matière étrangère qui existaient sur la surface d'origine avant le nettoyage. 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 la condition WJ-3L de la norme SSPC-SP 12.

. En alternative à l'eau haute pression, le décapage peut être effectué par projection d'abrasifs secs. Le degré de préparation doit correspondre au type de soins SSPC-SP 6 / NACE No. 3 « Sablage commercial ».

. 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
5 de 9

B) Application de la peinture

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 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.
 - 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 repeintage. Se référer aux systèmes décrits dans la norme 10103 du MTQ.
 - . Le peinturage 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.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
6 de 9

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.
 - . 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 hygro-réactifs 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 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 et de recouvrement de peinture.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
7 de 9

- . Les abris sont constitués de bâches, d'échafaudages et d'un plancher de façon à former un espace clos.
- . Les charges maximales imposées par l'abri à la structure sont généralement les suivantes:
 - pour les structures ayant des poutres à âme pleine, 400 kg par point de support avec un maximum de 2 points de support par poutre par travée;
 - pour les structures en arcs ou à poutres triangulées, 400 kg par noeud avec un maximum de 2 noeuds sollicités par arc ou par poutre triangulée.
- 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 déchets dangereux.
- 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 déchets dangereux ou comme déchets solides.
 - . S'ils sont considérés comme déchets dangereux, 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, conformément à la section IX du "Règlement sur les déchets solides".

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.
 - . Lorsque les résidus liquides sont filtrés, les eaux usées rejetées 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. Les résidus de filtration doivent être caractérisés et gérés comme tous les autres résidus solides.

PEINTURAGE PAR ZONE

ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
8 de 9

- . Dans le cas d'un décapage par projection d'abrasifs secs, installer un abri pour confiner les poussières émises dans l'atmosphère, et de manière à récupérer tous les résidus provenant des opérations de préparation de surfaces.
- 2. Installer des toiles, des écrans ou 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

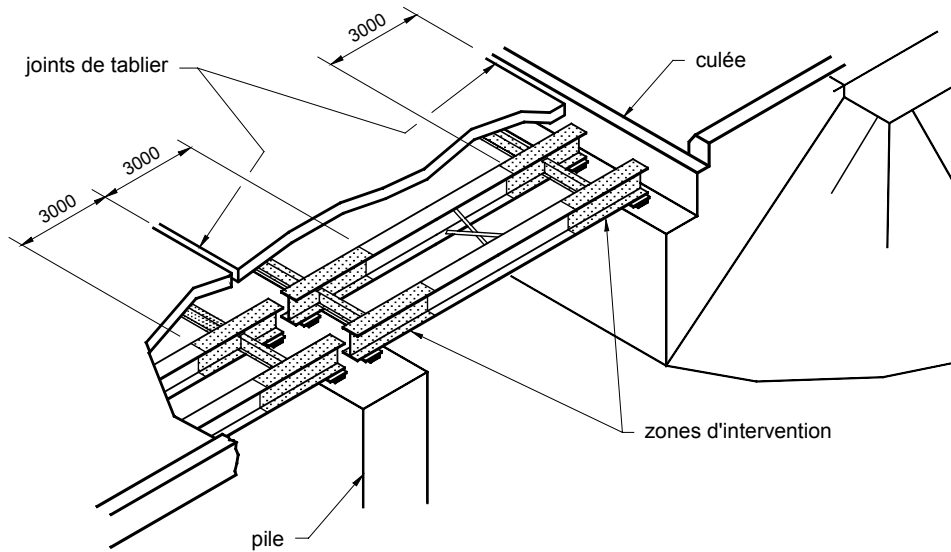
- . Le peinturage par zone représente une stratégie d'intervention pour diminuer les coûts d'entretien de peinture sur une structure en acier. Cette stratégie vise à reporter le plus loin possible le repeinturage complet de la structure en intervenant seulement sur les surfaces qui en ont réellement 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

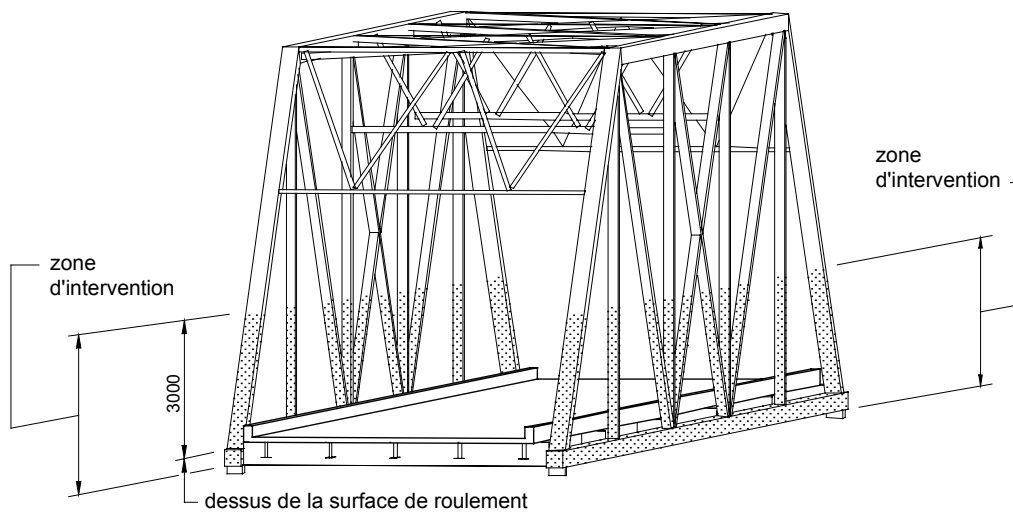
ACTIVITÉ
1052

DATE
2001-10-15

PAGE
9 de 9



ZONES DU SYSTEME STRUCTURAL - SOUS UN JOINT DE TABLIER



ZONES DE POUTRES TRIANGULÉES - PONT À TABLIER INFÉRIEUR

ENLÈVEMENT DE VÉGÉTATION

ACTIVITÉ
1071

DATE
2001-10-15

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, suite à 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
2001-10-15

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. Replacer 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.

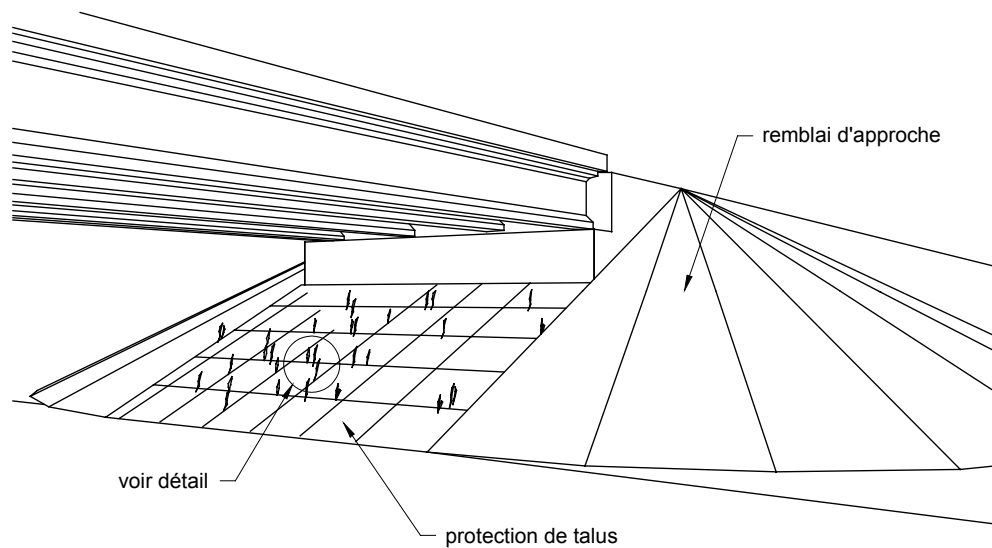
Les produits utilisés pour le badigeonnage de souche doivent être homologués par le ministère de l'Agriculture du Canada et leur application doit être conforme aux recommandations du fabricant.

ENLÈVEMENT DE VÉGÉTATION

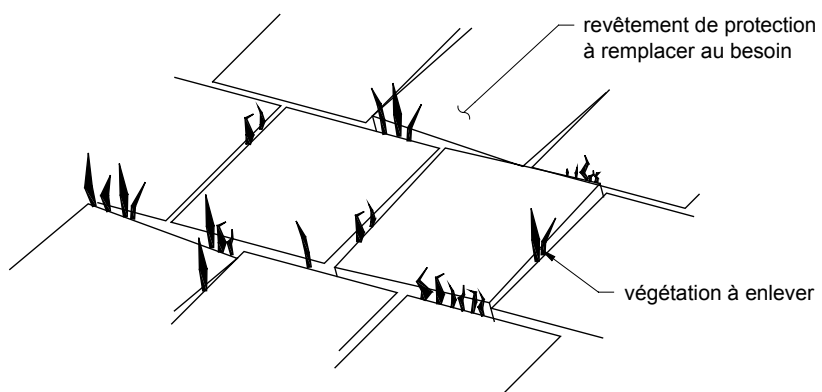
ACTIVITÉ
1071

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 3



VUE DU REMBLAI



DÉTAIL

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
2001-10-15

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 bâclées, exécutées avec du béton de ciment et de l'enrobé.

CORRECTION DE REMBLAI

ACTIVITÉ
2021

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 4

B) Remblai avec protection de talus

1. Nettoyer la zone à corriger de tout débris et de toute végétation.
2. Combler les zones érodées et les cavités sous la protection de talus avec un matériau granulaire, du béton maigre ou du remblai sans retrait.
3. Refaire la protection et la prolonger au besoin pour la stabiliser à la base (activité 3022).

Notes

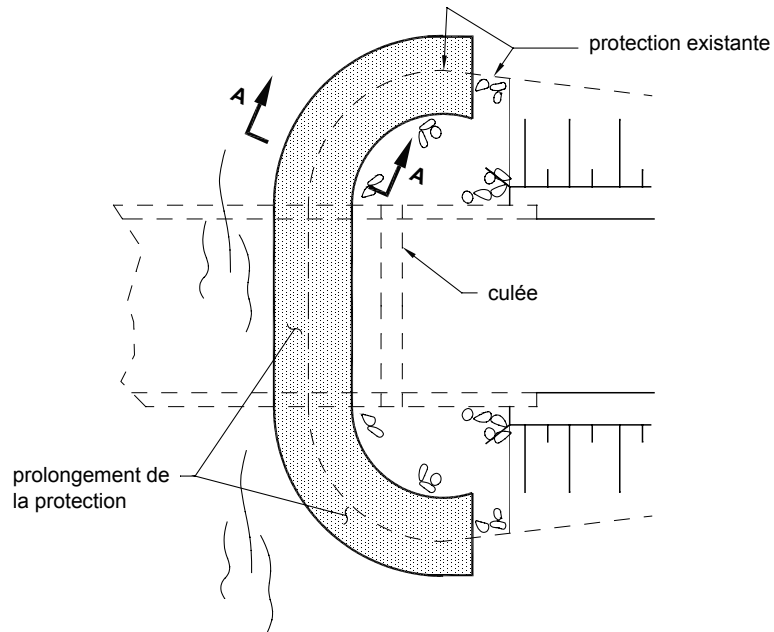
- . Si c'est nécessaire, corriger le drainage à l'approche (activité 4051).
- . Le béton maigre est souvent utilisé pour remplir les cavités; il a l'avantage d'être facile à placer.

CORRECTION DE REMBLAI

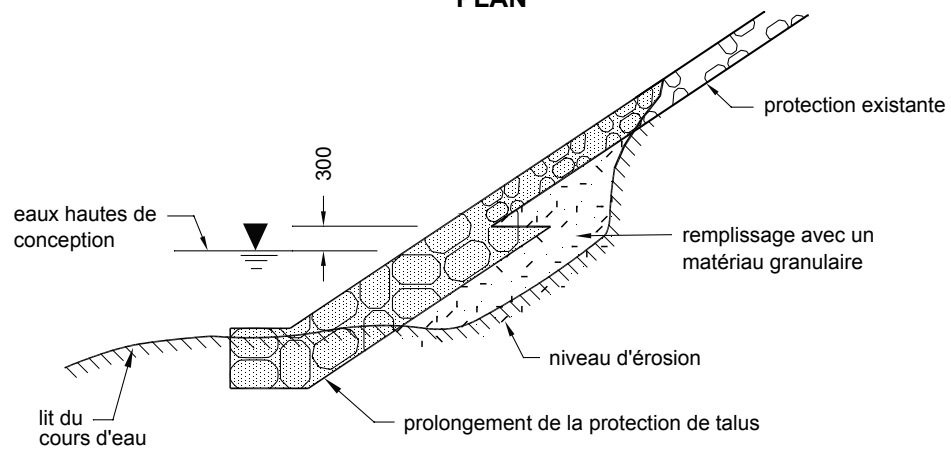
ACTIVITÉ
2021

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 4



PLAN



COUPE A-A

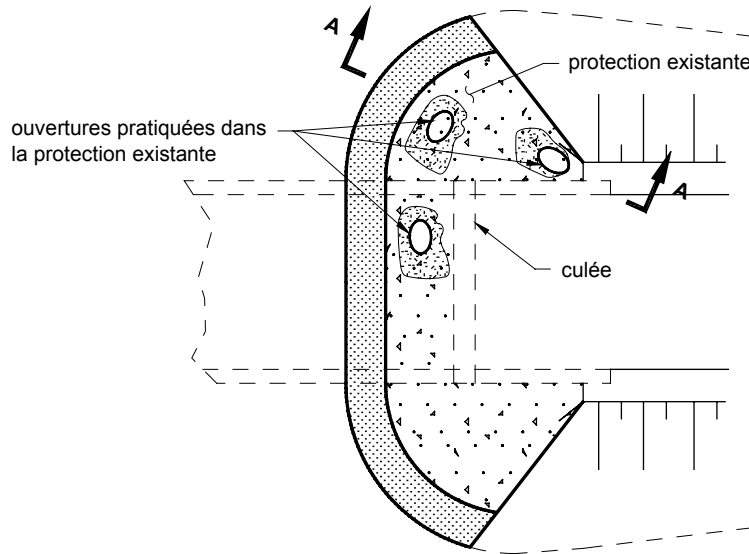
REMBLAI ET PROTECTION DE TALUS D'UN PONT SUR RIVIÈRE

CORRECTION DE REMBLAI

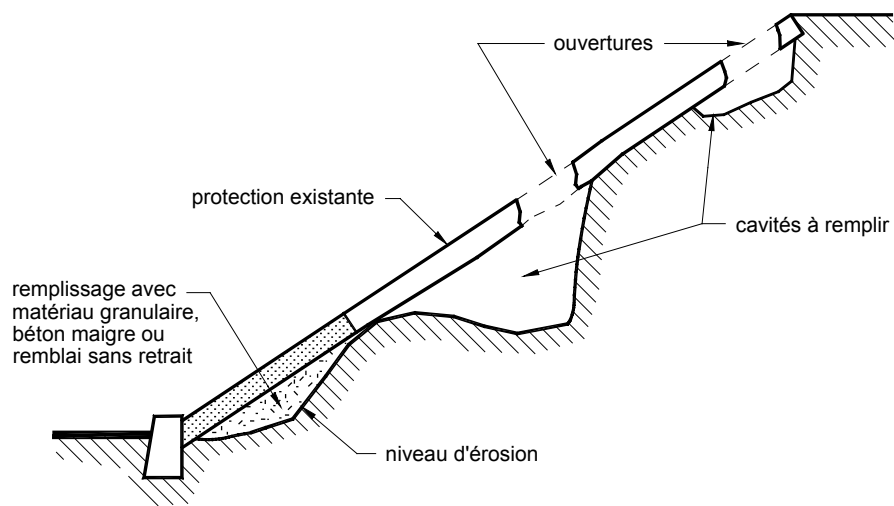
ACTIVITÉ
2021

DATE
2001-10-15

PAGE
4 de 4



PLAN



COUPE A-A

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

**REPLACEMENT DE DIAPHRAGME /
CONTREVENTEMENT EN ACIER**

**ACTIVITÉ
2221**

**DATE
2001-10-15**

**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 4,3 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.

REPLACEMENT DE DIAPHRAGME / CONTREVENTEMENT EN ACIER

ACTIVITÉ
2221

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2

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.
4. Installer la nouvelle pièce en serrant les boulons à bloc.

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.

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

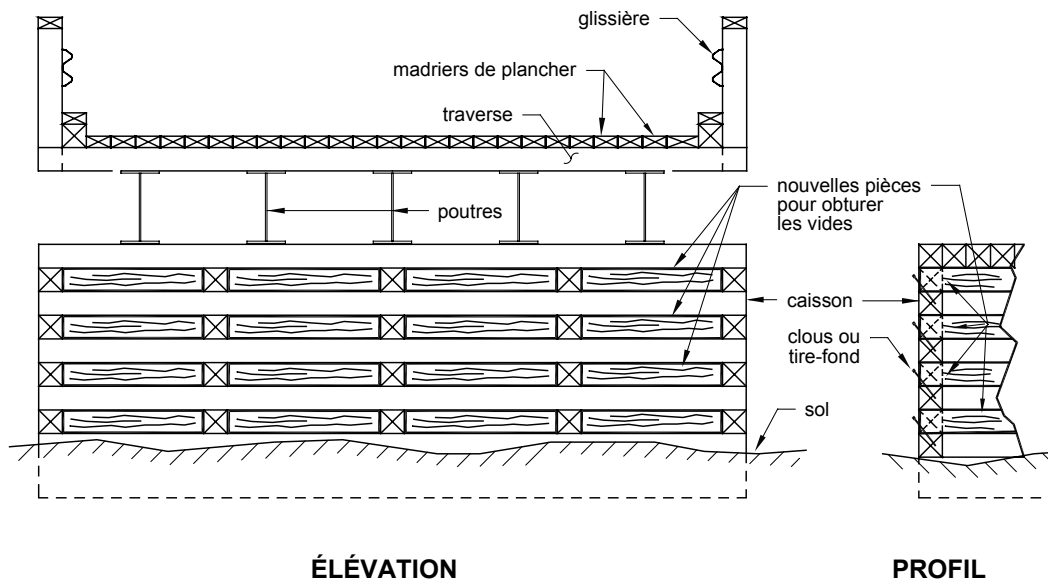
ACTIVITÉ
2311

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.



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

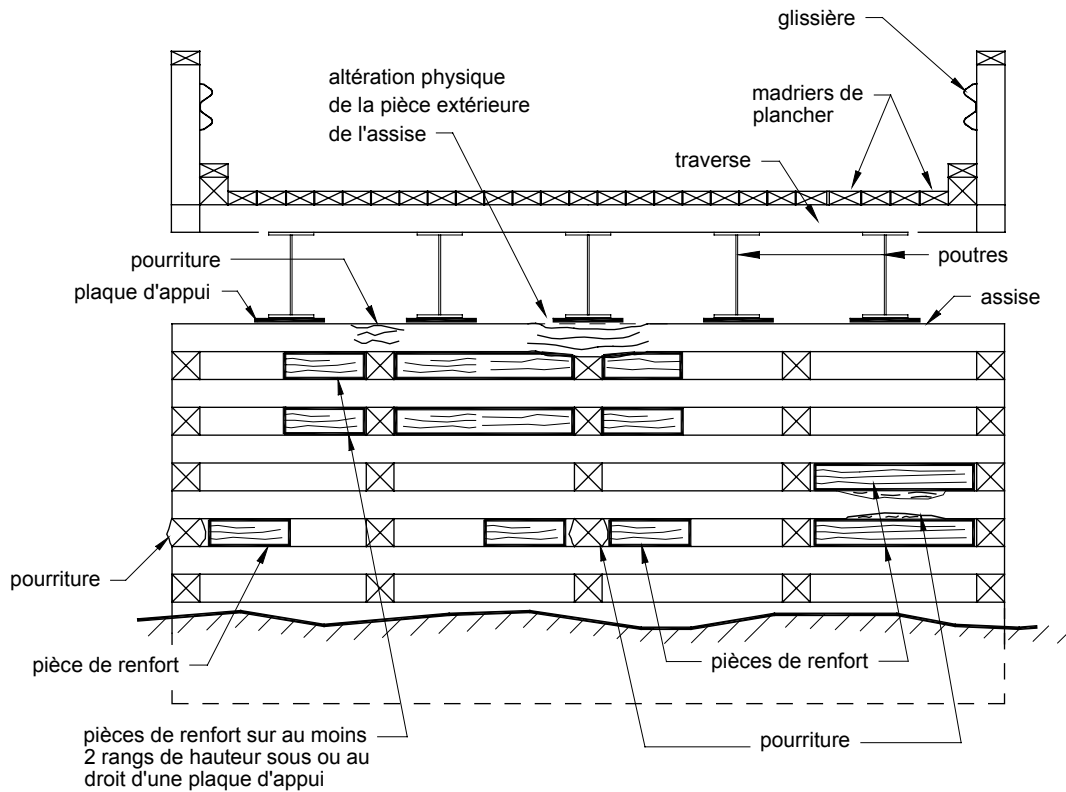
- . Le nombre de pièces à renforcer ne doit pas dépasser 20 % de l'ensemble des pièces visibles du caisson; sinon prévoir la reconstruction du caisson.
- . Le renforcement sous ou au droit d'une plaque d'appui doit être fait sur au moins deux rangs de hauteur.

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

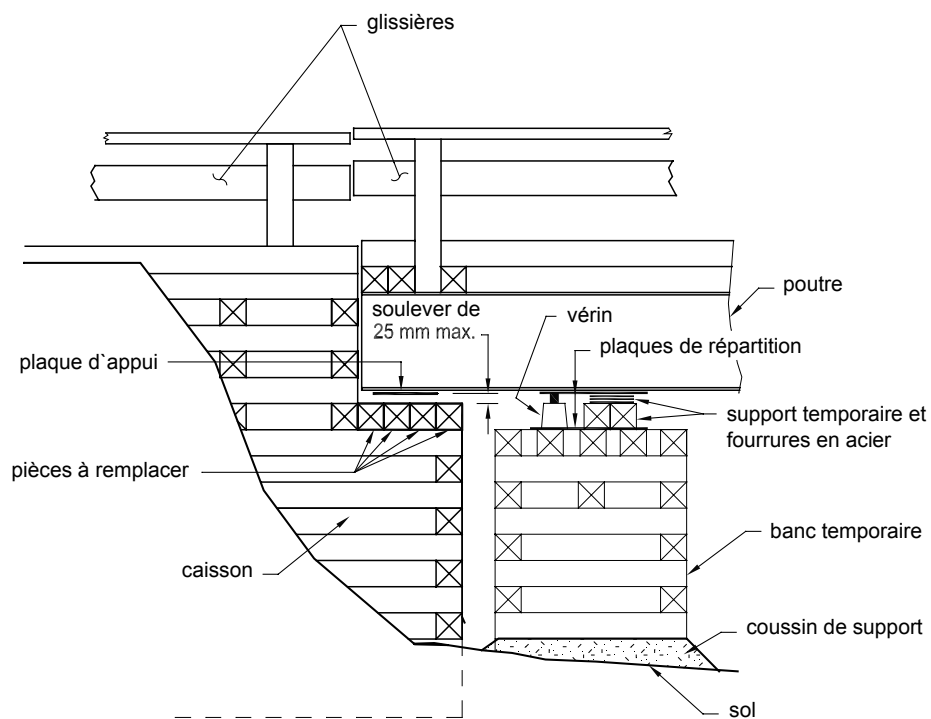
ACTIVITÉ
2313

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.



PROFIL

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

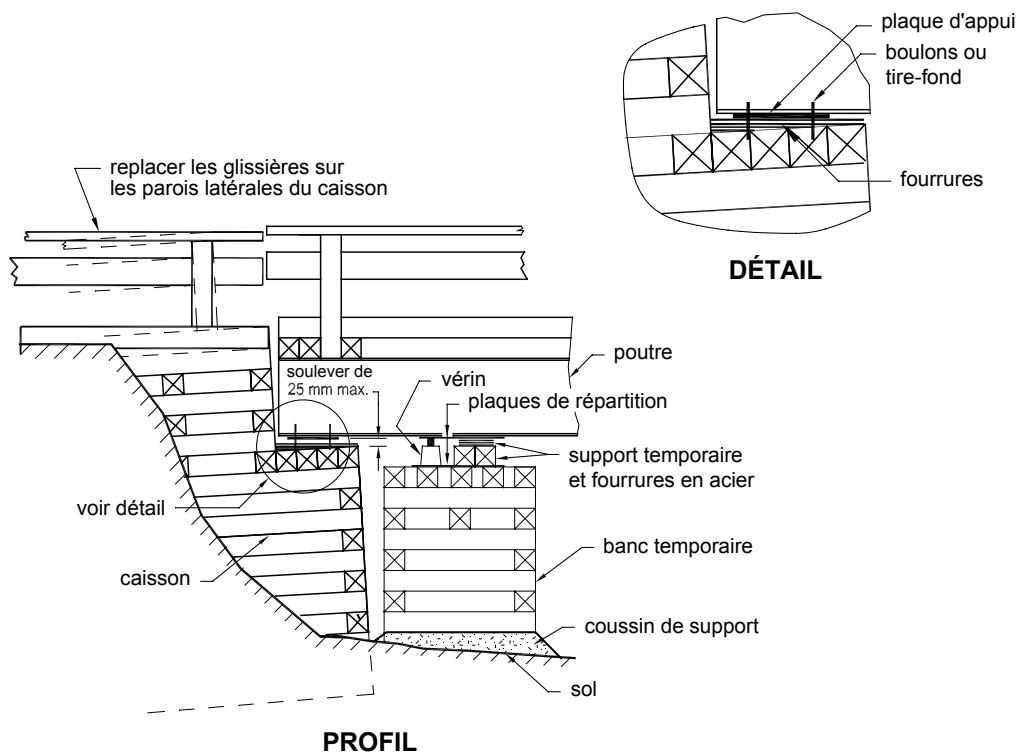
ACTIVITÉ
2314

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.



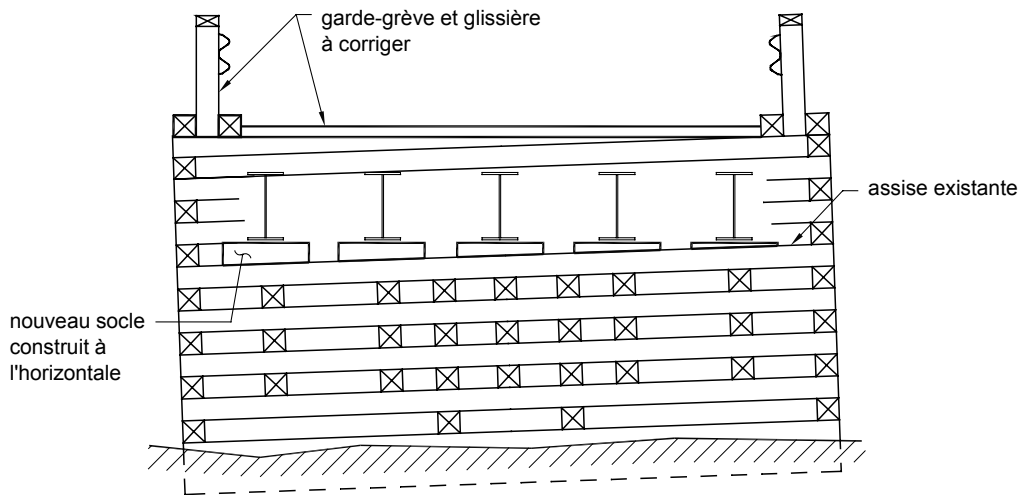
DÉNIVELLATION DE L'ASSISE SELON L'AXE DE LA ROUTE

NIVELLEMENT DE L'ASSISE D'UN CAISSON EN BOIS

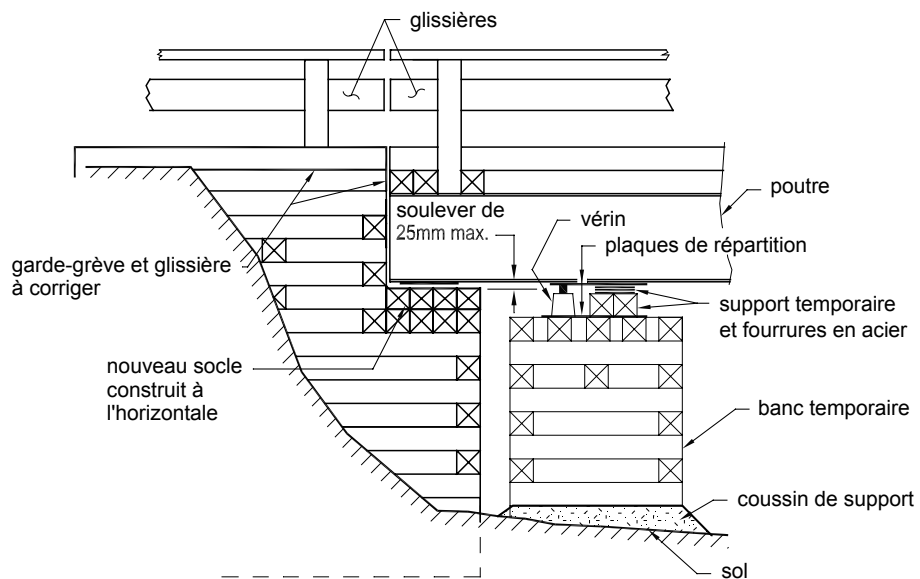
ACTIVITÉ
2314

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 3



ÉLÉVATION



PROFIL

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

FIXATION DE TRAVERSES EN BOIS

ACTIVITÉ
2331

DATE
2001-10-15

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 aux traverses pour les assujettir à la semelle supérieure des poutres.
Les poser en alternance, de chaque côté de la semelle des poutres.

Notes

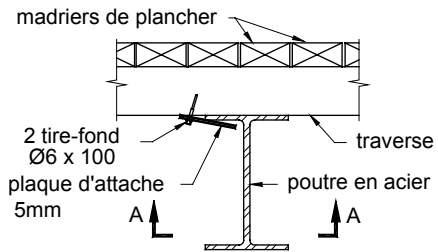
- . Les plaques d'attache peuvent être posées sans enlever les madriers du plancher et sans interrompre la circulation.
- . Deux types de plaques d'attache peuvent être utilisées indifféremment, soit les plaques de 5 mm et celles de 3,2 mm décrites au croquis.

FIXATION DE TRAVERSES EN BOIS

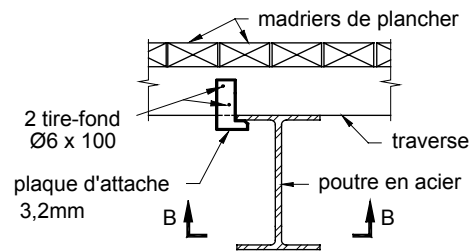
ACTIVITÉ
2331

DATE
2001-10-15

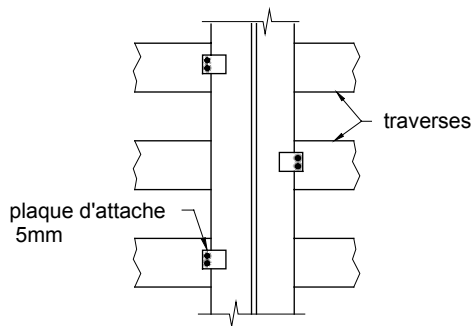
PAGE
2 de 2



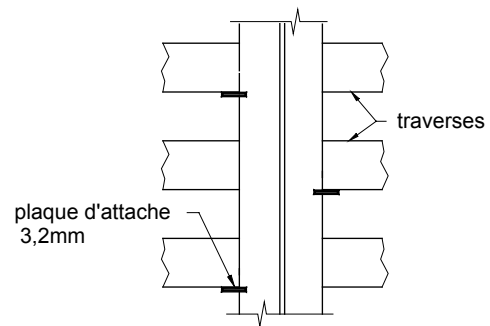
ÉLÉVATION



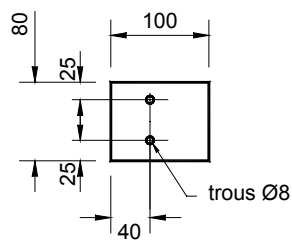
ÉLÉVATION



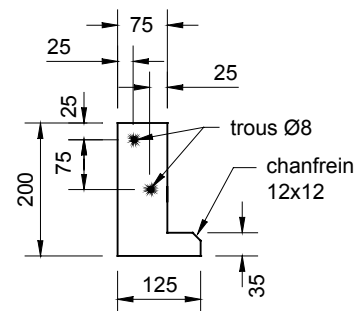
COUPE A-A



COUPE B-B



PLAQUE DROITE



PLAQUE 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)

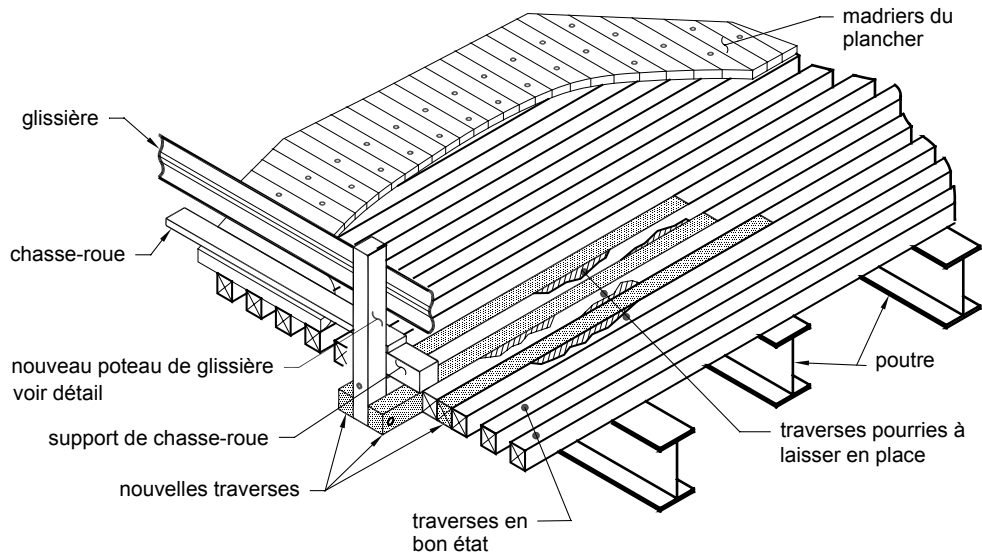
- . Si plus de 10 % des traverses sont affectées d'une pourriture importante ou altérées physiquement, il faut envisager le remplacement complet du platelage.
- . L'ajout de traverses est généralement réalisé sans enlever les madriers du plancher et sans interrompre la circulation.

AJOUT DE TRAVERSES EN BOIS

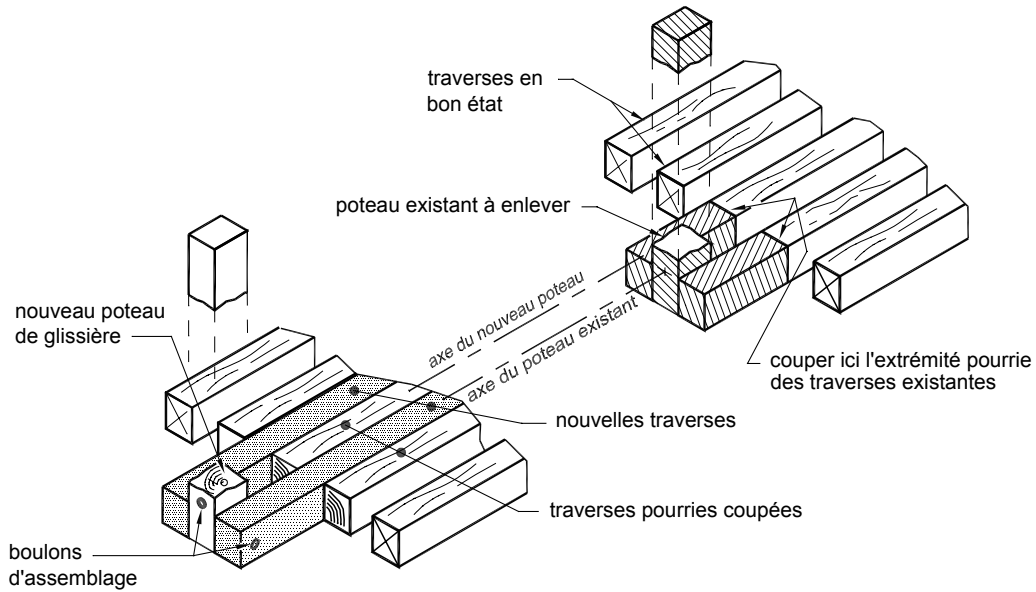
ACTIVITÉ
2332

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
2003-10-21

PAGE
1 de 2

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 est plus grand que la normale.

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.

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.

CORRECTION DE PLANCHER EN BOIS

ACTIVITÉ
2333

DATE
2003-10-21

PAGE
2 de 2

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.

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.

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
7 de 11

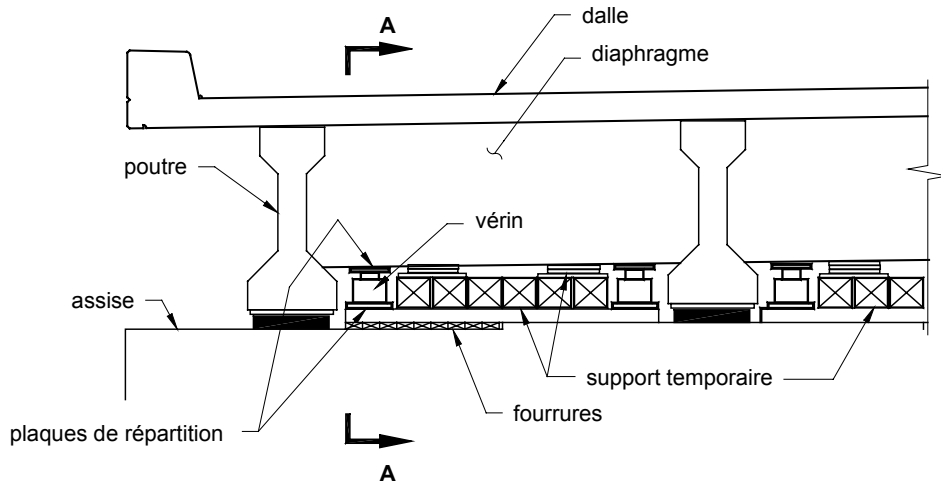
- . Pour obtenir le levage simultané des poutres d'un tablier, la poussée de tous les vérins utilisés doit être synchronisée de manière à ce que la force de levage (poussée équivalente à la charge à soulever) soit atteinte simultanément.
 - . Lorsque les charges à soulever sont semblables, le contrôle 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

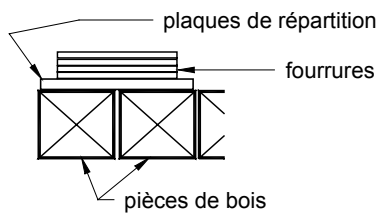
ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

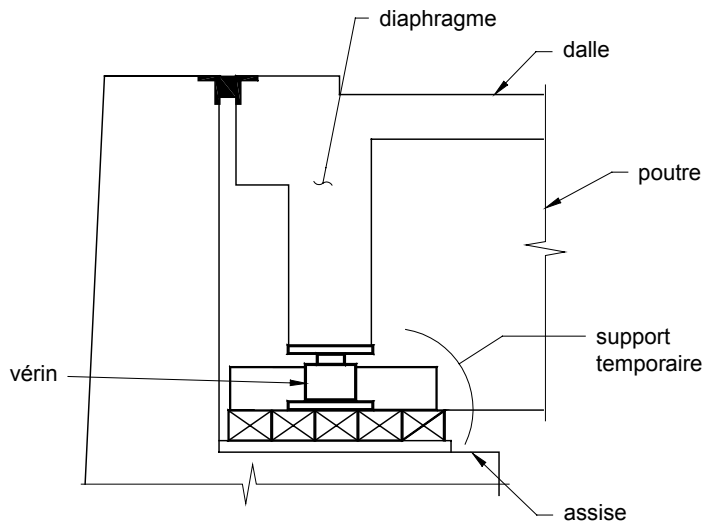
PAGE
8 de 11



ÉLEVATION



SUPPORT TEMPORAIRE



COUPE A-A

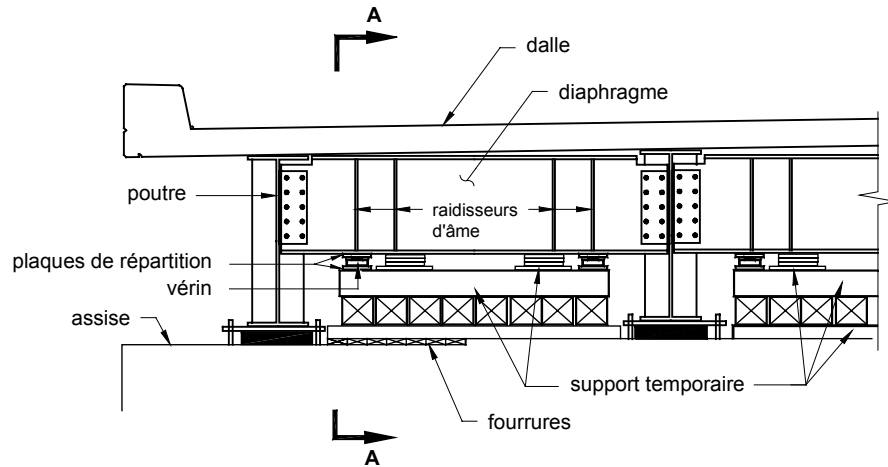
LEVAGE À PARTIR DE L'ASSISE - POUTRE ET DIAPHRAGME EN BÉTON

LEVAGE DU TABLIER

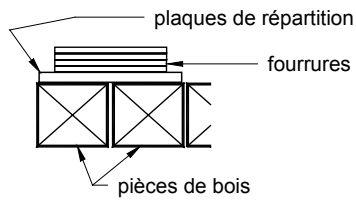
ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

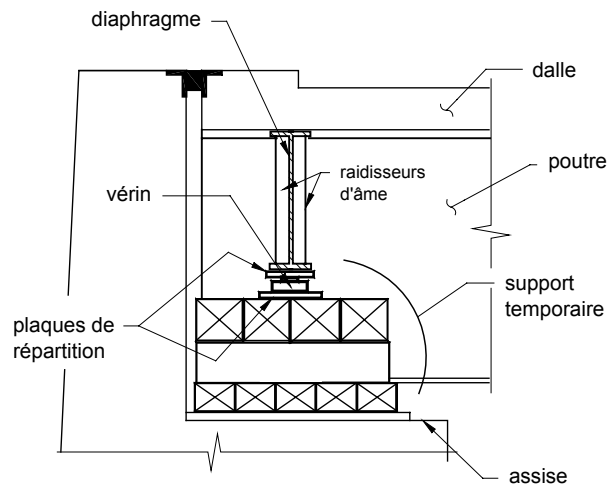
PAGE
9 de 11



ÉLEVATION



SUPPORT TEMPORAIRE



COUPE A-A

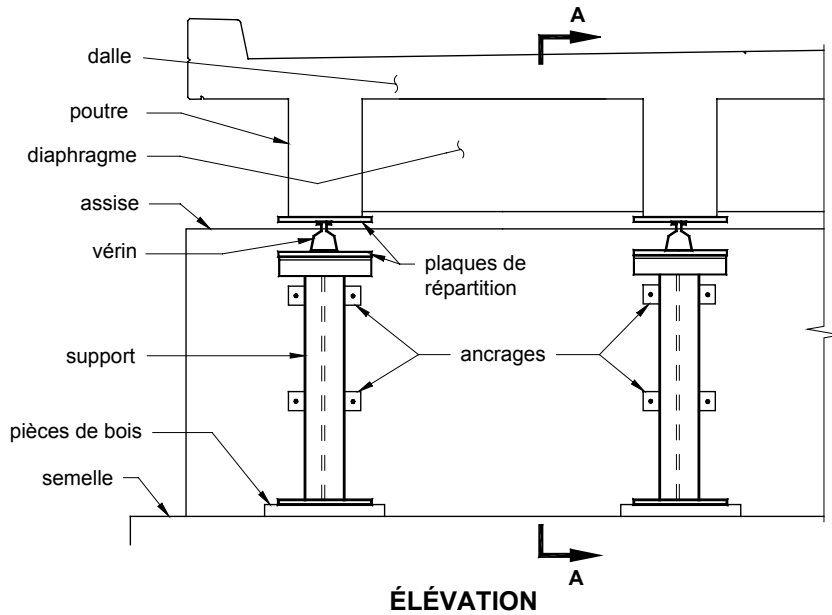
LEVAGE À PARTIR DE L'ASSISE - POUTRE ET DIAPHRAGME EN ACIER

LEVAGE DU TABLIER

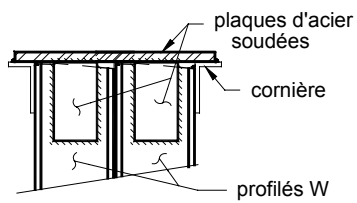
ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

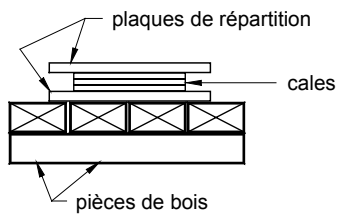
PAGE
10 de 11



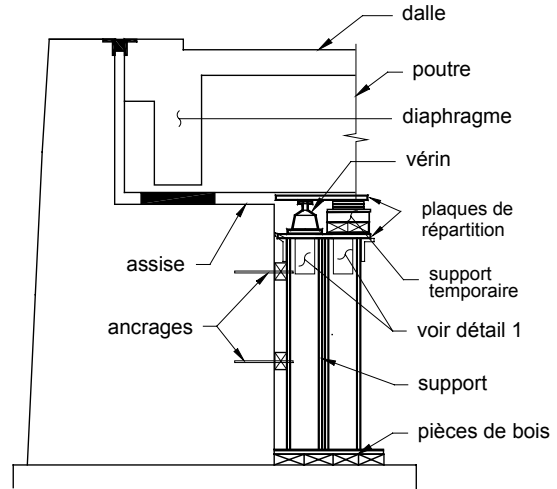
ÉLEVATION



DÉTAIL 1



SUPPORT TEMPORAIRE



COUPE A-A

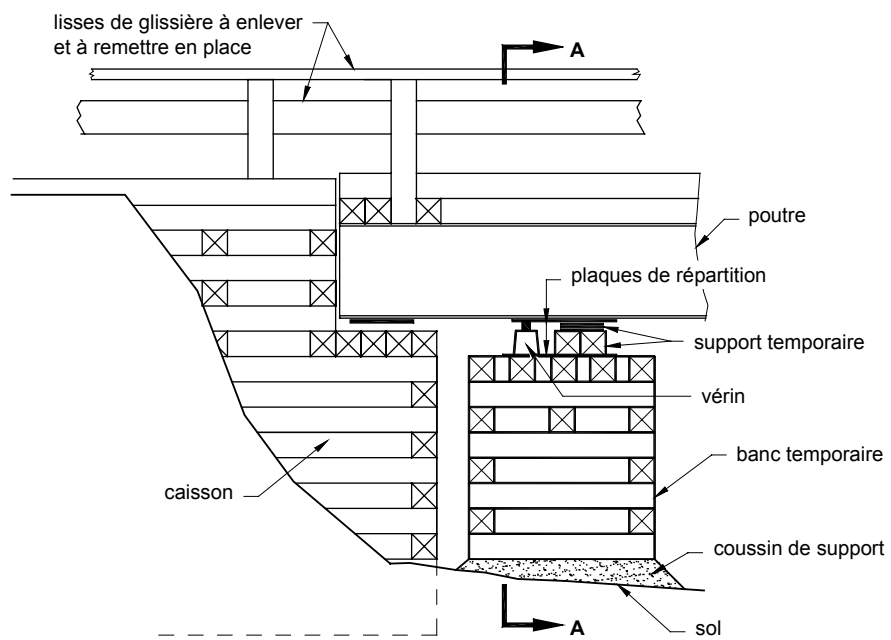
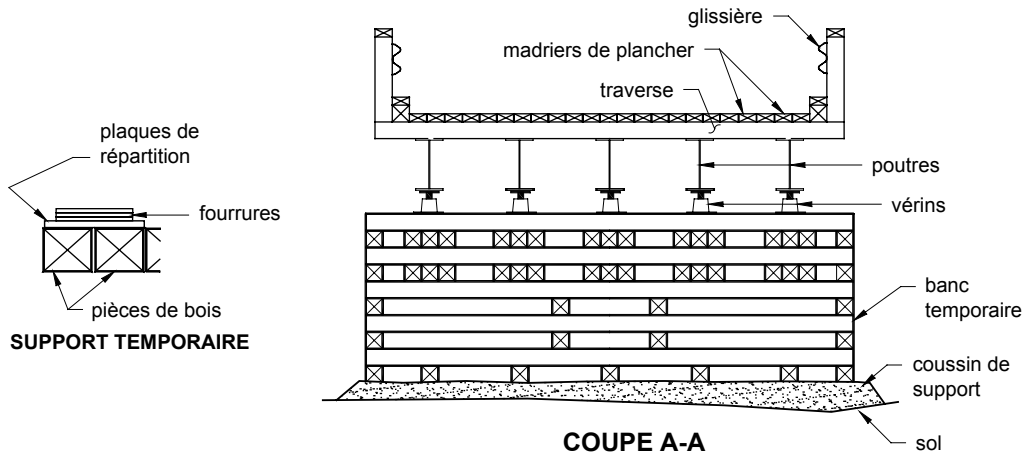
LEVAGE À PARTIR D'UN BANC TEMPORAIRE EN ACIER

LEVAGE DU TABLIER

ACTIVITÉ
3002

DATE
2001-10-15

PAGE
11 de 11



LEVAGE À PARTIR D'UN BANC TEMPORAIRE EN BOIS

PROTECTION DE TALUS

ACTIVITÉ
3022

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

- . Tome III - Ouvrages d'art, section 2.13.
- . Tome IV - Abords de route, section 8.4.

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.

PROTECTION DE TALUS

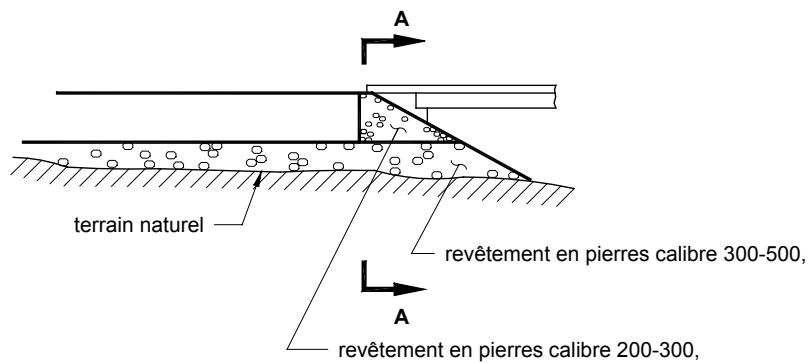
ACTIVITÉ
3022

DATE
2001-10-15

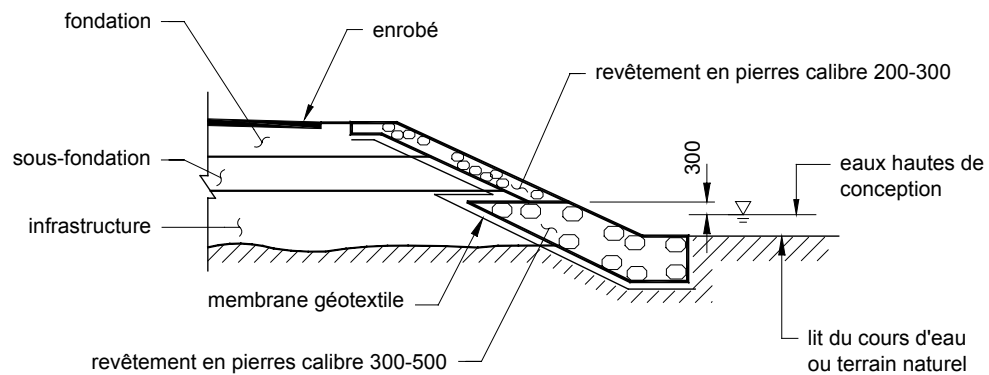
PAGE
2 de 2

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 régalage, l'épaisseur de protection peut être augmentée dans les zones érodées.



PROFIL



COUPE A-A

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

**ACTIVITÉ
3031**

**DATE
2001-10-15**

**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 empierrement.

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 empierrement.
3. Au besoin, compléter la consolidation de la fondation par un ajout de béton à travers les pierres ou les sacs de sable-ciment.

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

**ACTIVITÉ
3031**

**DATE
2001-10-15**

**PAGE
2 de 3**

Notes

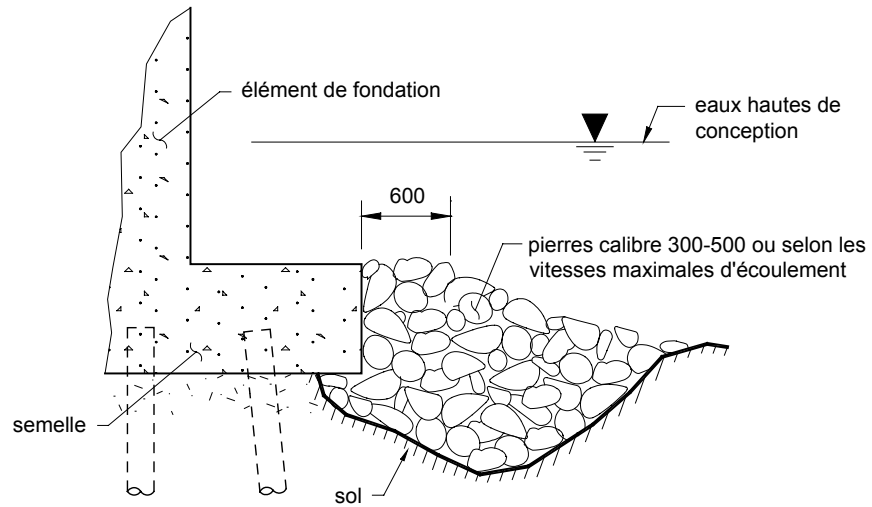
- . Pour une fondation superficielle, la consolidation avec des sacs de sable-ciment ou par empierrement doit être considérée comme une mesure temporaire seulement. La consolidation par ajout de béton (activité 3032) doit être prévue ultérieurement.
- . Compte tenu de la nécessité de maintenir la capacité 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 empierrement.
- . 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**

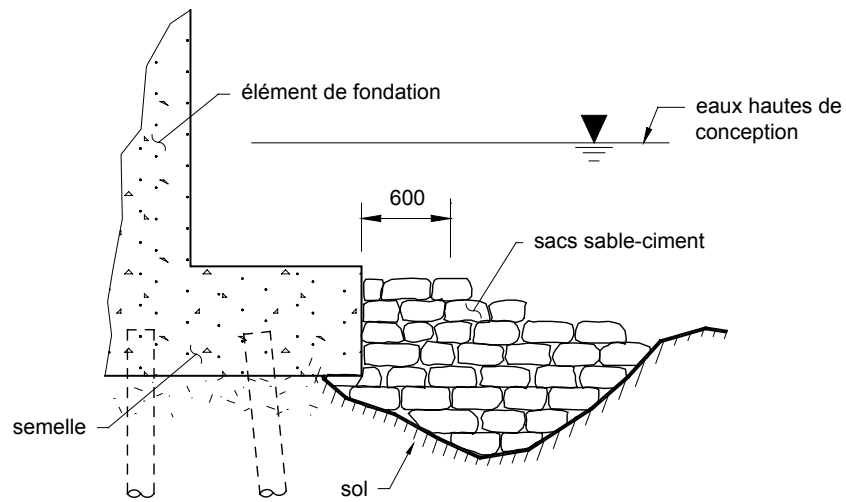
**ACTIVITÉ
3031**

**DATE
2001-10-15**

**PAGE
3 de 3**



EMPIERREMENT



SACS SABLE-CIMENT

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 7

RÉFÉRENCES:

Manuel d'entretien des structures:

- . Entretien préventif, chapitre 2, activités 1051 et 1052.

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
2001-10-15

PAGE
2 de 7

Dans le cas de l'encapsulation, 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 3 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.

Peinturage complet

3. Décaper les surfaces à peindre par projection d'abrasifs secs.

- . 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 1-89 «Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel».
- . Les surfaces impossibles à décaper par projection d'abrasifs secs 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». 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».

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 7

Encapsulage

3. Pour toutes les surfaces à peindre :

- . Nettoyer toutes les surfaces à peindre pour enlever les ions 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-SP12. 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-SP12.

- . 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 ions chlorure inférieure à $7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ce qui correspond au niveau de propreté SC 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.
4. Enlever les couches de rouille foisonnantes («pack rust») à l'aide d'outils manuels ou mécaniques.
5. Pour les surfaces corrodées et pour les surfaces exposées aux sels de déglacage ou situées dans un environnement humide :
- . Décapier 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 ainsi décapées doivent être préparées de façon à obtenir un fini mat, avec au moins 2/3 de la surface exempte de tout résidu existant visible (à l'exception de la calamine); le 1/3 restant ne doit contenir que des taches dispersées de rouille, de peinture et autre matière étrangère qui existaient sur la surface d'origine avant le

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2001-10-15

PAGE
4 de 7

nettoyage. 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 la condition WJ-3L de la norme SSPC-SP 12.

. En alternative à l'eau haute pression, le décapage peut être effectué par projection d'abrasifs secs. Le degré de préparation doit correspondre au type de soins SSPC-SP 6 / NACE No. 3 «Sablage commercial».

. 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 réalisée en effectuant le test du chiffon blanc.

B) Application de la peinture

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.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2001-10-15

PAGE
5 de 7

- 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 repeinture. 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.

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 hygro-réactifs 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.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2001-10-15

PAGE
6 de 7

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 un 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 abris sont constitués de bâches, d'échafaudages et d'un plancher de façon à former un espace clos.
 - . Les charges maximales imposées par l'abri à la structure sont généralement les suivantes:
 - pour les structures ayant des poutres à âme pleine, 400 kg par point de support avec un maximum de 2 points de support par poutre par travée;
 - pour les structures en arcs ou à poutres triangulées, 400 kg par noeud avec un maximum de 2 noeuds sollicités par arc ou par poutre triangulée.
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 déchets dangereux.
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 déchets dangereux ou comme déchets solides.

PEINTURAGE DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

ACTIVITÉ
3065

DATE
2001-10-15

PAGE
7 de 7

- . Si les résidus sont considérés comme déchets dangereux, 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, conformément à la section IX du "Règlement sur les déchets solides".

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.
 - . Lorsque les résidus liquides sont filtrés, les eaux usées rejetées 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. Les résidus de filtration doivent être caractérisés et gérés comme les autres résidus solides.
 - . Dans le cas d'un décapage par projection d'abrasifs secs, installer un abri pour confiner les poussières émises dans l'atmosphère et de manière à récupérer tous les résidus provenant des opérations de préparation de surfaces.
2. Installer des toiles, des écrans ou 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 déglaçants 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 défectueux (membrures structurales, drains, joints de tablier) avant de procéder à un repeinture de la charpente métallique.

CORRECTION DU PROFIL À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3066

DATE
2001-10-15

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.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Délimiter par un trait de scie les extrémités de la transition 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.

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.

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
2001-10-15

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 plus de 30% de la surface ou de la longueur d'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
2001-10-15

PAGE
2 de 5

A) Glissière rigide en béton

2. Réparation avec coffrage sans surépaisseur (activité 3101).

B) Glissière avec poteaux en acier

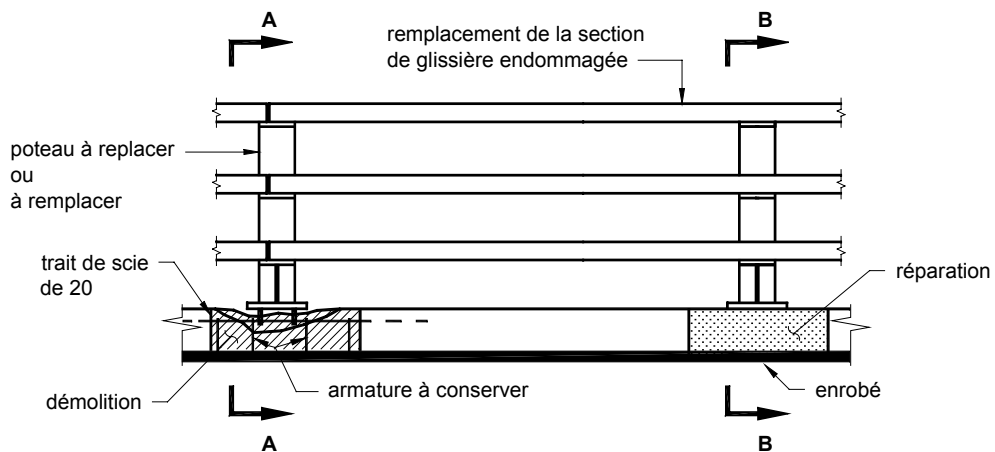
2. Enlever les poteaux et les sections de glissière endommagés en coupant au besoin certaines parties au chalumeau.
3. Pour les parties de glissière à conserver, resserrer les boulons qui ancrent les poteaux et ceux qui attachent les lisses ou les panneaux aux poteaux.
4. Délimiter les surfaces de béton 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

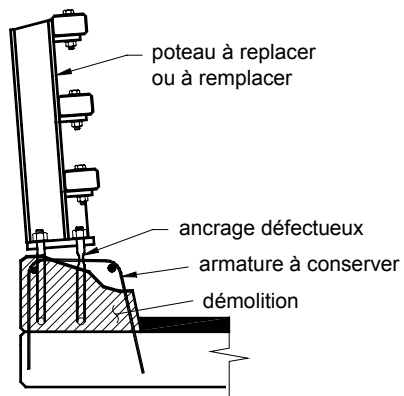
ACTIVITÉ
3071

DATE
2001-10-15

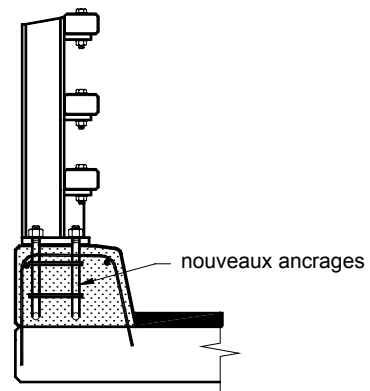
PAGE
3 de 5



ÉLÉVATION



COUPE A-A



COUPE B-B

REPLACEMENT PARTIEL DE LA GLISSIÈRE ET NOUVEAUX ANCRAGES

RÉPARATION DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3071

DATE
2001-10-15

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

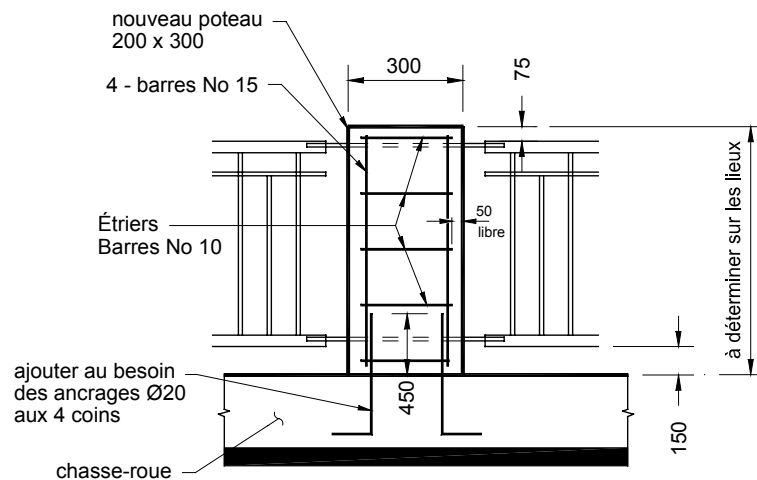
DATE
2001-10-15

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
2001-10-15

PAGE
1 de 2

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

- . Tome II - Construction routière, chapitre 7.

DESCRIPTION:

Correction d'un raccordement inadéquat de la glissière de l'approche avec la glissière de la structure.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

- . Raccordement inadéquat, constituant un danger pour les usagers, de la glissière de l'approche avec la glissière du pont.

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Corriger au besoin la hauteur ou l'alignement de la glissière de l'approche de façon à respecter les normes (Tome II des normes du MTQ, chapitre 7).
2. Ajouter au besoin des poteaux de bois sur la glissière de l'approche pour répondre aux normes de transition de rigidité.
3. Pour effectuer le raccordement, installer un bout plat qui s'adapte à l'extrémité de la glissière de la structure.
4. Fixer le bout plat de la glissière au dernier poteau de la glissière de la structure avec des boulons ou des ancrages.

Note

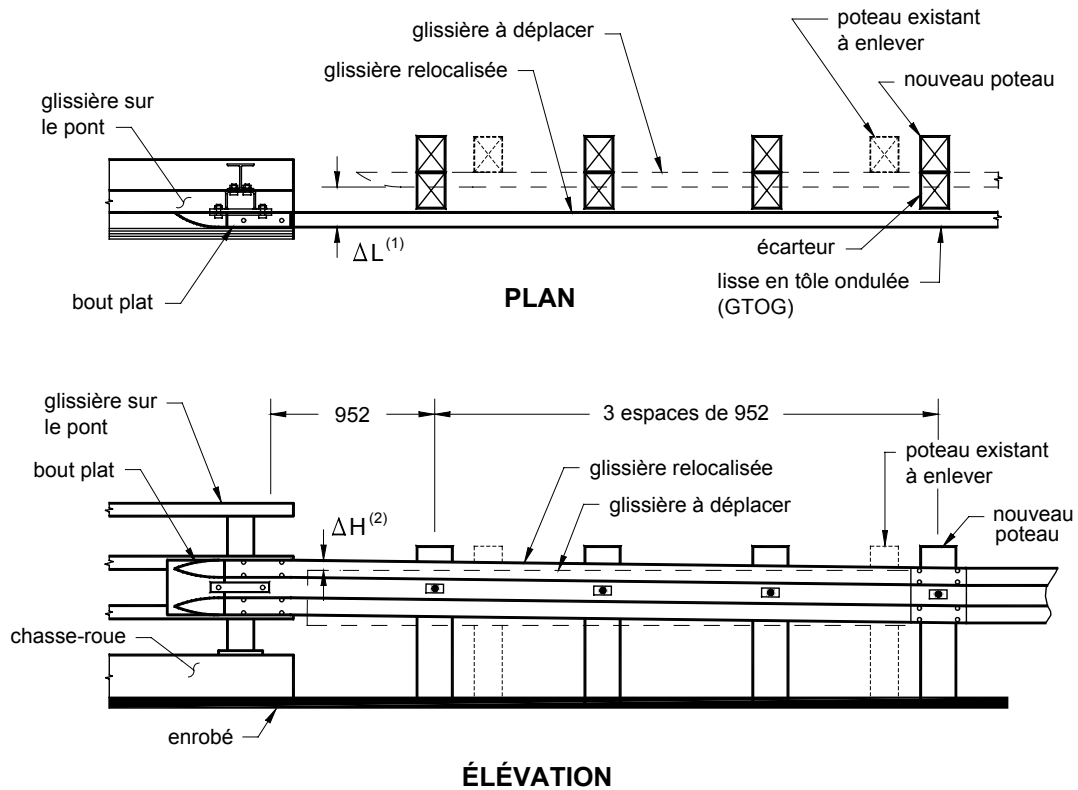
- . Lorsque la différence de hauteur entre la glissière de l'approche et celle de la structure dépasse 75 mm ou que la transition de rigidité à l'approche de la structure est inadéquate, il est recommandé d'installer une nouvelle glissière semi-rigide sur l'approche (activité 4061).

RACCORDEMENT DE GLISSIÈRE À L'APPROCHE

ACTIVITÉ
3072

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 2



1. Dans le cas d'une transition inadéquate latéralement, corriger le décalage ΔL par une relocalisation de la glissière à l'approche.
2. Dans le cas d'une transition inadéquate verticalement, corriger la différence de hauteur ΔH (75 mm max.) sur une longueur standard de lisse en tôle ondulée (3810 mm).

REPLACEMENT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
2001-10-15

PAGE
1 de 3

RÉFÉRENCES:

Normes du MTQ:

- . Tome II - Construction routière, chapitre 7.
- . Tome III - Ouvrages d'art, chapitre 2.
- . Tome IV – Signalisation routière.

Manuel de conception des structures, Tome 1:

- . Caractéristiques de conception, chapitre 4, section 4.5.

DESCRIPTION:

Remplacement d'une glissière inadéquate d'un pont.

NIVEAU DE QUALITÉ:

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

A) Glissière rigide en béton

- . Délaminage ou éclatement important du béton sur plus de 30 % de la longueur totale de la glissière.

B) Autres types de glissières

- . Défauts se retrouvant sur plus de 30 % de la longueur totale de la glissière et compromettant le niveau de protection offert aux usagers.
 - 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.

REPLACEMENT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
2001-10-15

PAGE
2 de 3

MÉTHODE DE TRAVAIL:

1. Pour assurer la sécurité des usagers et des ouvriers pendant les travaux, mettre en place les dispositions nécessaires prévues dans les Normes du MTQ – Tome V – Signalisation routière.

A) Glissière rigide en béton

2. Démolir les glissières existantes.
3. Mettre en place les nouvelles glissières en respectant les exigences prévues aux normes.

B) Autres types de glissières

2. Enlever la glissière existante.
3. Mettre en place de nouveaux ancrages si le remplacement de glissière est effectué dans le cadre de la réfection de la dalle (activité 5003) ou de la réfection des côtés extérieurs (activité 3134).
4. Fixer les poteaux aux ancrages et mettre en place la nouvelle glissière.
5. Aligner la glissière, 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). Se référer à la section 4.5 du Manuel de conception des structures – Tome 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 mince ou une réfection des côtés extérieurs.
- . Lors du remplacement d'une glissière, il peut s'avérer opportun de remplacer complètement le chasse-roue ou le trottoir.

REPLACEMENT DE GLISSIÈRE

ACTIVITÉ
3073

DATE
2001-10-15

PAGE
3 de 3

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 préférable 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.

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 / 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.

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.

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.

REPLACEMENT 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.

REPLACEMENT 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).

REPLACEMENT 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.

CHAPITRE 3
DEVIS SPÉCIAL TYPE

TABLE DES MATIÈRES

3.1	DEVIS SPÉCIAL	3-1
3.2	DEVIS SPÉCIAL TYPE	3-2
3.3	ANNEXE AU DEVIS SPÉCIAL	3-3
3.4	LISTE DES PRIX	3-3

3.1 DEVIS SPÉCIAL

Le devis spécial décrit les exigences à respecter pour réaliser un projet spécifique et les regroupe sous forme d'articles. Le devis spécial 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 toute intervention 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 les annexes, les plans, le CCDG, etc.

La première partie du devis spécial décrit le projet dans son ensemble. Elle devrait comporter certaines clauses administratives et générales pour encadrer l'exécution des travaux tels que :

- la localisation des travaux;
- les documents se rapportant au contrat;
- les délais d'exécution des travaux et les pénalités s'y rattachant;
- le maintien de la circulation et la signalisation;
- le bureau du surveillant.

En plus des documents spécifiques à un projet donné (plans, devis, bordereau des quantités et des prix), la dernière version du Cahier des charges et devis généraux (CCDG), ainsi que du Cahier des clauses générales (CCG) du Ministère doivent normalement faire partie du contrat.

Un article pour fixer le délai contractuel d'exécution des travaux (délai long) et la période de réalisation sur les lieux (délai court) doit habituellement être prévu au devis spécial. Le délai long est précisé pour établir un échéancier global pour le contrat, et le délai court est fixé pour réduire au minimum les inconvénients à la circulation. Des retenues monétaires peuvent être fixées pour le dépassement de chacun des délais en fonction de contraintes spécifiques au projet (impact sur la circulation, frais de surveillance...).

Un article relatif à la signalisation et au maintien de la circulation devrait être inclus au devis spécial si les exigences sont différentes de celles prévues au CCDG. Des dispositions doivent être clairement énoncées selon les contraintes de circulation engendrées par la réalisation des travaux. Une fermeture de pont devrait être privilégiée lorsque la circulation peut être interrompue et qu'une déviation est possible. Au

contraire, lorsque la circulation est maintenue sur le pont lors des travaux, une largeur carrossable minimale doit être spécifiée pour la circulation des véhicules.

Un article concernant le bureau du surveillant peut être ajouté dans certains cas au devis spécial. Étant donné la faible ampleur des travaux, des exigences moins contraignantes que celles du CCDG peuvent être spécifiées.

Les articles subséquents, correspondant à la partie technique et décrits dans le devis spécial type, ont pour but de définir d'une façon spécifique les travaux à réaliser qui ne sont pas mentionnés au CCDG.

Chaque article est identifié par un numéro et son titre est écrit en majuscules et en caractères gras. Les articles sont numérotés par ordre croissant en commençant par le chiffre 1. Chaque page du devis spécial, en format 8½ " x 14 ", est généralement identifiée par le numéro de projet et le numéro de plan au haut de la page, et par le numéro du document et le numéro de page en bas de la page.

Les articles peuvent être complétés au besoin par une annexe, placée à la suite des articles du devis spécial. Des plans viennent finalement compléter le devis spécial. Ces plans sont produits à partir de la série de plans types qui sont introduits à la section 6.1 du présent manuel.

La dernière page du devis spécial doit être signée et scellée par l'ingénieur concepteur, puis être signée et datée par le vérificateur. Le devis spécial doit mentionner la date d'émission des plans ainsi que le nom de la personne qui l'a préparé s'il y a lieu.

3.2 DEVIS SPÉCIAL TYPE

Pour faciliter la rédaction du devis spécial d'un projet et assurer l'uniformité des textes, un devis spécial type représentant la façon de faire du MTQ a été élaboré. Ce devis spécial type regroupe, de concert avec la section 15.8 du CCDG, tous les articles nécessaires pour entretenir, réparer et reconstruire un pont acier-bois. En raison de la mise à jour régulière de ce document, les articles du devis spécial type ne peuvent être obtenus que sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

Les textes encadrés figurant au début de chaque article du devis spécial type sont des instructions au rédacteur pour l'aider à choisir et à finaliser les articles appropriés d'un devis spécial particulier.

Les instructions de base au début de l'encadré aident le rédacteur à choisir les articles pertinents pour un projet donné. Seuls les articles choisis sont conservés et le rédacteur doit retrancher tous les autres articles n'ayant pas de rapport avec le projet concerné.

Pour la finalisation des articles, tous les champs { } doivent être remplis pour tenir compte des exigences particulières de chaque projet. Le rédacteur doit ajouter dans certains cas des informations fournies dans les encadrés. Les paragraphes optionnels,

identifiés par une barre verticale dans la marge, doivent être ajoutés au texte de base selon les particularités du projet.

3.3 ANNEXE AU DEVIS SPÉCIAL

Le devis spécial des ponts acier-bois peut nécessiter l'utilisation de l'annexe suivante :

C1 - Contrôle non destructif des soudures

Comme le devis type, l'annexe C1 n'est disponible que sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

3.4 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. La liste des prix relatifs aux ponts acier-bois est disponible sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

Chaque 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 d'estimation. Le bordereau d'estimation doit être signé et daté par la personne qui le prépare ainsi que par celle qui le vérifie.

La liste des prix suggérés a été élaborée à partir de soumissions reçues ou de coûts de matériaux et de main-d'œuvre estimés. Ces prix peuvent être utilisés comme tels ou être modifiés au besoin pour tenir compte, notamment, des contraintes de circulation et des délais d'exécution des travaux.

Certains prix peuvent varier selon l'ampleur des travaux, la disponibilité des matériaux, la complexité de fabrication, les difficultés de montage, etc.

L'éloignement du chantier des grands centres urbains peut faire majorer ces prix jusqu'à 30 % :

- 5 à 15 % en Abitibi;
- 10 à 20 % en Gaspésie;
- 20 à 30 % sur la Côte-Nord.

CHAPITRE 4

SURVEILLANCE

TABLE DES MATIÈRES

4.1	GÉNÉRALITÉS	4-1
4.2	MATÉRIAUX	4-1
4.2.1	Acier	4-2
4.2.2	Bois	4-3
4.2.3	Quincaillerie pour le bois	4-4
4.3	MISE EN ŒUVRE	4-4
4.3.1	Plans d'atelier	4-4
4.3.2	Excavations et remplissage	4-5
4.3.3	Culées	4-5
4.3.4	Charpente métallique	4-6
4.3.5	Éléments en bois	4-6
4.3.6	Nettoyage des lieux	4-7

4.1 GÉNÉRALITÉS

Le but de la surveillance est de s'assurer que les travaux réalisés sont en tout point conformes aux plans et devis. Cette notion de conformité avec les plans et devis doit être entendue au sens large, c'est-à-dire que la surveillance doit tenir compte de tous les documents du contrat, incluant le bordereau de soumission et le calendrier des travaux. La surveillance des travaux de construction d'un pont exige des connaissances de base dans le domaine des structures et une attention soutenue à toutes les phases de réalisation des travaux.

La surveillance des travaux relève du surveillant. Ce dernier est chargé de contrôler la qualité et les quantités des travaux en vue de proposer leur acceptation et leur règlement.

Les notions de surveillance contenues dans ce chapitre touchent surtout l'aspect technique du contrôle des matériaux et des travaux. Pour l'aspect administratif de la surveillance, c'est-à-dire la gestion des ressources humaines, financières et matérielles nécessaires à l'exécution du contrat, le surveillant peut se référer au Guide de surveillance - Chantier d'infrastructures de transport, MTQ.

La Loi sur les ingénieurs (L.R.Q., chapitre I-9) précise que la surveillance de travaux de construction dont la valeur dépasse 3 000 \$ relève du champ de compétence de l'ingénieur.

Les activités qui couvrent la surveillance peuvent être déléguées à un représentant technique ou à un représentant du contrôle de la qualité, mais la coordination de ces activités et les décisions qui en découlent sont la seule responsabilité du surveillant.

Cependant, le surveillant ne dirige pas les travaux. Il ne peut pas agir comme contremaître et ne peut pas remplir d'autres fonctions relevant de l'entrepreneur.

Le surveillant peut consulter aussi l'ingénieur concepteur des plans et devis pour toute question technique impliquant directement la conception, telle une modification à caractère structural apportée aux plans et devis.

4.2 MATÉRIAUX

Pour s'assurer que les matériaux sont conformes aux prescriptions indiquées aux plans et devis, le surveillant peut s'adjoindre les services d'un représentant du contrôle de la qualité pour l'aider dans sa tâche.

4.2.1 Acier

Pour chaque lot de production livré sur le chantier, l'entrepreneur doit fournir au surveillant une attestation de conformité contenant les informations suivantes :

- le nom de l'aciérie;
- la date et le lieu de fabrication;
- les dimensions nominales, la nuance et la catégorie des pièces d'acier;
- le numéro de coulée;
- les résultats des analyses et essais;
- le numéro du lot de production.

Le surveillant peut effectuer un contrôle de réception à partir d'échantillons prélevés sur les pièces d'acier de construction. Le marquage du numéro de coulée sur les échantillons doit être fait en présence du surveillant.

Si des soudures doivent être exécutées, la compagnie qui réalise les travaux doit être certifiée selon les exigences de la norme CSA-W47.1 « Certification des compagnies de soudage par fusion des structures en acier ». Les soudeurs doivent détenir des cartes de compétence délivrées par le Bureau canadien de soudage selon la position de soudage, le type d'électrode utilisé et le procédé de soudage employé.

Toutes les soudures doivent être inspectées visuellement à 100 %. L'examen visuel de la préparation des surfaces ainsi que des travaux de soudage eux-mêmes, doit être fait selon les exigences de la norme CSA-W59M « Construction soudée en acier (soudage à l'arc) » (article 15.7.8 du CCDG).

Lorsque aucun autre essai non destructif des soudures n'est requis, l'inspection visuelle des soudures après soudage doit être effectuée par un superviseur en soudage de l'entreprise qui les a réalisées. Ce superviseur doit être qualifié selon la norme CSA-W47.1 « Certification des compagnies de soudage par fusion des structures en acier ».

Lorsque des essais non destructifs des soudures sont requis (par exemple la magnétoscopie pour les soudures d'angle entre l'âme et la semelle d'une poutre), ces essais doivent être exécutés par un laboratoire indépendant certifié par le Bureau canadien de soudage, selon les exigences de la norme CSA-W178.1 « Qualification des organismes d'inspection en soudage », qui doit aussi interpréter les résultats.

Dans les deux cas d'inspection, le surveillant peut demander le rapport d'inspection de soudage, que ce soit pour l'examen visuel seulement ou pour l'examen visuel combiné à d'autres essais non destructifs.

Lorsque l'entrepreneur prévoit fabriquer des profilés soudés à l'atelier du fabricant de la charpente métallique plutôt que les acheter directement de l'usine de laminage, le surveillant doit exiger le contrôle non destructif des soudures prévu à l'article 15.7.8.3 du CCDG.

La norme ASTM-A325 « *High Strength Bolts for Structural Steel Joints* » définit les exigences de différents types de boulons en acier traité thermiquement (trempé et revenu). Avec un diamètre nominal variant de 16 à 36 mm, les boulons A325 sont les boulons à haute résistance les plus utilisés. Les boulons de 22 mm de diamètre utilisés pour la charpente métallique sont en réalité des boulons de 7/8 po de diamètre conformes à la norme ASTM-A325.

Tous les boulons A325 sont estampillés et doivent posséder les mêmes caractéristiques anticorrosives que le matériel à assembler (article 15.7.9 du CCDG). Pour les poutres en acier AT, des boulons de type 1 en acier galvanisé ou des boulons de type 3 résistant à la corrosion atmosphérique peuvent être utilisés. Des boulons de type 1 galvanisés doivent être spécifiés lorsque l'acier des poutres principales est de type AT et l'acier des contreventements est galvanisé ou métallisé.

Lorsqu'un acier W doit être peinturé, l'utilisation d'un système de peintures au zinc nécessite un degré de préparation de surfaces « sablage presque à blanc » (SSPC-SP10 / NACE n°2) et un contrôle rigoureux de l'épaisseur du feuillet sec pour obtenir un niveau de performance maximal.

La norme MTQ 6101 « Aciers de construction » exige un nettoyage par projection d'abrasif sec sur les surfaces d'acier de type AT pour enlever la calamine. Cette opération permet une oxydation régulière de l'acier et une amorce uniforme du processus d'autoprotection. Si le nettoyage à l'abrasif est effectué directement à l'usine de laminage sur les profilés normalisés (W ou WWF), un nettoyage supplémentaire à l'usine du fabricant de la charpente métallique n'est pas requis.

4.2.2 Bois

Le CCDG (section 15.8) fait mention des différentes exigences concernant la qualité, les tolérances ainsi que le traitement du bois. La qualité du bois peut toujours être vérifiée à l'aide de l'estampillage.

L'acceptation d'une quantité donnée de bois traité se fait suivant plusieurs étapes et celles-ci sont souvent réalisées à l'usine avant l'expédition. Le bois doit être incisé avant traitement pour favoriser une meilleure propagation du produit utilisé et assurer une diffusion uniforme.

Les exigences relatives à la rétention et à la pénétration du préservatif dans le bois doivent être telles qu'indiquées dans la norme CAN/CSA-O80 « Préservation du bois ». Ces exigences doivent être vérifiées par des essais suivant des méthodes conformes aux articles ou tableaux pertinents de la norme CSA-O80.

Le plan de montage du caisson préparé par l'entrepreneur permet de planifier et d'exécuter plus facilement la mise en place des pièces de bois et surtout d'éviter des coupes inutiles au chantier.

4.2.3 Quincaillerie pour le bois

Les grades A et C de la norme ASTM-A307 « *Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 psi Tensile Strength* » spécifiés respectivement pour les boulons et les tiges filetées correspondent à un acier ayant une contrainte de rupture minimale en traction (F_u) de 414 MPa et de 400 à 550 MPa. Ces grades de boulons et de tiges sont prévus pour des applications générales, comme celles effectuées sur les ponts acier-bois.

Aucune norme n'est spécifiée pour les plaques d'attache, puisque les exigences relatives à l'acier utilisé (tôle en acier commercial) sont minimales.

Pour les clous, la norme CSA-B111 « *Wire Nails Spikes and Staples* » spécifie que l'acier utilisé doit être d'une bonne qualité commerciale et suffisamment ductile pour subir un pliage à froid sans casser. La norme couvre également les dimensions recommandées et d'autres caractéristiques relatives aux clous.

Les clous de 350 mm sont considérés comme équivalents aux fiches utilisées dans la construction des caissons; ils doivent avoir un diamètre supérieur à 9 mm.

Les pièces de quincaillerie n'ont pas besoin d'être galvanisées, car leur vie utile est généralement supérieure à celle du bois traité. Cependant, pour des raisons d'esthétique, les attaches des garde-fous devraient être galvanisées.

4.3 MISE EN ŒUVRE

4.3.1 Plans d'atelier

Les plans d'atelier font référence à des parties d'ouvrage qui ne sont pas détaillées au complet sur les plans ou qui peuvent faire l'objet d'une substitution. Pour les ponts acier-bois, des plans d'atelier sont exigés pour la charpente métallique.

Les plans d'atelier qui nécessitent des calculs de structure ou qui s'appliquent à des travaux relevant du champ de compétence d'un ingénieur doivent être préparés, signés et scellés par un membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec.

Les plans d'atelier doivent être fournis par l'entrepreneur au moins deux semaines avant d'entreprendre les travaux concernés ou la fabrication des pièces en usine. Ce délai est exigé pour permettre au concepteur d'approuver ces plans avant le début des travaux. Dans le cas de pièces fabriquées en usine, le surveillant doit transmettre à son représentant du contrôle de la qualité une copie des plans approuvés.

4.3.2 Excavations et remplissage

Mis à part la démolition d'ouvrages existants nécessaires pour la reconstruction, les excavations constituent la première étape de réalisation des travaux et sont décrites à l'article 15.2 du CCDG.

Lors d'une reconstruction de pont acier-bois, les travaux d'excavation aux approches supposent l'enlèvement de la fondation de la route sur une certaine longueur.

Le remplissage des excavations doit être fait avec un matériau de sous-fondation selon les exigences de l'article 15.2.4.2 du CCDG. Le remplissage des 600 derniers millimètres sous le profil final de la route, considéré comme fondation de chaussée, est effectué avec un matériau granulaire MG20. Les matériaux d'excavation peuvent être réutilisés si leur qualité est jugée équivalente à celle d'un matériau de sous-fondation.

Si les excavations doivent être maintenues à sec pendant l'exécution des travaux, l'eau pompée doit être captée de façon à respecter les exigences prévues à l'article 6.13 du CCDG.

Pour contrôler l'infiltration d'eau ou retenir un sol instable lors de la construction des culées, un batardeau en terre est parfois nécessaire. Un croquis montrant ses dimensions et son emplacement dans la rivière peut être exigé.

4.3.3 Culées

L'élévation de la base du caisson est fixée à 1000 mm plus bas que le lit de la rivière ou du terrain naturel, à moins d'indications contraires aux plans et devis. Cette exigence vise à protéger la culée contre l'érosion et à assurer sa stabilité à long terme.

Les pierres provenant des ouvrages démolis qui sont conformes aux exigences de remplissage peuvent être réutilisées.

Pour permettre la mise en place d'un caisson sur un fond détrempe ou sur un sol de faible capacité portante, un matériau granulaire est utilisé comme coussin de support. L'utilisation d'un matériau granulaire MG20 comme coussin de support facilite l'ajustement des premières pièces, surtout si l'entrepreneur a choisi de préfabriquer une section importante du caisson à l'écart du site du pont. S'il y a une grande quantité d'eau dans le fond d'excavation, la mise en place d'une couche de pierres nettes devrait être une option à envisager. L'installation d'un géotextile est requise avant l'épandage de la couche de pierres afin de confiner et de retenir cette dernière.

Pour éviter des pertes à travers les pièces de bois du caisson et pour empêcher que des pierres trop grosses ne causent des bris lors du remplissage, les dimensions des pierres spécifiées au devis spécial doivent être respectées.

Un géotextile de type V est placé à l'extérieur du mur arrière du caisson afin de limiter la perte de matériau granulaire constituant l'approche à travers les pièces de bois du caisson.

Le surveillant doit vérifier l'horizontalité du caisson pendant toute la durée du montage.

Un empierrement intermédiaire de calibre inférieur à celui du remplissage principal est utilisé dans la zone supérieure du caisson afin d'obtenir une surface plus uniforme et d'atténuer les arêtes des pierres trop saillantes.

Un géotextile de type V est placé sur le remplissage intermédiaire pour éviter que le matériau granulaire MG20 utilisé pour la fondation de chaussée ne s'infiltré à travers les pierres. Le géotextile devrait être mis en place de manière à confiner le matériau MG20 à l'intérieur de chaque cellule du caisson.

Il est recommandé de prévoir une discontinuité (trait de scie) sur la lisse supérieure de la glissière et sur le chasse-roue à la jonction du tablier et de la culée afin de permettre les mouvements dus à la température. Les lisses en tôle ondulée galvanisée doivent être continues.

4.3.4 Charpente métallique

L'attache des diaphragmes ou des contreventements aux poutres principales se fait toujours à l'aide de boulons.

Dans les cas de renforcement de structures existantes par ajout de contreventements, les espacements réels entre les poutres existantes qui sont en place doivent être mesurés avant de commander les pièces requises.

4.3.5 Éléments en bois

Le serrage des pièces de bois à l'aide de boulons ou de tiges filetées doit assurer un très bon contact entre les pièces mais sans toutefois briser le bois. Des rondelles doivent être placées à chaque extrémité en contact avec la surface du bois.

La disposition des traverses doit permettre un chevauchement suffisant de ses extrémités sur la poutre d'appui.

Le perçage des traverses du tablier en vue de fixer les plaques d'attache à l'aide de clous de 100 mm n'est pas exigé.

Les madriers de plancher doivent être disposés de façon à ce qu'ils soient en contact avec les appuis de chasse-roues; un ajustement du madrier final peut donc s'avérer nécessaire. Des précautions devraient être prises lors de la mise en place des madriers pour limiter la variation de la largeur du madrier final.

L'espacement de 6 mm entre les madriers de plancher permet un drainage adéquat. Aux extrémités du tablier, chaque madrier de plancher est assujéti à la dernière traverse pour procurer une plus grande rigidité et une meilleure protection contre les équipements d'entretien.

La pose des anneaux fendus aux différentes jonctions des poteaux de glissière et du tablier est importante, puisque les anneaux augmentent la résistance du bois au cisaillement. L'installation des anneaux fendus constitue un travail de précision, surtout lors de la réalisation des rainures dans le bois. En effet, ces dernières doivent être faites de façon à ce que les anneaux soient insérés sans permettre de jeu, garantissant ainsi une plus grande efficacité des anneaux.

Pour un pont avec un biais, l'efficacité des anneaux fendus entre les traverses et le poteau de glissière n'est que partielle en raison de la surface courbe du poteau rond. Une solution de rechange peut consister à installer des disques de cisaillement uniquement dans les traverses.

4.3.6 Nettoyage des lieux

Un maximum d'efforts doit toujours être déployé pour récupérer les matériaux de démolition. Il est souhaitable d'évacuer les rebuts au fur et à mesure de l'exécution des travaux, de façon à conserver le chantier propre et sécuritaire.

Lorsque les travaux sont terminés, le surveillant doit s'assurer que l'entrepreneur débarrasse le site de tout débris et matériau inutilisé, qu'il remette en bon état les fossés et les cours d'eau qu'il a obstrués et qu'il répare tout dommage ou dégât qu'il a causé pendant l'exécution des travaux.

CHAPITRE 5

ÉVALUATION DE CAPACITÉ

TABLE DES MATIÈRES

5.1	GÉNÉRALITÉS	5-1
5.2	INSPECTION D'ÉVALUATION	5-1
5.3	FRÉQUENCES DES ÉVALUATIONS DE CAPACITÉ	5-2
5.4	RAPPORT D'INSPECTION D'ÉVALUATION	5-2
5.4.1	Relevé dimensionnel – Fiche d'inspection d'évaluation n° 1	5-3
5.4.2	Schéma du tablier – Fiche d'inspection d'évaluation n° 2	5-6
5.4.3	Relevé de défauts des poutres – Fiches d'inspection d'évaluation n° 3 et n° 3 (suite)	5-8
5.4.4	Relevé photographique	5-12
5.5	CARACTÉRISTIQUES DU PONT	5-12
5.5.1	Matériaux	5-12
5.5.2	Dimensions	5-13
5.5.3	État des poutres	5-14
5.6	CHARGES DE CALCUL	5-17
5.6.1	Charges permanentes	5-17
5.6.2	Surcharges routières	5-17
5.6.3	Répartition transversale des surcharges	5-20
5.6.4	Classe de la route	5-21
5.6.5	Ajustement du facteur d'essieux proposé par la norme	5-22
5.7	CALCULS DE LA CAPACITÉ PORTANTE	5-23
5.7.1	Qualification de l'évaluateur et de l'inspecteur accompagnateur	5-23
5.7.2	Logiciel d'analyse disponible	5-23
5.8	ALTERNATIVE À L'AFFICHAGE	5-29
5.9	RECOMMANDATIONS ET VÉRIFICATION	5-29
5.9.1	Fiche de capacité portante	5-30

5.10 ÉTAPES POUR L'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ PORTANTE 5-33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 5.5-1	Résistance nominale de l'acier de charpente	5-13
Tableau 5.5-2	Tolérances recommandées pour les mesures sur le site	5-14
Tableau 5.6-1	Variation du CMD en fonction du nombre d'essieux présents sur le pont	5-20
Tableau 5.6-2	Débit journalier de véhicules par voie de circulation	5-21
Tableau 5.7-1	Affichage en fonction du facteur de capacité de surcharge (F)	5-26
Tableau 5.7-2	Tableau d'affichage en fonction des F calculés pour les trois surcharges	5-28

LISTE DES FIGURES

Figure 5.4-1	Relevé dimensionnel – Fiche d'inspection d'évaluation n° 1	5-5
Figure 5.4-2	Schéma du tablier – Fiche d'inspection d'évaluation n° 2	5-7
Figure 5.4-3	Relevé de défauts des poutres – Fiche d'inspection d'évaluation n° 3	5-9
Figure 5.4-4	Relevé de défauts des poutres – Fiche d'inspection d'évaluation n° 3 (suite)	5-11
Figure 5.6-1	Surcharges de camion utilisées en évaluation	5-19
Figure 5.7-1	Panneau « Limitation de poids aux charges légales » (P-195)	5-26
Figure 5.7-2	Panneau « Limitation de poids » (P-200-2)	5-27
Figure 5.7-3	Panonceau (P-200-P-2)	5-27
Figure 5.9-1	Modèle de fiche de capacité portante	5-32

5.1 GÉNÉRALITÉS

L'évaluation de la capacité portante des ponts permet, à partir d'informations recueillies sur le terrain, de bien connaître un pont sur le plan structural en déterminant sa capacité portante et si nécessaire, ses besoins d'affichage. Le processus d'évaluation permet en fait de calculer une charge limite de camion qui sera permise sur le pont de façon à garantir la pérennité de l'ouvrage et la sécurité de ses usagers.

De façon générale, les défauts et les dommages sur l'acier et le bois sont facilement identifiables. Leur évolution ont généralement une influence lente et graduelle sur le niveau de sécurité du pont. Le programme d'inspection des ponts qui a été mis en place au Québec par le ministère des Transports permet de suivre cette évolution et, lorsque les défauts deviennent suffisamment importants, de déclencher le processus d'évaluation de la capacité portante du pont dégradé.

L'évaluation de la capacité portante d'un pont acier-bois se concentre principalement sur les poutres d'acier et sur les traverses en bois du platelage, puisque la présence d'un défaut important sur un de ces éléments peut avoir des conséquences importantes sur la capacité portante de la structure. Les autres éléments du tablier ne sont pas évalués puisque la dégradation de ceux-ci ne mettra pas en cause l'intégrité structurale du pont. Toutefois, il est important de noter qu'une dégradation très importante d'une unité de fondation, telle une culée, pourrait dans certains cas avoir une influence sur la capacité portante du pont.

L'évaluation de la capacité portante des ponts acier-bois est faite conformément aux stipulations du chapitre 14 « Évaluation » de la norme CAN/CSA-S6-00 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

Tel que mentionné précédemment, l'évaluation de la capacité portante d'un pont acier-bois permet d'afficher les restrictions de charges qui garantiront un usage sécuritaire de la structure. Elle peut aussi permettre d'éviter la mise en place de telles restrictions en identifiant les besoins de travaux d'entretien ou de renforcement nécessaires pour maintenir la structure à un niveau se rapprochant de son état original.

5.2 INSPECTION D'ÉVALUATION

Avant d'intervenir sur un pont acier-bois, il est donc important de procéder à une évaluation de sa capacité portante de façon à s'assurer que les travaux projetés seront adéquats au niveau structural. Il est alors requis de procéder à une inspection d'évaluation de la structure. Si le pont a déjà été évalué antérieurement et que les dimensions ou les épaisseurs relevées diffèrent significativement des données relevées lors de la dernière évaluation, il deviendra alors nécessaire de mettre à jour l'évaluation existante.

Le processus d'évaluation est généralement mis en branle à la suite d'une inspection générale qui révèle une dégradation de l'état des poutres ou des traverses du tablier.

Pour permettre le suivi d'un pont acier-bois, il est donc nécessaire de procéder à une inspection générale en même temps que l'inspection d'évaluation ce qui permettra d'associer un rapport d'inspection générale aux résultats d'une évaluation. Ce rapport d'inspection générale, identifié comme étant le rapport d'inspection générale de référence, doit être conservé dans le dossier du pont pour consultation ultérieure. Les rapports d'inspections générales subséquentes doivent toujours être comparés au rapport d'inspection générale de référence de façon à suivre l'évolution des défauts et au besoin déclencher un processus d'évaluation.

5.3 FRÉQUENCES DES ÉVALUATIONS DE CAPACITÉ

Les ponts acier-bois, avec un platelage constitué de pièces de bois, sont des ouvrages qui se dégradent beaucoup plus rapidement que les ponts ayant un platelage en béton armé (dalle). Il est donc normal que le propriétaire du pont suive plus étroitement le niveau de dégradation des ponts acier-bois et en évalue plus régulièrement la capacité portante.

Pour les ponts acier-bois, le processus d'évaluation peut être déclenché de deux façons :

- si lors d'une inspection générale subséquente, une cote de matériau ou de comportement (CEM ou CEC) pour les poutres d'acier et les traverses de bois est abaissée de plus de 1 par rapport aux valeurs de l'inspection générale de référence, il devient nécessaire de procéder à une nouvelle évaluation de la structure;
- si les poutres d'acier et les traverses de bois se dégradent très lentement et que leurs cotes CEM et CEC se maintiennent dans le temps, il est tout de même requis de procéder à une évaluation à tous les 10 ans.

Pour un pont neuf, le premier rapport d'inspection générale constitue le rapport de référence. Par la suite, une cote CEM ou CEC de 4 ou moins, relevée sur les poutres d'acier et les traverses de bois lors d'une inspection générale subséquente, devra déclencher un processus d'évaluation de la capacité portante.

5.4 RAPPORT D'INSPECTION D'ÉVALUATION

La norme CAN/CSA-S6-00 précise trois niveaux d'inspection pour l'évaluation d'un pont. Le niveau d'inspection retenu pour l'évaluation des ponts acier-bois est le même que pour tous les autres types d'ouvrages, soit le niveau 3. Ce niveau d'inspection (INSP3) stipule que l'évaluateur doit procéder lui-même à une inspection minutieuse de la structure de façon à vérifier les dimensions des différentes parties de la structure et des éléments non structuraux présents sur le tablier.

Le niveau d'inspection INSP3 prévoit aussi que l'évaluateur fasse une inspection « doigt sur la pièce » du tablier en notant les défauts structuraux qu'il aura identifiés. Toutes ces informations seront consignées dans un rapport, identifié comme étant le rapport d'inspection d'évaluation, qui sera conservé au dossier et qui résumera l'état des matériaux ainsi que les dimensions des différents éléments principaux de la structure.

L'ingénieur évaluateur doit donc produire, en plus du rapport d'inspection générale de référence, un rapport d'inspection d'évaluation devant contenir un relevé dimensionnel de différents éléments du tablier, un relevé des défauts structuraux des poutres ainsi qu'un relevé photographique.

Le relevé dimensionnel et le relevé des défauts doivent être complétés avec soin en apportant au besoin des commentaires et des précisions pour que le rapport soit clair et précis. Il doit être réalisé dans un délai maximum de un an précédant l'exécution des calculs d'évaluation.

5.4.1 Relevé dimensionnel – Fiche d'inspection d'évaluation n° 1

Le relevé dimensionnel (figure 5.4-1) est utilisé pour préciser les grandes dimensions du tablier. Les dimensions qui doivent y être notées sont :

- les distances entre les poutres;
- les longueurs des porte-à-faux;
- la largeur de la voie carrossable aux deux culées;
- les largeurs des chasse-roues;
- le biais du pont;
- la distance entre les murs de front des deux culées en amont et en aval;
- la distance entre la tige d'ancrage des poutres et la face du mur de front aux deux culées;
- la distance entre le bout des poutres et la face du mur de front aux deux culées;
- l'espacement et la localisation des contreventements;
- le sens du courant;
- les dimensions des traverses de bois;
- l'espacement entre les traverses de bois;
- les dimensions des madriers du platelage;
- la poutre de chevauchement des traverses pour un pont à deux voies.

Le relevé dimensionnel permet aussi de préciser les détails suivants :

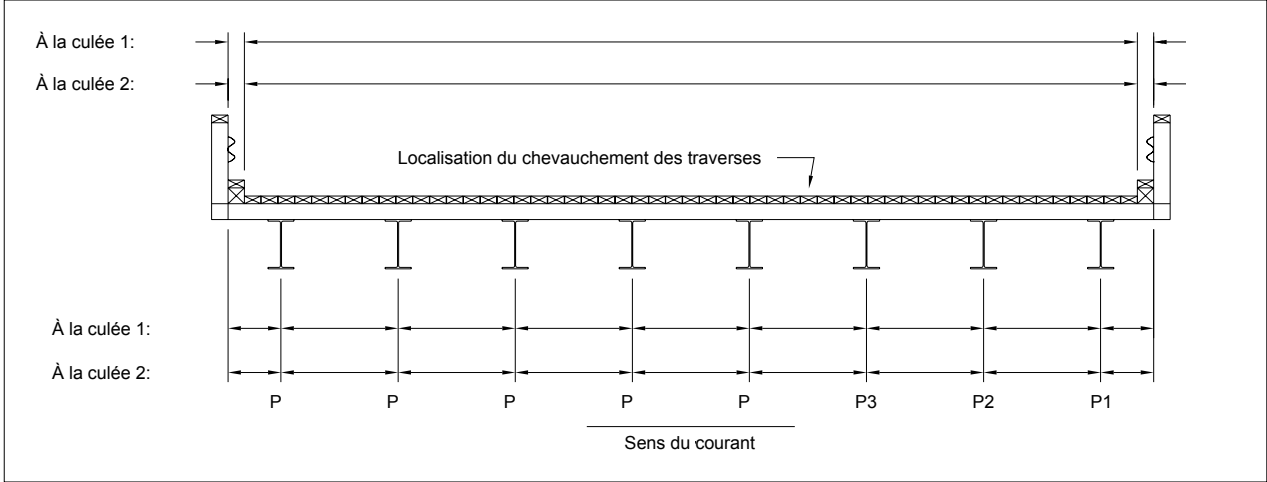
- l'état des culées qui n'est pas directement considéré à l'intérieur du processus actuel d'évaluation, puisque seulement le tablier du pont est étudié pour établir la capacité portante de la structure;
- le détail d'appui rencontré à chacune des culées;
- les pourcentages d'efficacité en épaisseur et en hauteur des traverses de bois.

**RELEVÉ DIMENSIONNEL
FICHE D'INSPECTION D'ÉVALUATION No 1**

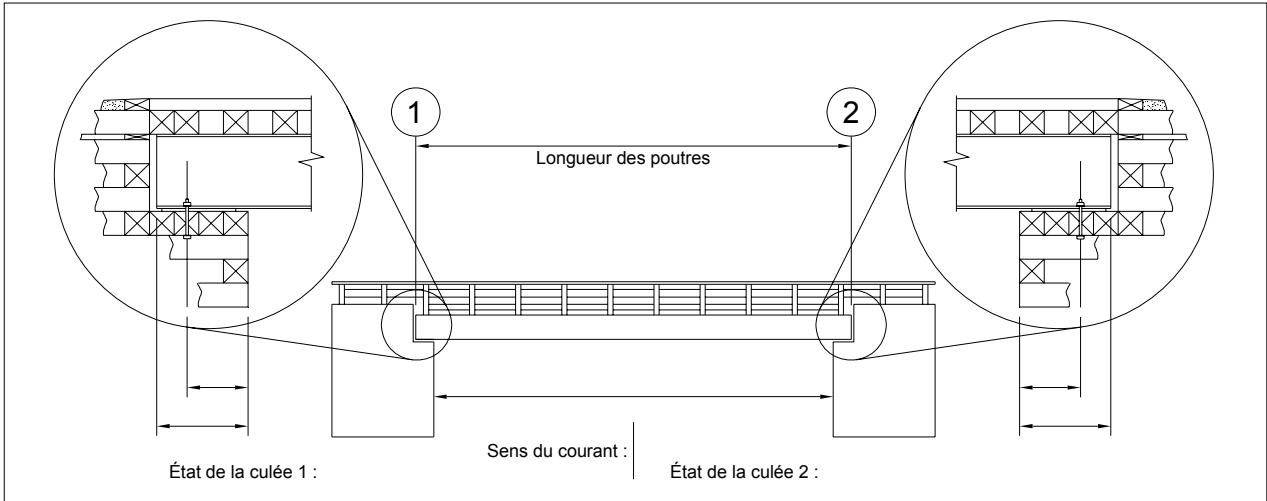
Pont P-

Municipalité :

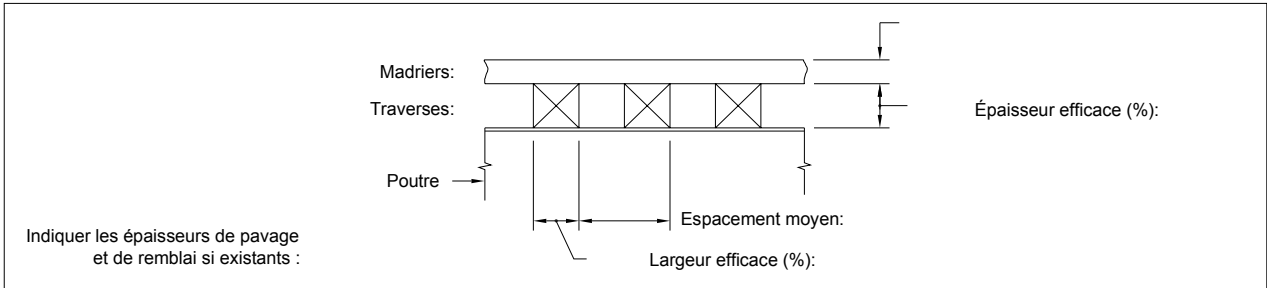
DIMENSIONS DU TABLIER



PORTÉE DES POUTRES



DIMENSIONS DU PLATELAGE



Ingénieur

Accompagnateur

Date

Figure 5.4-1 Relevé dimensionnel – Fiche d'inspection d'évaluation n° 1

5.4.2 Schéma du tablier – Fiche d’inspection d’évaluation n° 2

Le schéma du tablier (figure 5.4-2) sert à montrer la configuration en plan du système structural avec ses dimensions, son biais au besoin, et d’autres particularités. Cette fiche est un complément au relevé dimensionnel et permet de préciser l’efficacité des contreventements. Le schéma du tablier devrait montrer la numérotation des poutres, en conformité avec les critères prévus dans le *Manuel d’inspection des structures – Évaluation des dommages*.

SCHÉMA DU TABLIER
FICHE D'INSPECTION D'ÉVALUATION N° 2

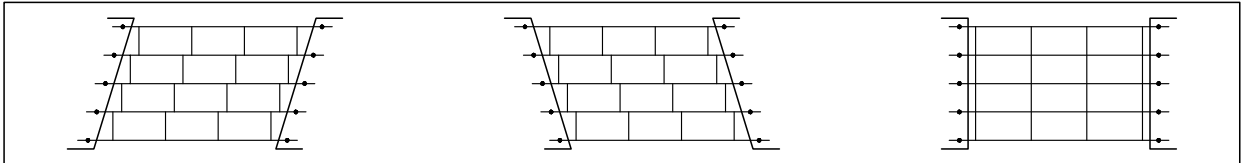
Pont P-

Municipalité :

DESSINER UN SCHÉMA DU SYSTÈME STRUCTURAL ET INDIQUER LES DIMENSIONS ET LE BIAIS

ESTIMEZ-VOUS QUE LES CONTREVENTEMENTS JOUENT LEUR RÔLE?

EXEMPLES DE SCHÉMA



Ingénieur

Accompagnateur

Date

Figure 5.4-2 Schéma du tablier – Fiche d'inspection d'évaluation n° 2

5.4.3 Relevé de défauts des poutres – Fiches d’inspection d’évaluation n° 3 et n° 3 (suite)

Le relevé de défauts des poutres permet dans un premier temps de préciser les dimensions originales des poutres. Elle permet surtout de noter les défauts de matériaux observés sur les poutres. Chacune des poutres est dessinée en montrant une vue du dessus de la semelle supérieure, une vue en élévation de la poutre et une vue du dessous de la semelle inférieure.

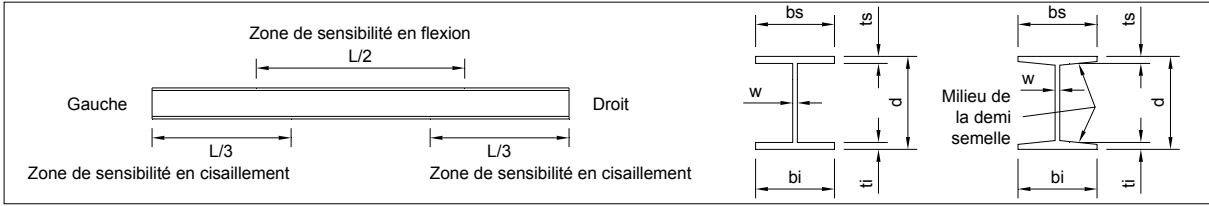
La position des pertes de sections au niveau de la semelle supérieure, de l’âme et de la semelle inférieure doivent être notées. Si le défaut est localisé, celui-ci est noté en précisant l’étendue du dommage. Si le défaut est généralisé, ce dernier est noté et identifié comme tel sur la fiche.

La première fiche du relevé de défauts (Fiche d’inspection d’évaluation n° 3) (figure 5.4-3) est utilisée pour les deux premières poutres du tablier (P1 et P2). On retrouve au haut de cette fiche des définitions utiles dont la localisation des zones de sensibilité en flexion et en cisaillement sur les poutres. Des croquis montrant un profilé en H et un profilé en I sont également inclus pour mieux visualiser les différentes dimensions.

**RELEVÉ DE DÉFAUTS DES POUTRES
FICHE D'INSPECTION D'ÉVALUATION No 3**

Pont P-	Municipalité :
---------	----------------

DÉFINITIONS



DÉTAIL DES DÉFAUTS DES POUTRES

Légende: Amont: ———— Aval: - - - -

1
2

P

P

DIMENSIONS DES POUTRES À L'ÉTAT NEUF

Poutre	bs	ts	d	w	bi	ti
P						
P						
P						

_____ Ingénieur

_____ Accompagnateur

_____ Date

Figure 5.4-3 Relevé de défauts des poutres – Fiche d'inspection d'évaluation n° 3

La deuxième fiche du relevé de défauts (Fiche d'inspection d'évaluation n° 3 (suite)) (figure 5.4-4) est une reprise de la première fiche, à l'exception des définitions. Cette fiche, représentant trois autres poutres (P3, P4 et P5), peut être répétée au besoin si le tablier comporte plus de cinq poutres.

RELEVÉ DE DÉFAUTS DES POUTRES
FICHE D'INSPECTION D'ÉVALUATION No 3 (suite)

Pont P-	Municipalité :
---------	----------------

DÉTAIL DES DÉFAUTS DES POUTRES

Légende: Amont: ———— Aval: - - - - -

1
2

P

P

P

DIMENSIONS DES POUTRES À L'ÉTAT NEUF

Poutre	bs	ts	d	w	bi	ti
P						
P						
P						

Ingénieur	Accompagnateur	Date
-----------	----------------	------

Figure 5.4-4 Relevé de défauts des poutres – Fiche d'inspection d'évaluation n° 3 (suite)

5.4.4 Relevé photographique

Le rapport d'inspection d'évaluation doit inclure aussi un relevé photographique accompagné de notes descriptives montrant les vues suivantes :

- une vue en élévation de l'ensemble du pont prise en amont ou en aval de la structure;
- une vue du dessous du tablier où l'on voit préférablement l'ensemble des poutres qui supportent le platelage, ainsi que la poutre sur laquelle s'effectue le chevauchement des traverses;
- une vue des appuis des poutres;
- des vues des défauts les plus importants observés sur les poutres, les contreventements et les traverses;
- une vue du dessus du tablier à partir d'une des approches;
- une vue d'ensemble de chaque approche montrant l'affichage sur place.

5.5 CARACTÉRISTIQUES DU PONT

5.5.1 Matériaux

La nature même des ponts acier-bois fait en sorte qu'il n'existe normalement pas de plans de construction pour les structures construites avant les années 1970. Les ponts avant cette période étaient souvent construits en réutilisant des poutres d'acier provenant de ponts démolis d'où le manque d'information quant à l'origine des pièces composant les ponts.

La résistance nominale des matériaux constituant les ponts acier-bois est donc généralement inconnue. L'ingénieur qui effectue l'évaluation d'un tel pont doit alors utiliser des valeurs nominales par défaut.

5.5.1.1 Propriétés de l'acier de charpente

La résilience de l'acier n'est pas considérée lors de l'analyse structurale des poutres. La limite élastique des poutres est donc la seule propriété de l'acier qui est considérée en évaluation.

Les valeurs nominales par défaut devant être utilisées pour l'acier de charpente sont données en fonction de l'année de fabrication des poutres. Ces valeurs, tirées du chapitre 14 de la norme CAN/CSA-S6-00, sont présentées au tableau 5.5-1 « Résistance nominale de l'acier de charpente ». Il est important de mentionner que

l'année de fabrication des poutres ne coïncide pas toujours avec l'année de construction du pont.

Si la période de fabrication des poutres ne peut pas être établie avec justesse, il est possible en dernier recours de faire réaliser des essais en laboratoire pour déterminer la résistance réelle de l'acier. On doit dans ces circonstances prélever au moins trois éprouvettes par pont. Pour avoir un échantillonnage représentatif, il est aussi nécessaire de prélever un échantillon d'acier sur chacune des différentes sections de poutres rencontrées sur le pont. La résistance de l'acier de chacune des poutres sera tout de même déterminée en prenant la valeur nominale la plus faible du tableau 5.5-1 se rapprochant le plus de la valeur mesurée en laboratoire. À titre d'exemple, si les essais en laboratoire effectués sur une poutre donnent une limite élastique moyenne de 245 MPa, la valeur nominale à retenir pour les calculs sera 230 MPa.

Tableau 5.5-1 Résistance nominale de l'acier de charpente

Année de fabrication des poutres	Valeurs par défaut maximales (MPa)	
	Limite élastique (Fy)	Contrainte de rupture en traction (Fu)
Avant 1905	180	360
1905 – 1932	210	420
1933 – 1975	230	420
Après 1975	250	420

5.5.1.2 Propriétés du bois

L'essence du bois utilisé pour la construction du platelage des ponts acier-bois est considérée comme du S-P-F de qualité n°1. La valeur utilisée dans les calculs de résistance du bois est celle spécifiée au chapitre 9 de la norme CAN/CSA-S6-00 pour l'essence considérée.

5.5.2 Dimensions

Les dimensions des différents éléments du tablier sont mesurées lors de l'inspection d'évaluation du pont. Si des plans de construction sont disponibles, les mesures relevées sur le site sont comparées aux valeurs des plans. Ces dernières peuvent être utilisées à des fins d'évaluation lorsque les mesures prises sur le site se comparent à celles figurant sur les plans, et ce, à l'intérieur des tolérances données au tableau 5.5-2.

Le responsable de l'évaluation doit tenir compte de l'effet d'une détérioration des membrures sur la capacité des éléments. La résistance de ces éléments doit donc être établie en considérant les pertes de sections mesurées sur le site. Les sections critiques à utiliser lors des calculs d'évaluation sont déterminées à partir des relevés de défauts effectués lors de l'inspection d'évaluation.

Tableau 5.5-2 Tolérances recommandées pour les mesures sur le site

ÉLÉMENT		TOLÉRANCES
Pièce en acier		
- Hauteur	jusqu'à 200 mm plus de 200 mm	± 4 mm ± 5 mm
- Largeur	jusqu'à 150 mm plus de 150 mm	± 4 mm ± 5 mm
- Épaisseur	jusqu'à 20 mm plus de 20 mm	± 1 mm ± 2 mm
Pièce de bois		± 5 mm
Surface de roulement en enrobé		± 5 mm
Portée		± 100 mm

5.5.3 État des poutres

Les défauts des poutres doivent être mesurés et localisés avec le plus de précision possible puisque ce sont les éléments structuraux prépondérants des ponts acier-bois.

L'épaisseur de l'acier des poutres doit être mesurée à l'aide d'un appareil à ultrasons ou d'un pied à coulisse. Les mesures doivent être prises sur le métal nu non corrodé, préférablement exempt de peinture. Lorsqu'il est jugé préférable de ne pas enlever la peinture, une épaisseur de 0,5 mm doit être enlevée à la valeur mesurée pour tenir compte de la présence de cette peinture.

5.5.3.1 Poutres en bon état

Lorsqu'une poutre est en bon état, l'évaluateur doit mesurer les dimensions des semelles et de l'âme de la poutre. Il doit mesurer la hauteur de l'âme, la largeur des

semelles ainsi que leur épaisseur de façon à pouvoir identifier, ou confirmer par rapport aux plans, le type de section en place.

À titre d'information, les sections les plus souvent rencontrées sont les profilés laminés en H et en I. Ces deux types de poutres sont facilement identifiables puisque les poutres en H ont une épaisseur de semelle constante alors que les semelles des poutres en I sont d'épaisseur variable, épais près de l'âme et mince à leurs extrémités. Les poutres en I sont connues sous la désignation I ou S. À titre d'indication, l'épaisseur moyenne d'une poutre I ou S peut être mesurée en prenant une lecture d'épaisseur de la semelle à la mi-distance entre son extrémité et le début du congé de l'âme. Elle peut aussi être déduite à partir de deux lectures d'épaisseur en considérant que l'épaisseur de la semelle varie linéairement de l'extrémité jusqu'au congé de l'âme.

Pour les sections très profondes, il est possible de rencontrer des poutres en H constituées de plaques soudées. Ces poutres sont des sections normalisées au même titre que les sections laminées et leurs dimensions peuvent facilement être retrouvées dans des tables de sections d'acier.

5.5.3.2 Mesures d'épaisseur des semelles de poutres en mauvais état

La perte d'épaisseur ou l'épaisseur résiduelle des semelles en mauvais état doit être déterminée sur toute la longueur de la poutre de façon à montrer sur les relevés de défauts une image des pertes de sections observées. Cet exercice permettra à l'évaluateur d'établir les épaisseurs des semelles inférieure et supérieure qui seront utilisées lors des calculs d'évaluation. Les relevés de défauts devraient être remplis comme suit :

- indiquer la configuration et la localisation des détériorations observées;
- pour chacune des détériorations, indiquer une perte d'épaisseur ou une épaisseur résiduelle. Il est permis d'ignorer les pertes inférieures à 5 % de la section.

S'il y a présence de trous forés dans les semelles, il est permis par la norme d'ignorer la présence de ces trous lors des calculs d'évaluation. Cependant, si la perte est supérieure à 15 %, une déduction doit être faite pour tenir compte des pertes excédant le 15 %. La présence des trous doit tout de même être précisée sur les fiches de relevé des défauts.

5.5.3.3 Mesures d'épaisseur de l'âme de poutres en mauvais état

L'épaisseur de l'acier d'une âme en mauvais état doit également être mesurée sur toute la longueur de la poutre de façon à montrer sur les relevés de défauts une image des défauts observés au niveau de l'âme. L'évaluateur pourra par la suite établir l'épaisseur d'âme qui sera utilisée lors des calculs d'évaluation. Les relevés de défauts devraient être remplis comme suit :

- indiquer la configuration et la localisation des détériorations observées;
- pour chacune des détériorations, indiquer une perte d'épaisseur ou une épaisseur résiduelle.

5.5.3.4 Dimensions des semelles à retenir pour l'évaluation

L'épaisseur des semelles à retenir pour l'évaluation doit être déduite du relevé des défauts en considérant la perte de section la plus sévère retrouvée à l'intérieur de la zone de sensibilité en flexion, se situant dans la moitié centrale de la travée.

L'épaisseur à retenir est calculée en divisant l'aire de la section réduite la plus critique par la largeur des semelles à l'état neuf dans la zone considérée. Cette épaisseur et la largeur à l'état neuf seront utilisées lors des calculs d'évaluation. Les calculs d'épaisseur des semelles supérieure et inférieure doivent se faire indépendamment l'une de l'autre sans considération à leur position dans la zone de sensibilité en flexion.

5.5.3.5 Épaisseur de l'âme à retenir pour l'évaluation

L'épaisseur de l'âme à retenir pour l'évaluation doit être déduite du relevé des défauts en considérant la perte de section la plus sévère retrouvée à l'intérieur des zones de sensibilité en cisaillement, se situant près des appuis sur une distance d'environ le tiers de la travée.

Le calcul de l'aire se fait en subdivisant la hauteur de l'âme en sections. Le nombre de sections et leur hauteur sont établis en considérant l'importance des pertes de sections observées localement. Si une âme de 600 mm de hauteur est détériorée sur 150 mm, l'épaisseur moyenne sera calculée en considérant deux sections : une section de 150 mm de hauteur avec une épaisseur réduite et une section de 450 mm de hauteur avec l'épaisseur d'origine.

5.5.3.6 Sections à l'extérieur des zones de sensibilité

Une perte de section à l'extérieur d'une zone de sensibilité doit être considérée si son épaisseur résiduelle calculée est inférieure à 80 % de l'épaisseur résiduelle calculée dans la zone de sensibilité. Une analyse complémentaire doit alors être effectuée à cet endroit.

5.6 CHARGES DE CALCUL

Pour les ponts acier-bois, les charges de calcul se divisent en deux grandes catégories, les charges permanentes et les surcharges routières.

5.6.1 Charges permanentes

Les charges permanentes comprennent le poids propre du tablier et de tous les éléments permanents que ce dernier supporte.

Selon la norme S6-00, les charges permanentes sont subdivisées en trois catégories soient D1, D2 et D3. Chacune de ces catégories représente un type précis d'éléments :

D1 : le poids propre des éléments en acier fabriqués à l'usine (i.e. poids des poutres et des contreventements en acier);

D2 : le poids des éléments en bois, des dispositifs de retenue et de l'enrobé mesuré in situ;

D3 : le poids de l'enrobé qui n'a pas été mesuré in situ et dont l'épaisseur nominale est établie par défaut à 90 mm.

Pour les ponts acier-bois, les charges permanentes sont normalement toujours de catégorie D1 ou D2 puisque la catégorie D3 implique que l'épaisseur de l'enrobé n'a pas été mesurée, ce qui est contraire à la procédure d'évaluation de ce manuel.

L'évaluation se fait aux états limites ultimes, les charges sont donc pondérées en conséquence. Les facteurs de pondération des charges permanentes sont calculés selon les prescriptions du chapitre 14 de la norme S6-00. De façon générale, l'indice de fiabilité β est calculé en considérant un comportement d'élément E3, un comportement de système S2 et un niveau d'inspection INSP3. Exceptionnellement, pour les poutres extérieures des ponts à trois poutres, un comportement de système S1 est considéré pour le calcul de β .

5.6.2 Surcharges routières

Les surcharges routières utilisées pour déterminer la capacité portante des poutres sont les surcharges de camion décrites à la figure 5.6-1 « Surcharges de camion utilisées en évaluation ». Les surcharges CL1-625, CL2-625 et CL3-625 représentent respectivement les trains routiers, les camions semi-remorques et les camions porteurs.

L'évaluation de la capacité des traverses du platelage est réalisée en considérant le chargement d'un essieu simple de 125 kN constitué de deux roues générant une charge de 62,5 kN chacune. Si le biais des traverses se situe entre 0° et 10° , les traverses sont étudiées en considérant la présence des deux roues sur une traverse. Si le biais se situe entre 10° et 20° , les traverses sont étudiées en considérant la présence d'une roue de 65 kN et une seconde de 31,25 kN. Pour un biais supérieur à 20° , les traverses sont étudiées en considérant le chargement d'une seule roue. Au niveau de la répartition d'une roue sur les traverses, il est considéré que la roue est supportée par trois traverses consécutives en supposant que la traverse centrale supporte 50 % de la charge alors que les deux autres en reprennent 25 %.

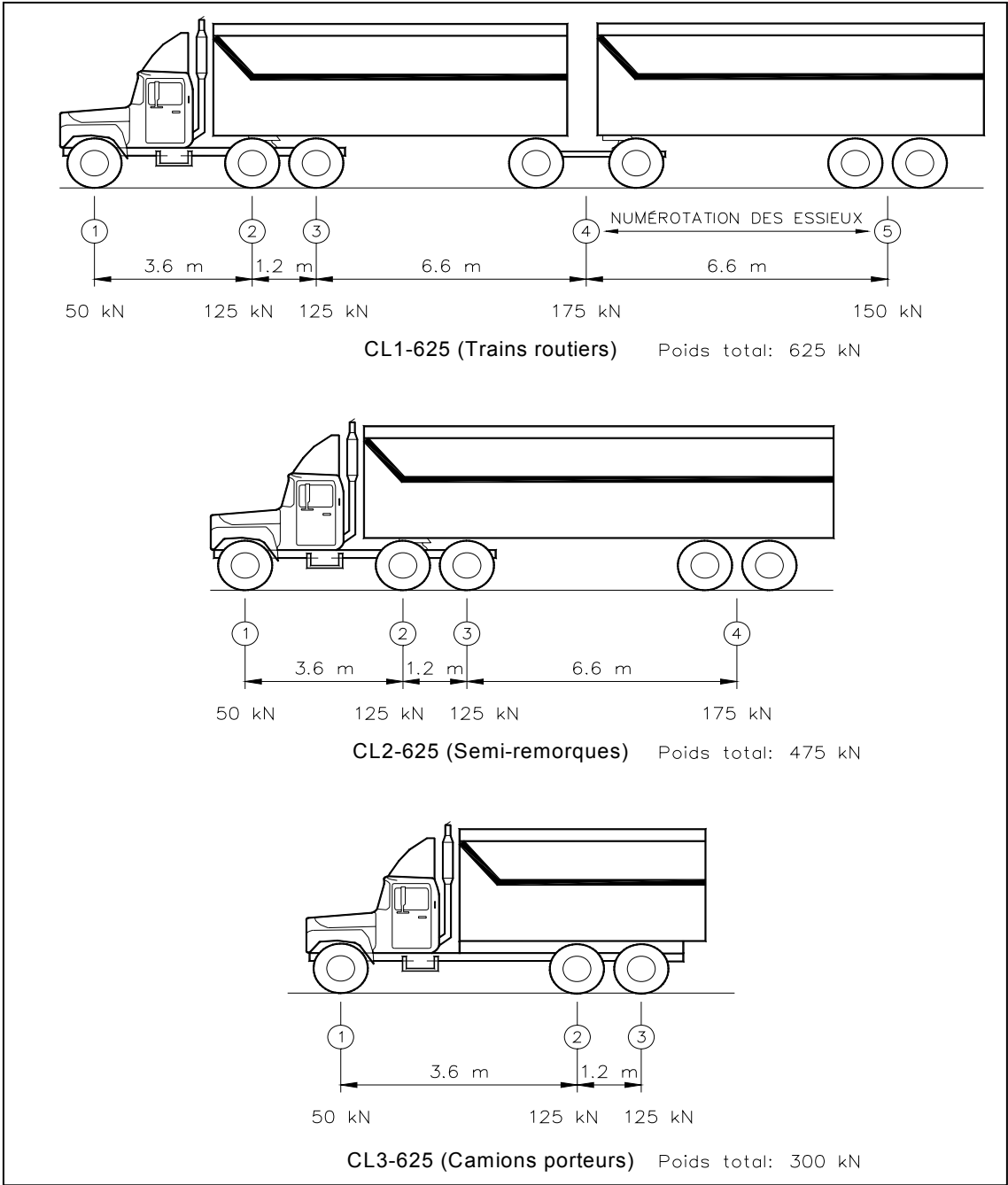


Figure 5.6-1 Surcharges de camion utilisées en évaluation

La norme CAN/CSA-S6-00 fixe le coefficient de majoration dynamique (CMD) devant être appliqué aux charges d'essieux. Comme l'indique le tableau 5.6-1, le CMD varie selon le nombre d'essieux présents sur le pont.

Tableau 5.6-1 Variation du CMD en fonction du nombre d'essieux présents sur le pont

Nombre d'essieux	CMD à utiliser
1	0,4
2	0,3
les essieux 1, 2 et 3 de la charge mobile (figure 5.6-1)	0,3
3 et plus (à l'exception des essieux 1, 2 et 3)	0,25

Puisque le CMD varie en fonction du nombre d'essieux sur le pont, il varie donc en fonction de la portée du pont. Le *Manuel de conception des structures*, Volume 1, fournit les informations pour connaître les portées qui délimitent l'utilisation de chacun des CMD. Par exemple, pour le CL1-625, le CMD à utiliser pour l'analyse d'un pont ayant une portée supérieure à 15 m est de 0,25. Pour les traverses en bois, le CMD utilisé dans les calculs est toujours de 0,28.

5.6.3 Répartition transversale des surcharges

Les poutres des ponts acier-bois sont généralement étudiées en utilisant la méthode d'analyse simplifiée proposée au chapitre 5 de la norme CAN/CSA-S6-00. Cette méthode permet de calculer une répartition transversale des surcharges par le calcul de facteurs d'essieux. Ceux-ci sont appliqués aux surcharges de façon à estimer les conditions de sollicitation de chacune des poutres.

Les facteurs d'essieux sont établis en considérant l'espacement des poutres, la largeur de la chaussée et le nombre de voies de circulation. Trois facteurs d'essieux sont utilisés soit :

- un pour la répartition transversale des efforts de flexion;
- un pour la répartition transversale des efforts de cisaillement;
- un pour le calcul de la flèche maximale.

Pour résumer sommairement, la norme S6-00 limite l'utilisation des facteurs d'essieux aux ponts qui répondent aux critères suivants :

- les ponts doivent avoir un espacement entre les différentes poutres relativement constant, une variation de 10 % est permise par rapport à l'espacement moyen;
- les ponts doivent avoir des poutres ayant approximativement les mêmes propriétés physiques, une variation de 10 % est permise par la norme;
- les ponts doivent avoir des porte-à-faux inférieurs à 60 % de l'espacement moyen entre les poutres (0,6S).

Cependant, la Direction des structures recommande l'utilisation des facteurs d'essieux dans tous les cas rencontrés, même ceux qui excèdent les critères prévus à la norme S6-00. En effet, à la suite d'analyses comparatives, il a été constaté que la capacité portante calculée à l'aide de la méthode simplifiée avec les facteurs d'essieux est inférieure à celle obtenue par une modélisation 3D. L'approche de calcul avec la méthode simplifiée est donc sécuritaire.

5.6.4 Classe de la route

La classe de la route est un critère qui est considéré lors du calcul des facteurs d'essieux. La norme S6-00 établit quatre classes de routes qui représentent chacune un niveau de débit routier. Les quatre classes telles que définies par la norme sont présentées au tableau 5.6-2.

Tableau 5.6-2 Débit journalier de véhicules par voie de circulation

DJM par voie	DJMC par voie	Classe de route
DJM > 4000	DJMC > 1000	A
1000 > DJM ≤ 4000	250 > DJMC ≤ 1000	B
100 ≤ DJM ≤ 1000	50 ≤ DJMC ≤ 250	C
DJM < 100	DJMC < 50	D

En évaluation, le facteur d'essieux est légèrement diminué lorsque le pont est à deux voies et qu'il est sur une route de classe C ou D. Il s'avère donc intéressant de spécifier la classe de route pour les ponts à deux voies sur des routes à faible débit, puisque les facteurs d'essieux seront légèrement réduits.

Le DJMA de la route est divisé par le nombre de voies pour obtenir le *DJM par voie*. Le DJMC est calculé en multipliant le DJM par voie par le pourcentage du débit routier attribuable aux camions. Ce pourcentage est une valeur disponible à l'inventaire pour presque tous les ponts.

Le DJMA de la route peut être déterminé à partir de la version la plus récente du recueil « *Données sur la circulation par numéro de route, de tronçon et de section* ».

5.6.5 Ajustement du facteur d'essieux proposé par la norme

En évaluation, le calcul du facteur d'essieux pour la flexion a été revu par la Direction des structures en rajoutant au calcul l'étape suivante :

- pour les ponts à une voie, le facteur proposé par la norme S6-00 est réduit d'environ 17 %;
- pour les ponts à deux voies, le facteur proposé par la norme S6-00 est réduit d'environ 10 %;
- pour les ponts ayant des porte-à-faux supérieurs à 0,6S et inférieurs ou égaux à 0,8S, ces réductions sont graduellement éliminées. L'équation qui décrit cette variation se lit comme suit :

$$\text{Pont à deux voies : } F_{\text{essieu}} = F_m \cdot \frac{n \cdot M_T \cdot R_L}{N \cdot \left[1.12 - 0.22 \cdot \frac{(\text{PAF} - 0.6S)}{0.2S} \right]}$$

$$\text{Pont à une voie : } F_{\text{essieu}} = F_m \cdot \frac{n \cdot M_T \cdot R_L}{N \cdot \left[1.20 - 0.20 \cdot \frac{(\text{PAF} - 0.6S)}{0.2S} \right]}$$

où F_m , n , M_T , R_L et N sont définis au chapitre 14 de la norme S6-00

et PAF = longueur du porte-à-faux;

S = l'espacement moyen entre les poutres.

Ces réductions et ces ajustements ont été calculés en procédant à des analyses par grillage de différents modèles de pont acier-bois et en cherchant à calibrer les facteurs de la norme aux résultats de l'analyse.

5.7 CALCULS DE LA CAPACITÉ PORTANTE

La grande majorité des ponts acier-bois sont des structures isostatiques qui, par leurs dimensions et leur configuration, peuvent être analysées en utilisant la méthode simplifiée proposée par la norme CAN/CSA-S6-00.

Puisque la norme exige que l'évaluateur soit la personne qui a procédé à l'inspection d'évaluation du pont (niveau d'inspection INSP3), cela implique que l'évaluateur connaît l'état exact du pont qu'il doit évaluer.

5.7.1 Qualification de l'évaluateur et de l'inspecteur accompagnateur

Il est normal, vu que le pont doit être inspecté avec un niveau d'inspection INSP3, de s'attendre à ce que le responsable de l'évaluation de la capacité portante d'un pont acier-bois soit un ingénieur ayant des connaissances de base en structures et dans l'inspection des ponts.

Avant d'évaluer un pont, l'évaluateur procède à une inspection générale en même temps qu'une inspection d'évaluation de la structure. Pour ce faire, l'évaluateur doit en tout temps être accompagné par un technicien ou un autre ingénieur ayant un classement reconnu par le programme d'inspection (se référer au *Manuel d'inspection des structures – Évaluation des dommages*).

5.7.2 Logiciel d'analyse disponible

Le logiciel SAFI Pont acier-bois a été développé en collaboration avec le ministère des Transports pour permettre l'analyse de la majorité des ponts acier-bois.

5.7.2.1 Logiciel d'évaluation

Le logiciel permet d'évaluer la plupart des ponts acier-bois existants, sauf les ponts à deux voies ayant un biais supérieur à 30°.

Les ponts à une voie ayant un biais ne peuvent également pas être évalués par le logiciel.

Pour que le logiciel puisse être utilisé pour les calculs d'évaluation, les données d'entrée suivantes doivent être fournies :

- la portée du pont;
- le nombre de voies sur le pont;
- l'angle de biais du pont (pour les ponts à deux voies);
- la largeur carrossable du pont;

- la dimension des chasse-roues;
- la classe de la route;
- la limite élastique de l'acier ou des aciers;
- le type de charges additionnelles et leurs valeurs;
- les dimensions des poutres;
- l'espacement entre les poutres et la longueur des porte-à-faux;
- l'espacement entre les contreventements;
- les caractéristiques des traverses et du platelage;
- la poutre où s'effectue le chevauchement des traverses.

Il est à noter qu'un pont ayant une largeur carrossable égale ou supérieure à 6 m doit être considéré comme un pont à deux voies.

Pour les contreventements, il faut préciser qu'ils doivent être conformes aux plans normalisés. Les plaques de retenue liant les traverses aux poutres ne sont donc pas considérées comme des éléments qui assurent un support latéral adéquat des semelles supérieures des poutres. En évaluation, les longueurs non supportées sont établies en mesurant, pour chacune des poutres, l'espacement entre les contreventements existants et en retenant le plus grand des espacements mesurés sur chacune des poutres. Pour les poutres intérieures, on doit retrouver des contreventements des deux côtés de la poutre, l'espacement retenu pour chaque poutre doit être le plus grand espacement rencontré sur un des deux côtés. Pour les poutres de rive, les contreventements sont fournis uniquement du côté intérieur de la poutre, l'espacement est donc fixé en mesurant l'espacement des contreventements sur ce côté de poutre.

Pour les calculs d'évaluation, avec ou sans le logiciel SAFI Pont acier-bois, toutes les données d'entrée doivent provenir des mesures prises lors de l'inspection d'évaluation. Les dimensions des poutres doivent être choisies en tenant compte des défauts relevés sur les poutres.

Le logiciel détermine le facteur de capacité de surcharge (F) des poutres et des traverses. Il précise également s'il y a lieu l'affichage requis pour le pont.

5.7.2.2 Facteur de capacité de surcharge et affichage

Le facteur de capacité de surcharge est calculé à partir de l'équation suivante :

$$F = \frac{U \cdot R - \alpha_D \cdot D}{\alpha_L \cdot L(1 + CMD)}$$

- où
- U est le coefficient de la résistance (variant de 1,06 à 0,96 selon le mode de rupture de la poutre d'acier, et 1,0 pour le bois);
 - R est la résistance pondérée de la section étudiée;
 - α_D Coefficient de pondération des charges permanentes;
 - D Effort nominal dû aux charges permanentes à la section étudiée;
 - α_L Coefficient de pondération des surcharges;
 - L Effort nominal dû aux surcharges à la section étudiée;
 - CMD coefficient de majoration dynamique de la surcharge étudiée (CL1-625 ou CL2-625 ou CL3-625)

Cette équation calcule la fraction de surcharge que la section étudiée permet de supporter en toute sécurité. Un F inférieur à 1,0 indique que la structure ne peut pas en théorie supporter la totalité de la surcharge étudiée. Dans l'autre sens, un F supérieur à 1,0 indique que la structure peut supporter plus que la surcharge étudiée.

Le logiciel calcule un F en flexion et un F en cisaillement pour chacune des poutres qui composent le pont. Il calcule aussi un F pour les traverses de bois.

Le F retenu en fin d'analyse est le F le plus faible qui aura été calculé pour le CL1-625. Ce chargement représente la charge légale permise par le règlement sur les normes de charges et de dimensions applicables aux véhicules routiers et aux ensembles de véhicules routiers. Ce chargement ne considère cependant pas les surcharges sujettes à un permis de classe 5 définies par le règlement sur le permis spécial de circulation. L'affichage se fera donc en fonction du F le plus faible en considérant les critères du tableau 5.7-1.

Tableau 5.7-1 Affichage en fonction du facteur de capacité de surcharge (F)

F	DÉCISION D’AFFICHAGE	TYPE D’AFFICHAGE
$F \geq 1,1$	Pas d’affichage	-----
$1,0 \leq F < 1,1$	Affichage automatique	Limitation aux charges légales
$F < 1,0$	Affichage automatique	Restriction de charge

5.7.2.3 Limitation aux charges légales

Lorsque requis, le panneau P-195 « Limitation de poids aux charges légales » (figure 5.7-1) doit être installé aux abords du pont.

Le panneau P-195 indique aux conducteurs de camions dont la masse dépasse les limites de charge prévues au Règlement sur les normes de charges et de dimensions applicables aux véhicules routiers et aux ensembles de véhicules routiers qu’il leur est interdit de circuler sur le pont. Cet affichage vise essentiellement à interdire sur le pont la circulation de véhicules sujets à un permis de classe 5 défini par le règlement sur le permis spécial de circulation.



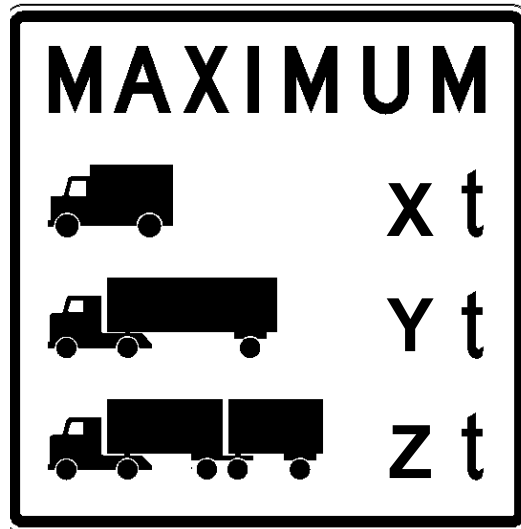
Figure 5.7-1 Panneau « Limitation de poids aux charges légales » (P-195)

5.7.2.4 Restriction de charge

Ce type d’affichage permet d’indiquer une restriction de charge, c’est-à-dire d’afficher une masse maximale au-delà de laquelle les véhicules ne peuvent franchir le pont.

Lorsque requis, le panneau P-200-2 « Limitation de poids » (figure 5.7-2) doit être installé aux abords du pont et sur les approches de la dernière intersection permettant le choix d’un autre itinéraire. Le panneau P-200-2 indique aux conducteurs de camions

et autres véhicules lourds dont le poids total en charge dépasse le poids maximal inscrit sur les panneaux qu'il leur est interdit d'emprunter un pont ou un viaduc.



X indique la masse totale en charge maximale d'un véhicule routier.

Y indique celle d'un ensemble de véhicules routiers de deux unités (semi-remorques).

Z indique celle d'un ensemble de véhicules routiers de plus de deux unités (trains routiers).

Figure 5.7-2 Panneau « Limitation de poids » (P-200-2)

La mise en place de panonceaux P-200-P-2 doit également être prévue (figure 5.7-3) au-dessous des panneaux P-200-2 aux intersections de routes mentionnées ci-dessus.



Figure 5.7-3 Panonceau (P-200-P-2)

Les tonnages à placer sur les panneaux P-200-2 sont établis en fonction des facteurs de capacité de surcharge les plus critiques calculés pour les surcharges CL1-625, CL2-625 et CL3-625 et en utilisant le tableau 5.7-2.

Tableau 5.7-2 Tableau d'affichage en fonction des F calculés pour les trois surcharges

A = 30,58 x F_{CL3-625}	B = 48,42 x F_{CL2-625}	C = 63,71 x F_{CL1-625}	Affichage (tonne)
A < 5,0			0
5,0 ≤ A < 9,0			5
9,0 ≤ A < 11,0			10
11,0 ≤ A < 13,5	B < 14,53 ⁽¹⁾		12
13,5 ≤ A < 16,5	14,53 ≤ B < 16,5		15
16,5 ≤ A < 19,0	16,5 ≤ B < 19,0	C < 19,11 ⁽¹⁾	18
19,0 ≤ A < 21,0	19,0 ≤ B < 21,0	19,11 ≤ C < 21,0	20
21,0 ≤ A < 23,0	21,0 ≤ B < 23,0	21,0 ≤ C < 23,0	22
23,0 ≤ A < 25,0	23,0 ≤ B < 25,0	23,0 ≤ C < 25,0	24
25,0 ≤ A < 27,0	25,0 ≤ B < 27,0	25,0 ≤ C < 27,0	26
27,0 ≤ A < 29,0	27,0 ≤ B < 29,0	27,0 ≤ C < 29,0	28
29,0 ≤ A < 31,0	29,0 ≤ B < 31,0	29,0 ≤ C < 31,0	30
31,0 ≤ A	31,0 ≤ B < 33,0	31,0 ≤ C < 33,0	32
	33,0 ≤ B < 35,0	33,0 ≤ C < 35,0	34
	35,0 ≤ B < 37,0	35,0 ≤ C < 37,0	36
	37,0 ≤ B < 39,0	37,0 ≤ C < 39,0	38
	39,0 ≤ B < 41,0	39,0 ≤ C < 41,0	40
	41,0 ≤ B < 43,0	41,0 ≤ C < 43,0	42
	43,0 ≤ B < 45,0	43,0 ≤ C < 45,0	44
	45,0 ≤ B < 47,0	45,0 ≤ C < 47,0	46
	47,0 ≤ B < 48,42	47,0 ≤ C < 49,0	48
		49,0 ≤ C < 51,0	50
		51,0 ≤ C < 53,0	52
		53,0 ≤ C < 55,0	54
		55,0 ≤ C < 57,0	56
		57,0 ≤ C < 63,71	58

⁽¹⁾ Attribuer dans ce cas la valeur calculée pour le CL3-625

5.8 ALTERNATIVE À L’AFFICHAGE

En alternative à l’affichage d’un pont, il est toujours possible de prévoir des travaux de réparation ou de renforcement des éléments structuraux en place.

Pour des poutres mal contreventées, l’ajout en nombre suffisant de nouveaux contreventements peut hausser significativement la résistance des poutres en flexion. Cette option d’ajouter de nouveaux contreventements doit être considérée surtout pour le cas de poutres dont l’espace entre les contreventements excède 5 mètres. Il serait alors avantageux de procéder à un nouveau calcul d’évaluation en réduisant l’espacement des contreventements à une valeur qui se rapproche de la longueur caractéristique des poutres en place (L_u) (valeur fournie pour chacune des poutres en sortie du logiciel SAFI Pont acier-bois).

Si les traverses sont les éléments faibles, l’évaluateur doit vérifier les causes de cette situation. Si les traverses présentent des pourcentages d’efficacité réduits en épaisseur et en hauteur, l’évaluateur peut reprendre son évaluation en considérant la présence de traverses neuves. Si les facteurs F sont augmentés, ce qui est généralement le cas, l’évaluateur peut considérer ces valeurs pour la détermination de la capacité portante tout en prévoyant à court terme le remplacement des traverses déficientes.

5.9 RECOMMANDATIONS ET VÉRIFICATION

À la suite de l’analyse des facteurs de capacité de surcharge (F) des poutres et des traverses du platelage, l’ingénieur responsable de l’évaluation de capacité détermine si le pont requiert un affichage et recommande au besoin des interventions pour corriger les déficiences relevées. Il doit aussi juger si l’affichage du pont sera temporaire ou permanent en considérant principalement le niveau de service de la route.

L’affichage résultant d’une évaluation de capacité peut entraîner des contraintes d’utilisation importantes pour les usagers des routes concernées. L’évaluation de la capacité portante d’un pont doit donc être réalisée en conservant une même rigueur de travail pour chacun des ponts analysés. Pour s’assurer de la qualité du travail et pour éviter les erreurs d’exécution, toutes les évaluations doivent être vérifiées par un ingénieur autre que l’ingénieur évaluateur. Cette vérification comprend principalement l’examen du dossier de la structure, l’examen des fiches d’inspection d’évaluation, la validation des données d’entrée du logiciel et la validation des recommandations d’affichage. Cette vérification est réalisée par un ingénieur de la Direction des structures.

L’évaluateur doit donc transmettre à la Direction des structures son rapport d’évaluation pour qu’il puisse être vérifié. Le rapport d’évaluation comprend les documents suivants :

- Les fiches d’inspection d’évaluation, dûment signées par l’ingénieur-évaluateur et l’inspecteur-accompagnateur;

- Les photographies prises lors de l’inspection d’évaluation, avec les commentaires appropriés;
- Les fiches d’inspection générale de référence (si elles n’ont pas déjà été transmises à la Direction des structures);
- La fiche d’inventaire, sur laquelle on trouve le DJMA et le pourcentage de camions ainsi que l’année validée de fabrication des poutres;
- La note de calcul pour les dimensions des poutres, des traverses et du pont (épaisseurs résiduelles, espacements ou distances c/c, longueurs non supportées, largeur carrossable, portée, etc.), dûment signée;
- Toutes les sorties et les fichiers du logiciel de calcul pour chacune des analyses effectuées, dûment signés;
- La fiche de capacité portante dûment remplie, sur laquelle seront bien indiqués les travaux à prévoir, en cochant les cases appropriées. La fiche doit être signée par l’ingénieur-évaluateur.

Si des corrections sont requises dans un ou plusieurs documents du rapport d’évaluation, le vérificateur communiquera avec l’évaluateur pour convenir des changements à apporter.

Après vérifications, une copie de la fiche de capacité portante signée par le vérificateur de la Direction des structures est retournée à l’évaluateur.

5.9.1 Fiche de capacité portante

La fiche illustrée à la figure 5.9-1 « Modèle de fiche de capacité portante » regroupe les principaux renseignements relatifs à la capacité portante d'un pont acier-bois. Elle est disponible sur le site intranet de la Direction des structures. Cette fiche résume certaines caractéristiques du pont existant et précise l’affichage requis.

Les informations suivantes doivent être précisées sur cette fiche :

- l’identification du pont,
- l’identification de la direction territoriale;
- l’identification du centre de services;
- l’identification de l’obstacle;
- l’identification de la route;
- l’identification de la municipalité;
- un avis de conformité des contreventements intermédiaires;
- un avis de conformité des contreventements aux appuis;


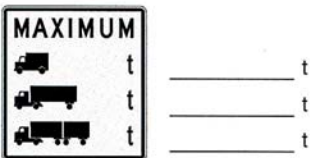
- l’affichage proposé pour le pont, indiquant au besoin pour la limitation de poids la capacité en masse (arrondie 1 chiffre après le point) pour les trois surcharges;
- la capacité en masse des poutres (arrondie 1 chiffre après le point) pour les trois surcharges;
- la capacité en masse des traverses pour le CL1-625;
- le facteur de capacité de surcharge critique F des poutres et des traverses pour le CL1-625;
- le besoin de remplacement des traverses;
- le besoin de correction aux contreventements;
- l’espacement existant entre les contreventements;
- l’espacement visé entre les contreventements.

Si les contreventements sont considérés non conformes, l’évaluateur peut procéder à une nouvelle analyse en considérant que de nouveaux contreventements seront mis en place. L’évaluateur doit alors préciser qu’il y a un besoin de corrections aux contreventements, il doit aussi préciser l’espacement existant entre les contreventements et l’espacement visé pour ces éléments. Si les contreventements ne sont pas conformes, l’espacement existant entre les contreventements devrait être considéré comme étant égal à la portée du pont.

Si l’évaluateur a évalué le pont en considérant des traverses neuves alors que leurs dimensions efficaces étaient diminuées, il doit préciser qu’un remplacement de traverses est requis.

Un besoin d’intervention au niveau des contreventements ou des traverses doit être suivi à court terme par des travaux de réfection appropriés. Si l’évaluateur ne planifie pas ces travaux, il doit procéder à l’évaluation du pont en considérant l’état exact des traverses et des contreventements en place.

CAPACITÉ PORTANTE – PONT ACIER-BOIS (NORMES CAN/CSA-S6-00)

IDENTIFICATION			
Dossier	<input type="text"/>	Obstacle	<input type="text"/>
D.T.	<input type="text"/>	Route	<input type="text"/>
C.S.	<input type="text"/>	Municipalité	<input type="text"/>
CARACTÉRISTIQUES ACTUELLES DU PONT			
CONTREVENTEMENT(S) CONFORME(S)		Intermédiaire	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
		Appui	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
AFFICHAGE REQUIS			
<input type="checkbox"/> Aucun			
<input type="checkbox"/> Limitation de poids aux charges légales		<input type="checkbox"/> Limitation de poids	
			
CAPACITÉ DES POUTRES			
CL3-625 :	<input type="text"/> t	CL2-625 :	<input type="text"/> t
CL1-625 :	<input type="text"/> t	F du CL1-625 :	<input type="text"/>
CAPACITÉ DES TRAVERSES			
		CL1-625 :	<input type="text"/> t
		F du CL1-625 :	<input type="text"/>
TRAVAUX PRÉVUS			
Remplacement des traverses	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	
Correction des contreventements	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	
		Espacement existant :	<input type="text"/> mm
		Espacement visé :	<input type="text"/> mm
SIGNATURES			
ÉVALUATEUR :		DATE :	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
VÉRIFICATEUR :		DATE :	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
Direction des structures			

CE FORMULAIRE DOIT ÊTRE RETOURNÉ À LA DIRECTION DES STRUCTURES

F104.15 (2003-10)

Figure 5.9-1 Modèle de fiche de capacité portante

5.10 ÉTAPES POUR L'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ PORTANTE

En guise de résumé, l'évaluation de la capacité portante des ponts acier-bois doit s'effectuer en suivant les étapes suivantes :

- Procéder à l'inspection générale du pont;
- Procéder à l'inspection d'évaluation du pont (relevé dimensionnel et relevé des défauts);
- Statuer sur l'état des unités de fondation ainsi que l'efficacité des contreventements en travée et aux appuis;
- À partir du relevé des défauts, établir à l'intérieur de la zone de sensibilité en flexion l'épaisseur et la largeur des semelles supérieure et inférieure de chacune des poutres;
- À partir du relevé des défauts, établir à l'intérieur de la zone de sensibilité en cisaillement la hauteur et l'épaisseur moyenne de l'âme de chacune des poutres;
- Établir l'année de fabrication des poutres de façon à fixer la limite élastique de chacune des poutres à moins que cette limite soit spécifiée sur les plans ou le devis de construction (si existants);
- Établir les longueurs non supportées pour chacune des poutres;
- À partir du relevé dimensionnel, établir la portée, le biais du pont, la largeur carrossable, les dimensions des chasse-roues, le nombre de voies, les espacements entre les poutres et les longueurs des porte-à-faux;
- À partir du relevé dimensionnel, établir, au besoin, les charges additionnelles ainsi que leur type;
- Établir la classe de la route qui est fonction de son DJMA et du pourcentage de circulation dû aux camions;
- Préciser les dimensions et l'espacement des traverses et préciser aussi l'épaisseur des madriers du platelage;
- À partir du relevé dimensionnel, établir le pourcentage d'efficacité des traverses en largeur et en hauteur;
- À partir du relevé dimensionnel, établir au-dessus de quelle poutre s'effectue le chevauchement des traverses;
- Procéder aux calculs de la capacité portante du tablier;
- Établir les recommandations d'affichage;
- Indiquer, au besoin, les interventions relatives aux contreventements et aux traverses;
- Faire parvenir pour vérification le rapport d'évaluation à la Direction des structures en s'assurant que les documents du rapport sont signés.

CHAPITRE 6

DOCUMENTS DE SUPPORT

TABLE DES MATIÈRES

6.1	PLANS	6-1
6.1.1	Plans types	6-1
6.1.2	Principes de base	6-1
6.1.3	Instructions d'utilisation des plans types	6-2
6.2	LOGICIEL « SAFI PONT ACIER-BOIS »	6-6
6.3	SAFI PONT ACIER-BOIS – VOLET « CONCEPTION »	6-7
6.3.1	Entrée des données et analyse « Conception »	6-7
6.3.2	Sortie papier des résultats d'analyse « Conception »	6-19
6.4	SAFI PONT ACIER-BOIS – VOLET « ÉVALUATION »	6-26
6.4.1	Entrée des données et analyse « Évaluation »	6-26
6.4.2	Sortie papier des résultats d'analyse « Évaluation »	6-38

LISTE DES FIGURES

Figure 6.3-1	Onglet – Description du projet	6-10
Figure 6.3-2	Onglet – Propriétés générales	6-10
Figure 6.3-3	Onglet – Caractéristiques des poutres	6-11
Figure 6.3-4	Onglet – Caractéristiques du tablier	6-11
Figure 6.3-5	Onglet – Résultats	6-12
Figure 6.3-6	Menu principal – Options	6-12
Figure 6.3-7	Matériau par défaut	6-13
Figure 6.3-8	Bouton – Sections	6-14
Figure 6.3-9	Fenêtre – Sections standards et pré-définies	6-15
Figure 6.3-10	Fenêtre – Choix des sections standards et pré-définies	6-15
Figure 6.3-11	Liste déroulante pour un choix de matériau	6-16
Figure 6.3-12	Liste déroulante pour un choix de type de section	6-16
Figure 6.3-13	Liste déroulante pour un choix de section	6-17
Figure 6.3-14	Ajout dans un onglet d'une section	6-17
Figure 6.3-15	Choix d'une section pour analyse	6-18
Figure 6.3-16	Identification de la section à analyser	6-18
Figure 6.3-17	Onglet – Résultats (mis à jour)	6-19

Figure 6.3-18	Sortie des résultats – Page 1	6-20
Figure 6.3-19	Sortie des résultats – Page 2	6-21
Figure 6.3-20	Sortie des résultats – Page 3	6-22
Figure 6.3-21	Sortie des résultats – Page 4	6-23
Figure 6.3-22	Sortie des résultats – Page 5	6-24
Figure 6.3-23	Sortie des résultats – Page 6	6-25
Figure 6.4-1	Onglet – Description du projet	6-30
Figure 6.4-2	Onglet – Propriétés générales	6-30
Figure 6.4-3	Onglet – Caractéristiques des poutres	6-31
Figure 6.4-4	Onglet – Caractéristiques des poutres – Sections	6-31
Figure 6.4-5	Définitions des sections non standards – Matériaux	6-32
Figure 6.4-6	Définitions des sections non standards – Section	6-32
Figure 6.4-7	Définition des sections non standards – Poutre 1	6-33
Figure 6.4-8	Définition des sections non standards – Poutre 2	6-33
Figure 6.4-9	Sections non standards – Résumé des sections – Poutre 1	6-34
Figure 6.4-10	Sections non standards – Résumé des sections – Poutre 2	6-34
Figure 6.4-11	Onglet – Caractéristiques des poutres – Choix des sections	6-35
Figure 6.4-12	Onglet – Caractéristiques du tablier	6-35
Figure 6.4-13	Message d'avertissement	6-36
Figure 6.4-14	Message d'avertissement	6-36
Figure 6.4-15	Onglet – Résultats	6-37
Figure 6.4-16	Onglet – Résultats	6-37
Figure 6.4-17	Sortie des résultats – Page 1	6-39
Figure 6.4-18	Sortie des résultats – Page 2	6-40
Figure 6.4-19	Sortie des résultats – Page 3	6-41
Figure 6.4-20	Sortie des résultats – Page 4	6-42
Figure 6.4-21	Sortie des résultats – Page 5	6-43
Figure 6.4-22	Sortie des résultats – Page 6	6-44
Figure 6.4-23	Sortie des résultats – Page 7	6-45

6.1 PLANS

Le concepteur doit préparer les plans d'un projet de construction ou de réparation de pont en utilisant les plans types élaborés par le MTQ et les dimensions d'éléments proposées au chapitre 1 du présent manuel. L'utilisation des plans types n'est cependant pas une fin en soi et le jugement du concepteur est essentiel pour tout projet de construction de pont.

L'utilisateur d'un plan type n'engage sa responsabilité que dans l'utilisation adéquate (choix) du bon plan type pour le projet spécifique et dans les valeurs qu'il inscrit sur le plan type.

Le Ministère prend la responsabilité de ce que comporte initialement le plan type, ainsi que des tableaux et des données fournis dans les procédures d'utilisation.

La page frontispice du plan 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 autres feuillets du plan doivent mentionner le nom des techniciens, la date d'émission du plan et la date de vérification, et porter le sceau et la signature de l'ingénieur concepteur ainsi que la signature du vérificateur.

Les plans d'atelier soumis par l'entrepreneur doivent être signés et datés par la personne qui les approuve.

6.1.1 Plans types

Les plans types comprennent 16 feuilles pour couvrir tous les systèmes de culée, de charpente métallique et de tablier pour différentes géométries de pont. Les plans types sont complétés par un plan frontispice.

Les plans types élaborés par le MTQ pour la construction des ponts acier-bois ont été préparés pour des feuilles de format A2 (420 mm x 594 mm).

Les plans types, en version AutoCad, peuvent être obtenus sur fichier électronique auprès de la Direction des structures.

6.1.2 Principes de base

Le concepteur doit dans un premier temps choisir les feuilles de plan nécessaires à la réalisation des travaux qui sont planifiés. Il complète par la suite les plans types sélectionnés en insérant les cotes et dimensions spécifiques au projet dans les boîtes prévues à cet effet.

Pour inscrire les différentes variables dans les boîtes d'information, il faut procéder de la façon suivante :

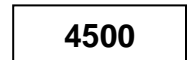
Les boîtes d'information sont dessinées sur la couche BOITE. L'information à y inscrire sera donnée sur la couche DIM03.

Méthode au clavier :

- Command : TEXT
- Justify/Style/<Start point> : Insertion
- (pointer la boîte)



- Height <3.00> : (*Enter*)
- Rotation Angle <90d0'0"> : (*Enter*)
- Text : (écrire votre texte)



Lorsque les boîtes sont remplies, vous pouvez les rendre invisibles en « gelant » la couche BOITE.

6.1.3 Instructions d'utilisation des plans types

Pour une reconstruction complète d'un pont acier-bois, six feuilles de plan sont habituellement nécessaires. Ce sont :

- un plan de localisation et description générale (frontispice);
- un plan d'ensemble;
- une feuille de plan « Culée », utilisée pour les deux caissons lorsque ceux-ci sont de mêmes dimensions;
- trois feuilles de plan pour le tablier :
 - « Tablier – Acier »;
 - « Tablier – Platelage »;
 - « Tablier – Détails ».

6.1.3.1 Feuilles de plan « Localisation et description générale » et « Plan d'ensemble »

Les feuilles de plan sont normalement introduites par un plan de localisation et un plan d'ensemble qui, en plus de fournir des compléments d'information sur le pont projeté, présentent le site en général.

Le plan de localisation et le plan d'ensemble devraient toujours faire partie des documents contractuels d'un projet de construction ou de réparation de pont pour bien situer les intervenants par rapport aux travaux projetés.

Les points à finaliser lors de la préparation d'une feuille de plan « Localisation et description générale » sont :

- indiquer le titre du projet;
- mettre un plan de localisation avec la date et l'échelle de référence;
- inscrire les informations relatives à la localisation et à l'identification du projet;
- compléter la table des matières selon le contenu du projet.

Le plan d'ensemble comprend des données de base comme la portée et la longueur du pont, une coupe type de l'excavation et remplissage aux culées ainsi que du revêtement en pierres utilisé pour protéger les talus. Le concepteur peut modifier les vues en plan et en élévation pour y ajouter des travaux connexes au besoin.

Les points à finaliser lors de la préparation d'une feuille de plan « Plan d'ensemble » sont :

- indiquer le sens du courant;
- inscrire la cote « Longueur du pont » en millimètres;
- inscrire la cote « Largeur carrossable » en millimètres;
- inscrire la cote « Portée » en millimètres (longueur entre les deux axes d'ancrage);
- indiquer la longueur d'intervention si une correction du profil à l'approche est prévue; sinon, enlever l'information relative à cette activité.

La pente recommandée pour les talus est $IV : 1,5 H$. Si la configuration du pont requiert une pente plus prononcée, le concepteur doit modifier le revêtement en pierres montré sur les plans afin de s'assurer de sa stabilité. Des prescriptions de mise en place (telles que pierres cimentées) devraient alors être ajoutées aux plans ou au devis.

Le concepteur devrait augmenter les dimensions de la base du revêtement (1000 x 1000) si la profondeur d'affouillement prévue est supérieure à 1000 mm.

Pour un pont avec un biais, ajouter le biais du pont, c'est-à-dire l'angle entre l'axe perpendiculaire à la ligne de centre du pont et l'axe des ancrages. Le concepteur doit prévoir une note explicative dans le cas où la configuration de l'angle du pont avec la rivière est différente de celle présentée sur le plan type.

Si les circonstances le justifient, le concepteur doit ajouter des glissières à l'approche, avec un dispositif d'extrémité approprié. Il faut prévoir une longueur minimale d'environ 11,43 m et se référer aux normes du MTQ (Tome I – Chapitre 13 et Tome II – Chapitre 7).

6.1.3.2 Feuille de plan « Culée »

Le concepteur doit dimensionner les caissons projetés en fonction des contraintes du site. Une fois la hauteur de culée déterminée, la largeur de culée est fournie à partir du tableau 1.4-2 « Dimensions de culée ».

La rangée de pièces de bois transversales située au centre du caisson peut être omise pour une largeur de culée inférieure à 3050 mm, tel que montré sur la vue en plan. Il faut prévoir un poteau de garde-fou supplémentaire pour une largeur de culée supérieure à 3050 mm.

Les points à finaliser lors de la préparation d'une feuille de plan « Culée » sont :

- ajouter la cote « Hauteur de culée » en millimètres;
- ajouter la cote « Largeur de culée » en millimètres (deux endroits);
- ajouter la cote correspondant à la hauteur du :
 - mur avant du caisson, de la base jusqu'à l'assise en millimètres;
 - garde-grève en millimètres.

La hauteur du garde-grève est calculée en additionnant les dimensions verticales de la plaque d'appui, de la poutre et du platelage en bois.

Pour une culée avec un biais, ajouter le biais du pont. Le concepteur doit prévoir une note explicative dans le cas où la configuration de l'angle du pont avec la rivière est différente de celle présentée sur le plan type.

6.1.3.3 Feuille de plan « Tablier – Acier »

Le concepteur détermine le type de profilé requis pour les poutres de la charpente métallique ainsi que l'arrangement des diaphragmes ou des contreventements selon la configuration du pont avec la rivière et à partir du tableau 1.4-3 « Choix de la charpente métallique ».

Pour une charpente métallique ayant des poutres de hauteur inférieure à 650 mm, le concepteur doit se référer au tableau 1.4-4 « Profilé pour diaphragme ».

Les points à finaliser lors de la préparation d'une feuille de plan « Tablier – Acier » sont :

- compléter le type de profilé requis :
 - pour la poutre (W ou WWF);
 - pour le diaphragme (W si applicable); modifier le plan type si un profilé en C est requis;
- ajouter la cote « Hauteur de poutre » en millimètres;

- ajouter la cote « Portée » en millimètres;
- ajouter la cote « Longueur de la poutre » en millimètres; pour un pont en biais, « longueur de la poutre » = « portée » + $[500/\cos(\text{biais}^\circ)]$;
- ajouter la cote correspondant à l'espacement entre les diaphragmes ou les contreventements « ____ c/c » en millimètres.

Pour un pont sans biais, la distance entre le mur de front et le contreventement d'extrémité est fixée à 500 mm, afin d'avoir un accès à l'assise de la culée et pour que le contreventement ne soit pas trop éloigné de l'axe des ancrages.

Pour un pont avec un biais, ajouter le biais du pont. Le concepteur doit prévoir une note explicative dans le cas où la configuration de l'angle du pont avec la rivière est différente de celle présentée sur le plan type.

Pour un pont avec un biais, ajouter la distance entre le mur de front et le contreventement d'extrémité. Il est recommandé d'avoir une distance de 500 mm entre le mur de front et le bout le plus éloigné du contreventement d'extrémité; cette configuration permet au moins un accès partiel à l'assise de la culée. Dans le cas d'un biais supérieur à 20° , la distance recommandée de 500 mm peut être légèrement augmentée afin de permettre un accès minimal à l'assise de la culée.

Le concepteur doit indiquer dans les notes les caractéristiques de l'acier de construction :

- Lorsqu'un profilé laminé W est utilisé pour les poutres (en général pour une portée de 16 m ou moins) :
 - poutres = nuance 350W;
 - contreventements et autres éléments en acier = nuance 300W ou 350W;
 - protection de l'acier = galvanisé ou peinturé (la métallisation est considérée comme un équivalent à la galvanisation; si c'est le cas, remplacer « galvanisé » par « métallisé » dans les notes;
 - boulons, rondelles et écrous = galvanisé, si les poutres ou les contreventements sont galvanisés.
- Lorsqu'un profilé soudé WWF est utilisé pour les poutres (en général pour une portée supérieure à 16 m) :
 - poutres = nuance 350AT, pas de galvanisation ou de peinture requises;
 - Lorsque les conditions ne sont pas propices à l'utilisation de l'acier AT, utiliser un acier 350W (ou 350WT).
 - Pour l'acier 350AT (ou 350WT), ajouter la note fixant la température T_t pour l'essai de résilience Charpy à -20°C . Cette température d'essai est sécuritaire pour l'ensemble du territoire québécois.

- Pour un acier 350W (ou 350WT), prévoir un système de protection contre la corrosion.
- contreventements et autres éléments en acier = nuance 300W ou 350W, galvanisé;
- boulons, rondelles et écrous = galvanisé.

Si des éléments en acier (poutres, contreventements ou boulons) sont en acier AT ou sont peints, enlever l'information « galvanisé » dans les notes.

6.1.3.4 Feuille de plan « Tablier – Platelage »

Pour un pont sans biais, les plans types « Tablier – Platelage » sont à utiliser tel que proposé, sans aucune modification.

Pour un tablier avec un biais, ajouter le biais du pont. Le concepteur doit prévoir une note explicative dans le cas où la configuration de l'angle du pont avec la rivière est différente de celle présentée sur le plan type.

6.1.3.5 Feuille de plan « Tablier – Détails »

Les plans types « Tablier – Détails » sont à utiliser tel que proposé; aucune modification n'est requise.

Pour un pont avec un biais, l'efficacité des anneaux fendus entre les traverses et le poteau de glissière n'est que partielle en raison de la surface courbe du poteau rond. Une solution de rechange peut consister à installer des disques de cisaillement uniquement dans les traverses.

6.2 LOGICIEL « SAFI PONT ACIER-BOIS »

Le logiciel « SAFI Pont acier-bois » permet à l'utilisateur de concevoir ou d'évaluer rapidement et facilement des ponts acier-bois sans avoir à créer et à analyser un modèle structural complet (nœuds, membrures, combinaisons de charges, etc.).

Le logiciel est compatible avec les systèmes Windows 98/Me/NT/2000/XP et est disponible sous licences simple ou réseau.

Parallèlement aux informations présentées dans le présent chapitre, les procédures d'utilisation du logiciel ainsi que les hypothèses et les limites de la méthode de calcul sont fournies dans le manuel de référence *SAFI Pont acier-bois*.

6.3 SAFI PONT ACIER-BOIS – VOLET « CONCEPTION »

Le volet « Conception » du logiciel a été élaboré pour servir à la conception des poutres d'acier et des traverses en bois d'un pont acier-bois selon les exigences de la norme CAN/CSA-S6-00 « Code canadien pour le calculs des ponts routiers ».

Cependant, le logiciel possède deux modes d'opération : « Général » et « MTQ ».

- Le mode « Général » est disponible pour des usagers voulant concevoir un pont avec des critères autres que ceux du MTQ. Ce mode permet aux utilisateurs de modifier des valeurs fixées par défaut, comme la configuration du chargement de conception, la portée, le nombre de poutres ainsi que d'autres caractéristiques, comme les propriétés de matériaux.
- Le mode « MTQ-Guidé » permet aux usagers de concevoir un pont acier-bois selon les normes du MTQ. C'est le mode recommandé pour la conception d'un pont acier-bois pour le Ministère.

Le mode « MTQ-Libre », tout comme le mode « Général », permet de modifier certaines valeurs qui sont protégées dans le mode « MTQ-Guidé ». Le mode « MTQ-Libre », destiné à concevoir un pont non standard, devrait être utilisé avec la collaboration de la Direction des structures.

Le logiciel de conception SAFI (mode « MTQ-Guidé ») est donc employé pour la construction d'un pont normalisé à une voie ou à deux voies, selon les standards du Ministère.

6.3.1 Entrée des données et analyse « Conception »

Pour la conception d'un pont acier-bois à l'aide du logiciel SAFI (mode « MTQ-Guidé »), le dimensionnement des poutres peut être automatisé. Dans ces circonstances, le concepteur n'a qu'à spécifier les données suivantes :

- **Onglet – Description du projet** (figure 6.3-1)
 - les coordonnées du pont à des fins d'identification;
 - le nom du concepteur.

Ces données sont optionnelles puisqu'elles ne sont pas requises pour le calcul de dimensionnement.

- **Onglet – Propriétés générales** (figure 6.3-2)
 - le nombre de voies;
 - la portée de l'ouvrage;

- le biais (si le pont est à deux voies);
- le type de charges additionnelles (par défaut D2).

Ces valeurs sont obligatoires pour le calcul de dimensionnement. Les autres valeurs grisées sont des dimensions par défaut qui répondent aux standards du Ministère pour les ponts à une voie ou à deux voies. Le poids associé aux chasse-roues (0.65 kN/m) comprend le poids de l'ensemble du dispositif de retenue (poteaux, lisses et glissière). Le critère de flèche $L/275$ est spécifique aux ponts acier-bois et a été choisi pour s'adapter au facteur d'essieu calculé par la méthode simplifiée de la norme CAN/CSA-S6-00 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

– **Onglet – Caractéristiques des poutres** (figure 6.3-3)

- la charge permanente additionnelle à considérer sur chaque poutre;
- le choix d'une section;
- le choix du matériau.

Les charges additionnelles sont des charges qui se rajoutent au poids mort du tablier standard à une voie ou à deux voies. Cette option est offerte pour des cas exceptionnels où une charge supplémentaire doit être considérée (exemple : installation d'une conduite). Le poids mort du tablier inclut le poids des poutres, des contreventements, du platelage de bois (traverses et madriers) ainsi que le poids du dispositif de retenue standard, incluant le chasse-roue.

Si le concepteur n'a pas déjà une section de poutre qu'il désire utiliser en conception, il peut opter pour une automatisation d'un choix de section. Le logiciel choisira alors la section optimale pour la portée du pont en considérant la limite élastique de l'acier choisi. Par défaut, la limite élastique de l'acier est fixée à 350 MPa. Lorsque le choix de section est automatique, la limite élastique par défaut peut être modifiée en cliquant sur le matériau désiré de la liste déroulante. Lorsque le choix de section est personnalisé, la limite est choisie comme suit : choisir le menu **Options** à partir du menu principal et cliquer sur **Préférences** (figure 6.3-6) pour obtenir l'invite (figure 6.3-7) de choisir un matériau qui sera utilisé lors du calcul. Pour sortir de la fenêtre du matériau, cliquer sur le bouton **OK**.

– **Onglet – Caractéristiques du tablier** (figure 6.3-4)

Toutes les valeurs concernant les dimensions et l'espacement de traverses et des madriers du tablier sont des valeurs par défaut puisque ce sont des dimensions standardisées.

– **Onglet – Résultats** (figure 6.3-5)

L'onglet **Résultats** apparaît à l'écran dès qu'on exécute une analyse. Pour exécuter une analyse, les valeurs requises à l'onglet **Propriétés générales** doivent avoir été précisées. L'analyse démarre en cliquant sur le bouton **Exécuter l'analyse** présent en bas à gauche de la fenêtre du programme.

Le logiciel présente à l'onglet **Résultats** le résumé des états limites des poutres et des traverses.

Pour la poutre, on retrouve le rapport des efforts pondérés (ÉLUL) sur la résistance pondérée en flexion et en cisaillement. On retrouve aussi le rapport de la flèche pondérée (ÉLUF) sur la flèche permise.

Pour les traverses, on retrouve le rapport des efforts pondérés (ÉLUL) sur la résistance pondérée en flexion, en cisaillement et en écrasement.

Tous ces rapports doivent être inférieurs à 1,0 pour que le dimensionnement soit adéquat. Dans le cas du dimensionnement automatisé présenté à la figure 6.3-5, on constate que la section retenue est un W760x134 et que tous les rapports aux états limites sont inférieurs à 1,0. L'état limite le plus critique étant la flèche des poutres (0,919).

Évidemment, les traverses sont toujours adéquates puisque l'espacement entre les poutres est toujours constant et que le biais maximum permis sur un pont n'est pas suffisamment important pour générer des rapports de résistance supérieurs à l'unité.

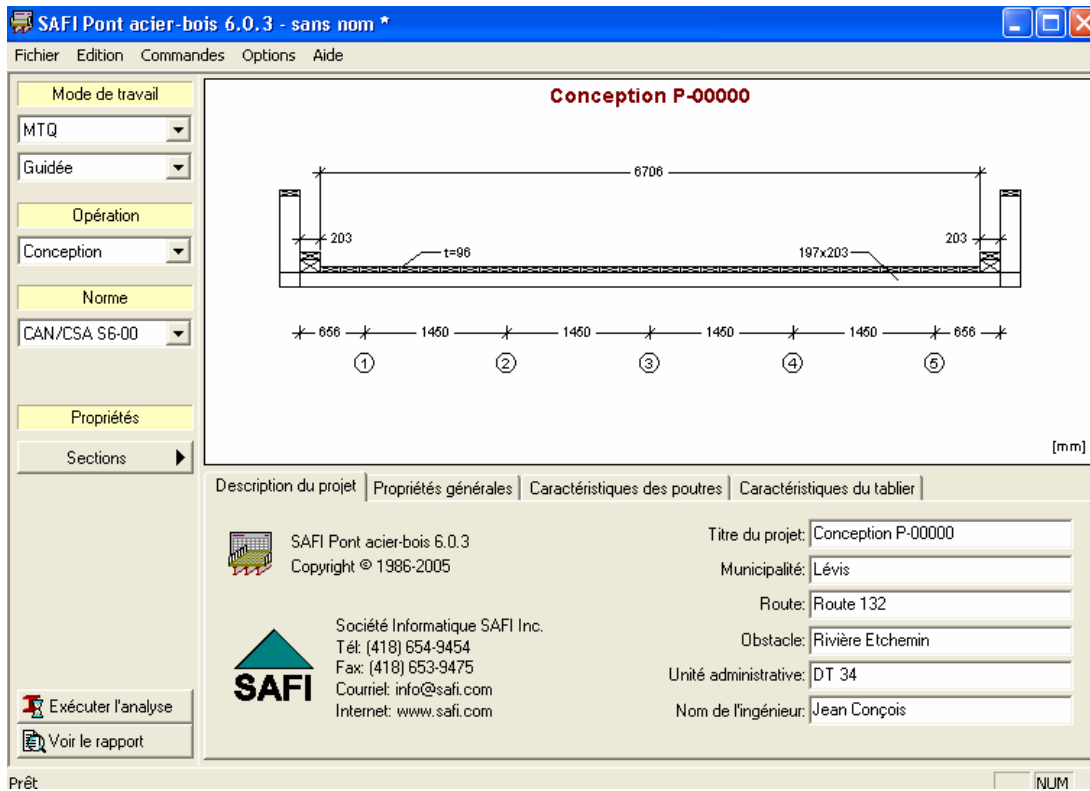


Figure 6.3-1 Onglet – Description du projet

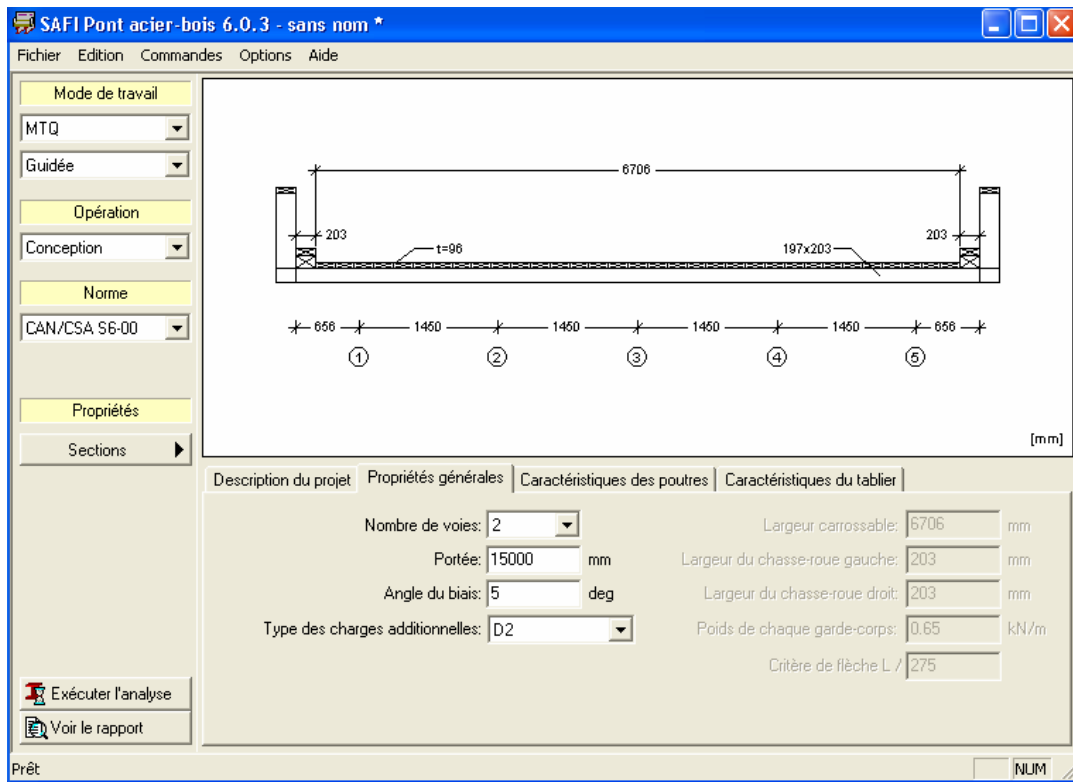


Figure 6.3-2 Onglet – Propriétés générales

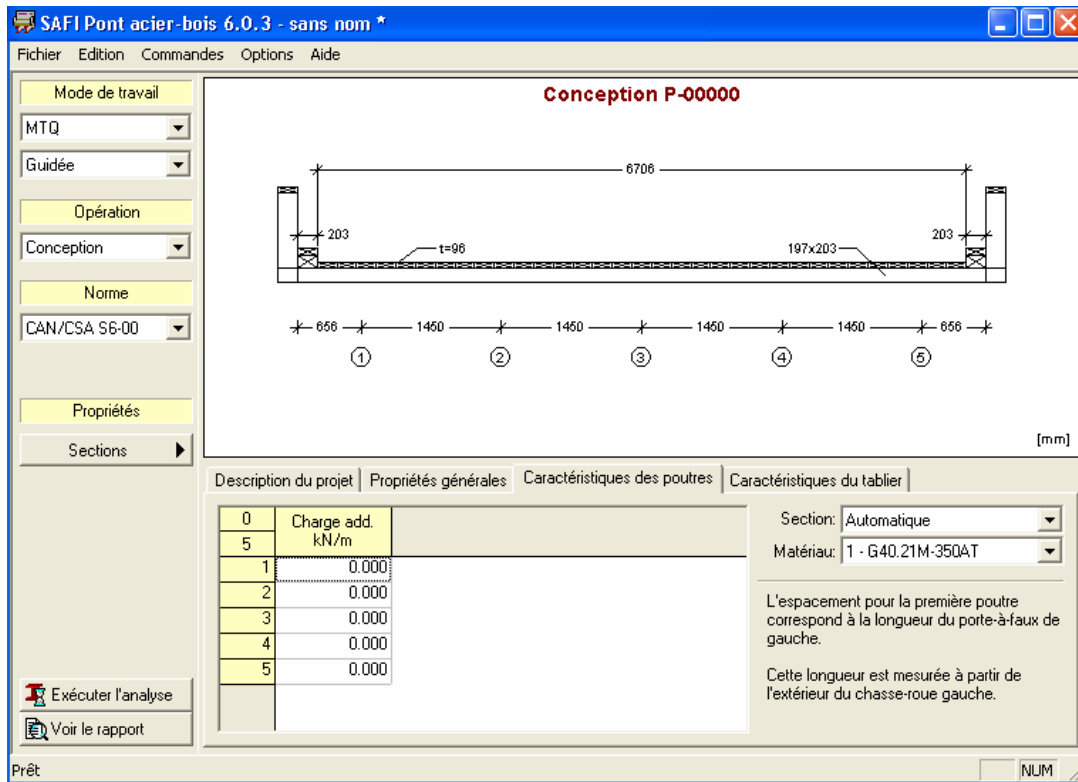


Figure 6.3-3 Onglet – Caractéristiques des poutres

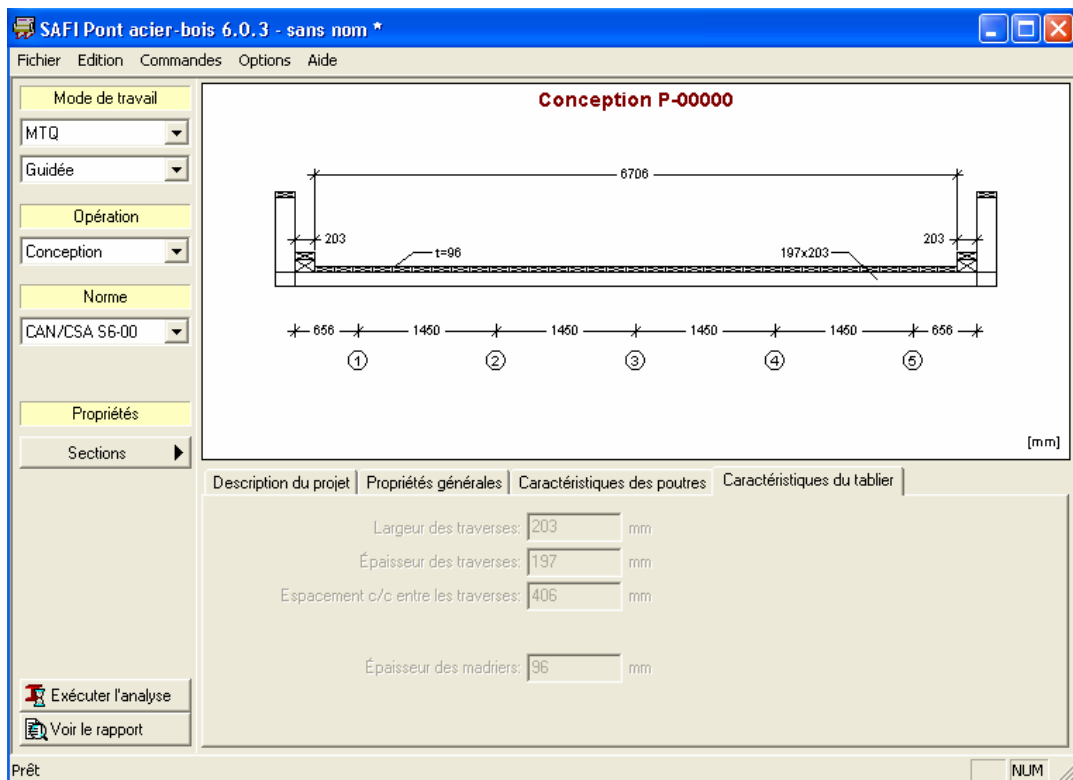


Figure 6.3-4 Onglet – Caractéristiques du tablier

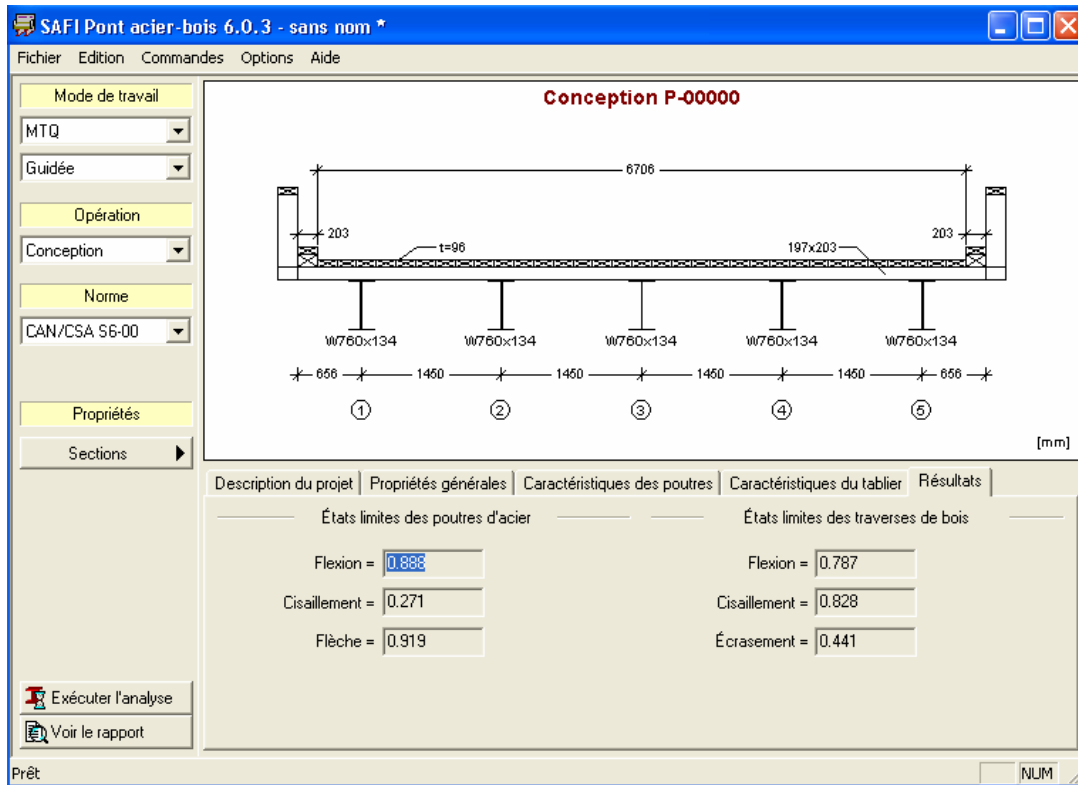


Figure 6.3-5 Onglet – Résultats

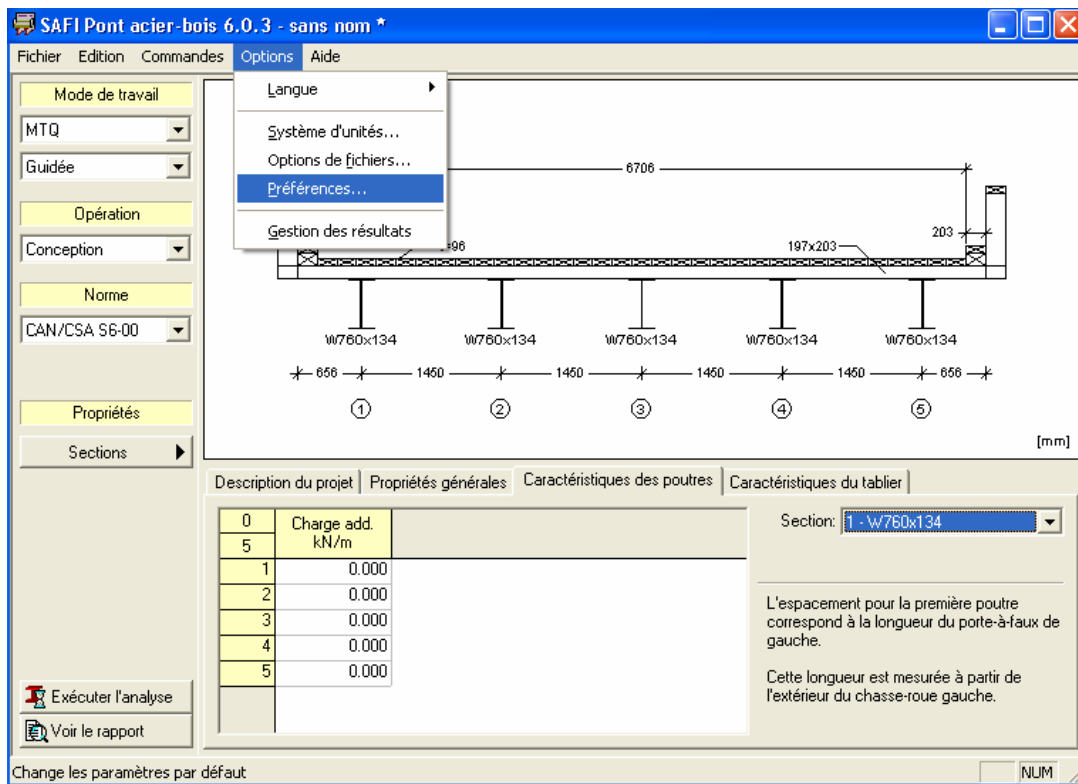


Figure 6.3-6 Menu principal – Options

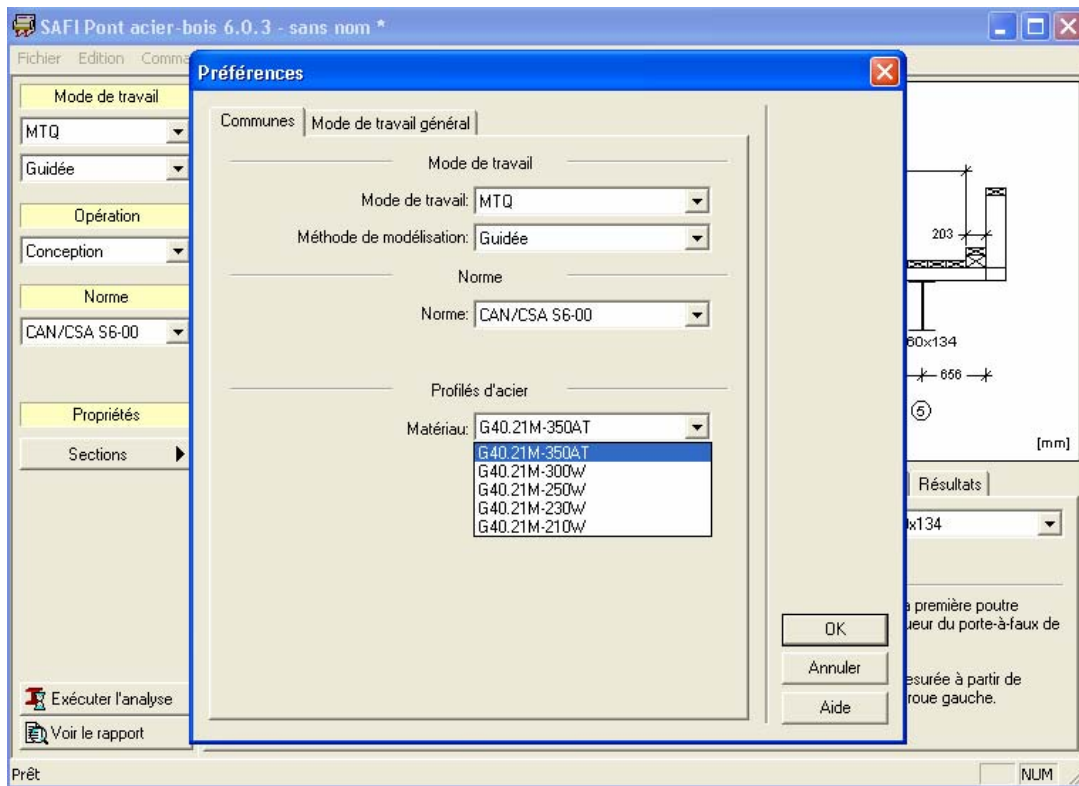


Figure 6.3-7 Matériau

Le concepteur peut opter pour un choix personnalisé de poutres. Dans ce cas, il doit définir les sections de poutres qu'il veut analyser :

- Cliquer sur le bouton **Sections** à la gauche de la fenêtre (figure 6.3-8) et choisir un des deux types de sections proposés. En conception, le concepteur opte généralement pour les sections standards et prédéfinies puisque les poutres du pont projeté sont neuves ou en très bon état;
- À l'apparition de la fenêtre **Sections standards et pré-définies**, cliquer sur le bouton en haut à droite de la fenêtre pour l'ajout d'une nouvelle section (figure 6.3-9);
- À l'apparition de la fenêtre **Choix des sections standards et pré-définies** (figure 6.3-10), choisir une limite élastique pour l'acier de la section à partir de la liste déroulante des matériaux (figure 6.3-11);
- Choisir par la suite un type de profilé dans la liste déroulante des types de sections; dans l'exemple, un profilé W (figure 6.3-12);
- Dans la liste déroulante, choisir une section W; dans l'exemple, un W610x125 (figure 6.3-13);
- Il est possible d'ajouter autant de sections que le concepteur désire; on peut sortir de la fenêtre en cliquant sur le bouton **Ajouter**;

- Pour sortir de la fenêtre de choix de section, cliquer sur **Fermer**,
- La fenêtre **Sections standards et pré-définies** apparaît. Celle-ci permet de consulter et d'éditer les sections qui ont déjà été choisies (figure 6.3-14). Cliquer sur **OK** pour sortir de cette fenêtre;
- Pour procéder à une analyse avec une section prédéfinie, retourner dans l'onglet **Caractéristiques des poutres** et choisir dans la liste déroulante la section à analyser (figures 6.3-15 et 6.3-16);
- Procéder à l'analyse en cliquant sur le bouton **Exécuter l'analyse** présent en bas à gauche de la fenêtre du programme;
- L'onglet **Résultats** apparaît ou est automatiquement mis à jour avec les résultats d'analyse de la section choisie. Pour l'exemple montré à la figure 6.3-17, on constate que la section n'est pas adéquate puisque la flèche pondérée des poutres est supérieure à la limite permise. La résistance en flexion de la poutre est également insuffisante.

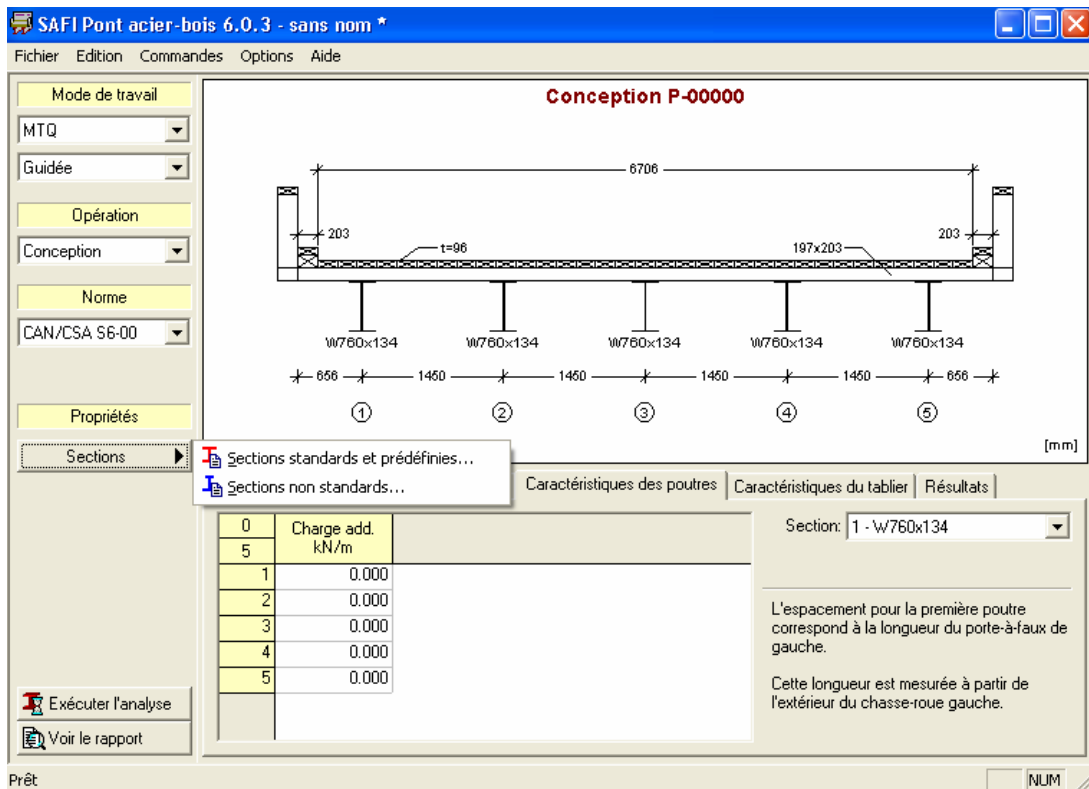


Figure 6.3-8 Bouton – Sections

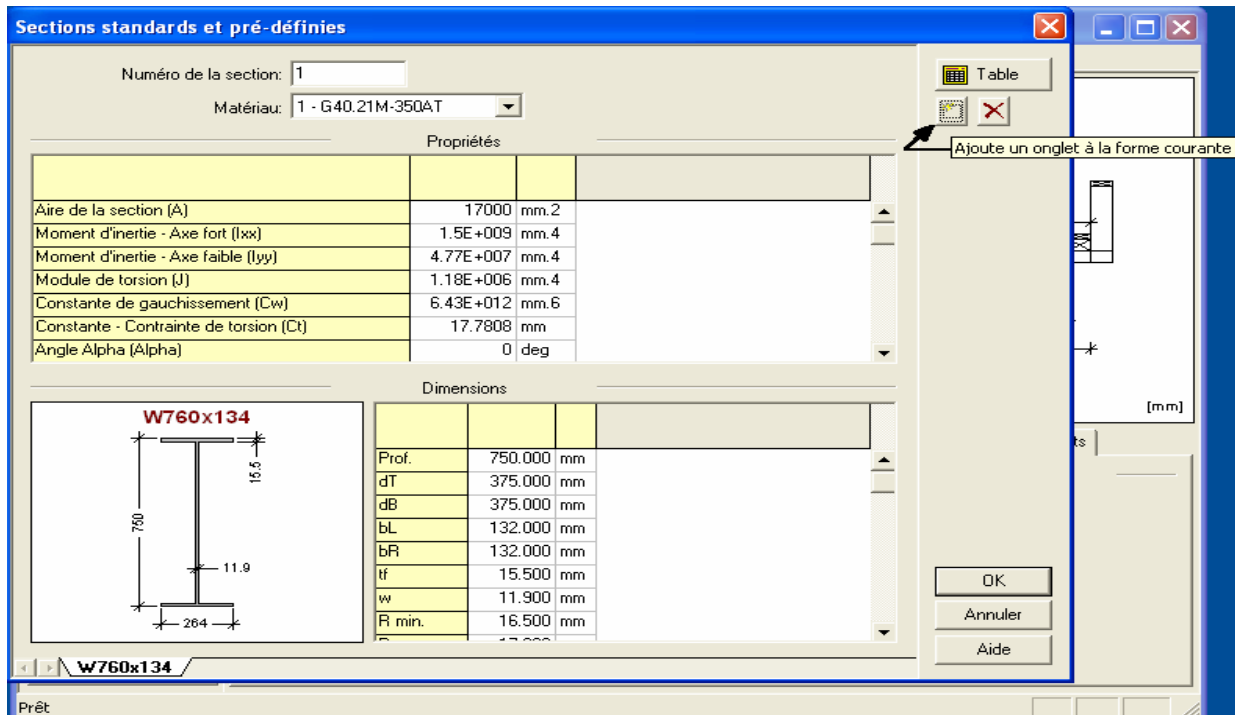


Figure 6.3-9 Fenêtre – Sections standards et pré-définies

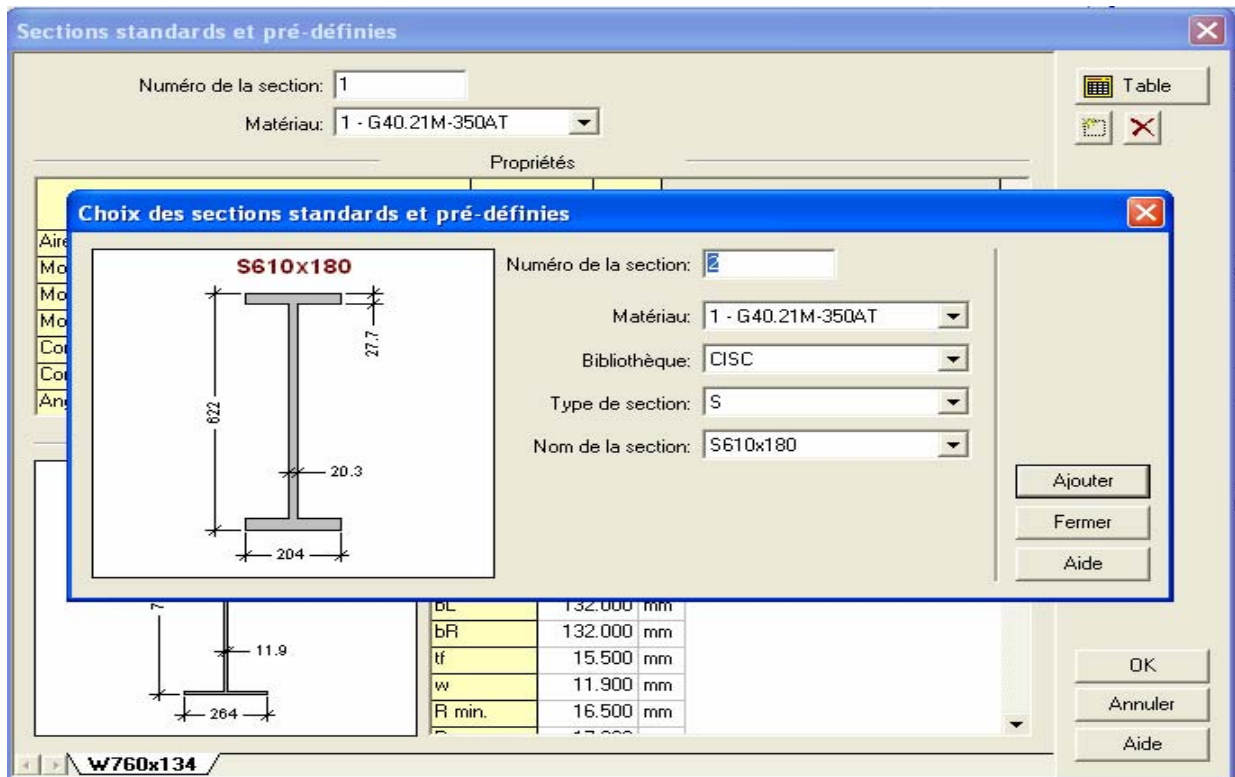


Figure 6.3-10 Fenêtre – Choix des sections standards et pré-définies

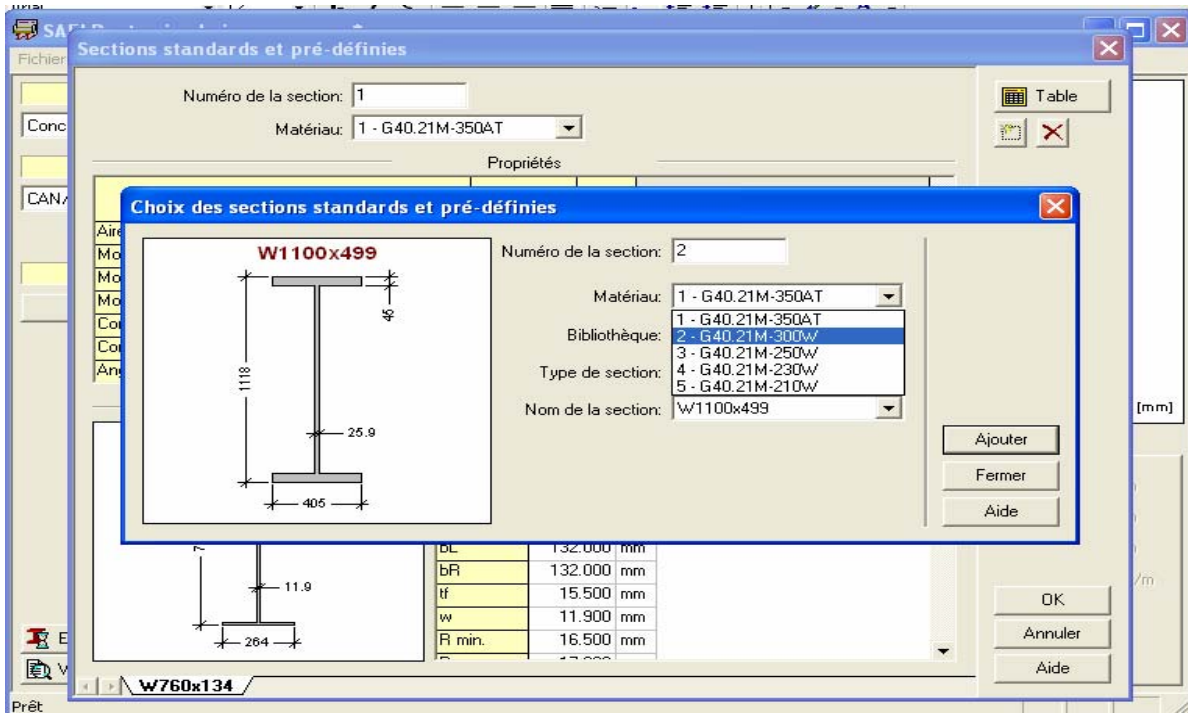


Figure 6.3-11 Liste déroulante pour un choix de matériau

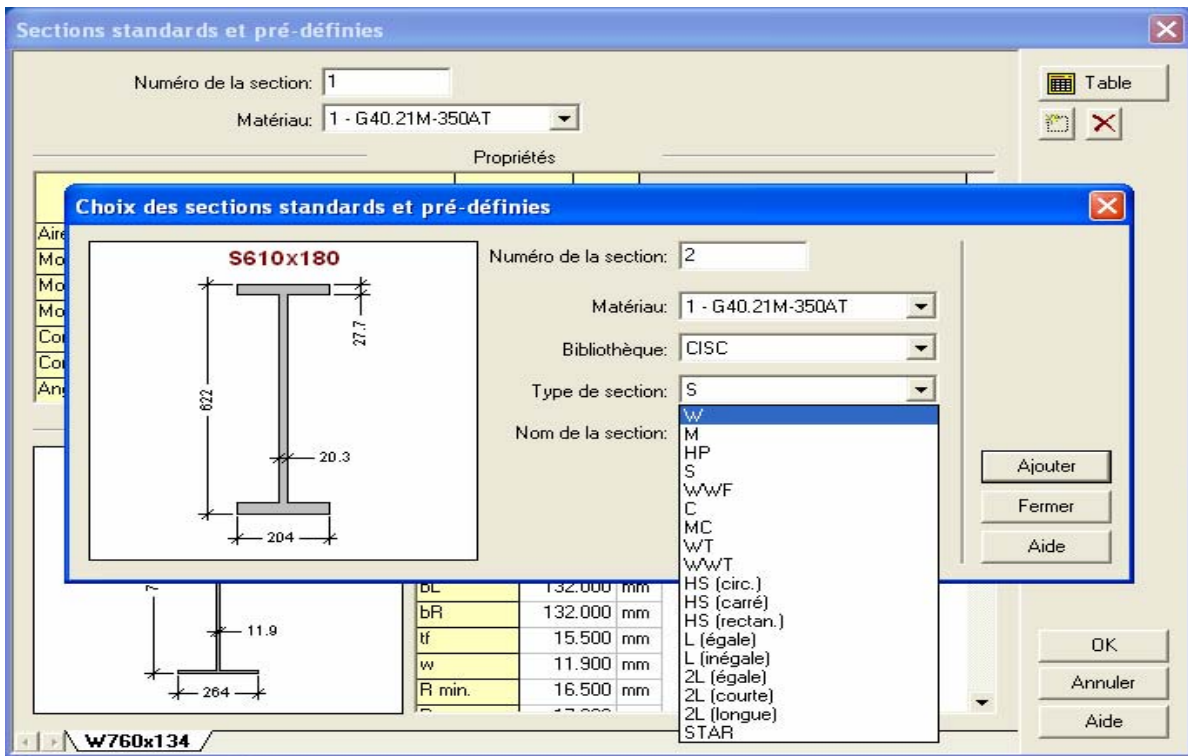


Figure 6.3-12 Liste déroulante pour un choix de type de section

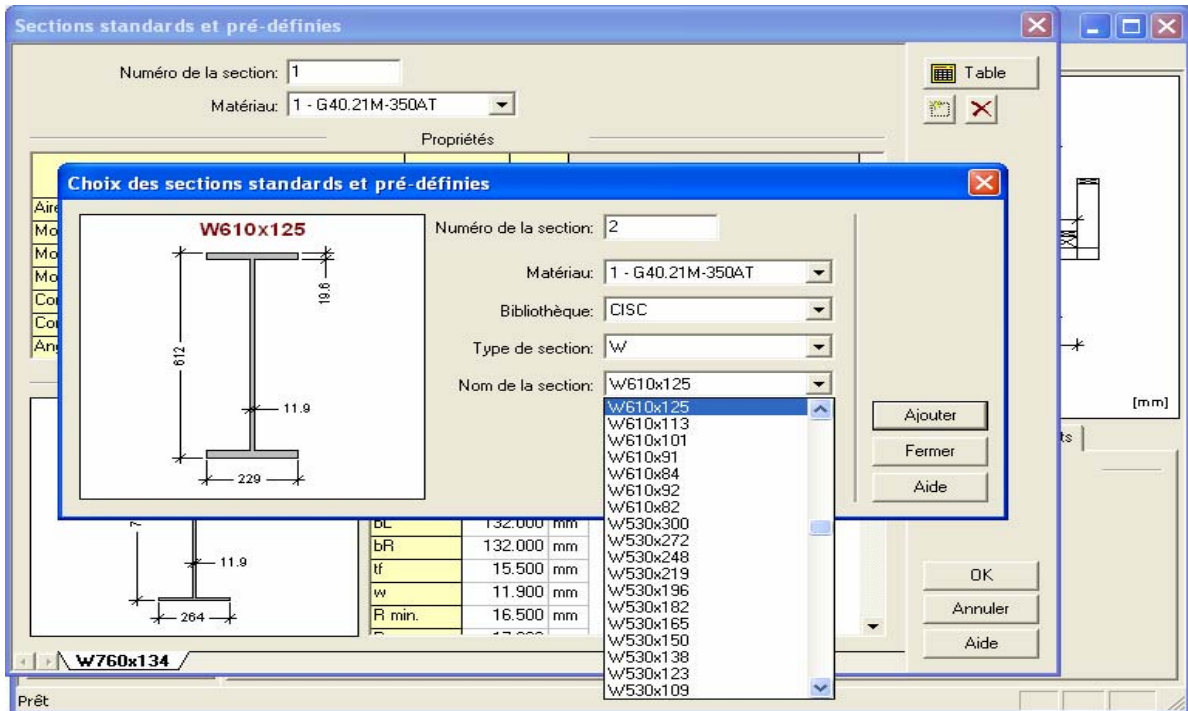


Figure 6.3-13 Liste déroulante pour un choix de section

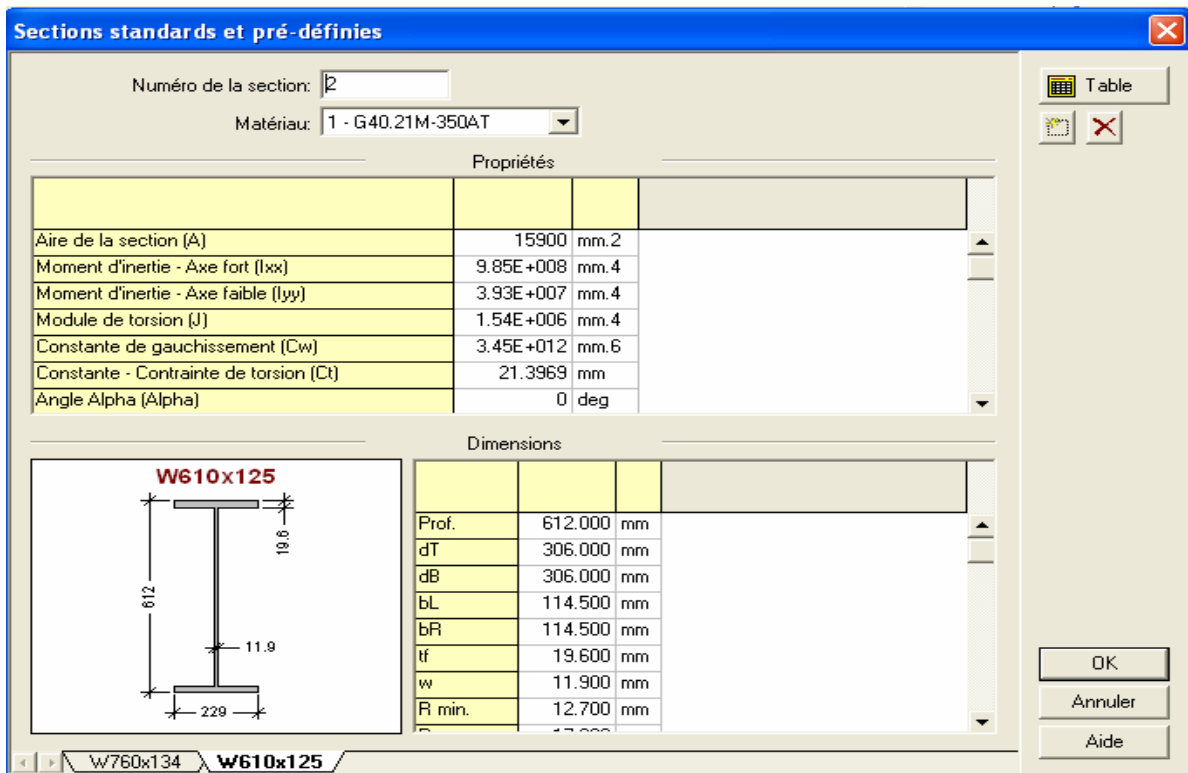


Figure 6.3-14 Ajout dans un onglet d'une section

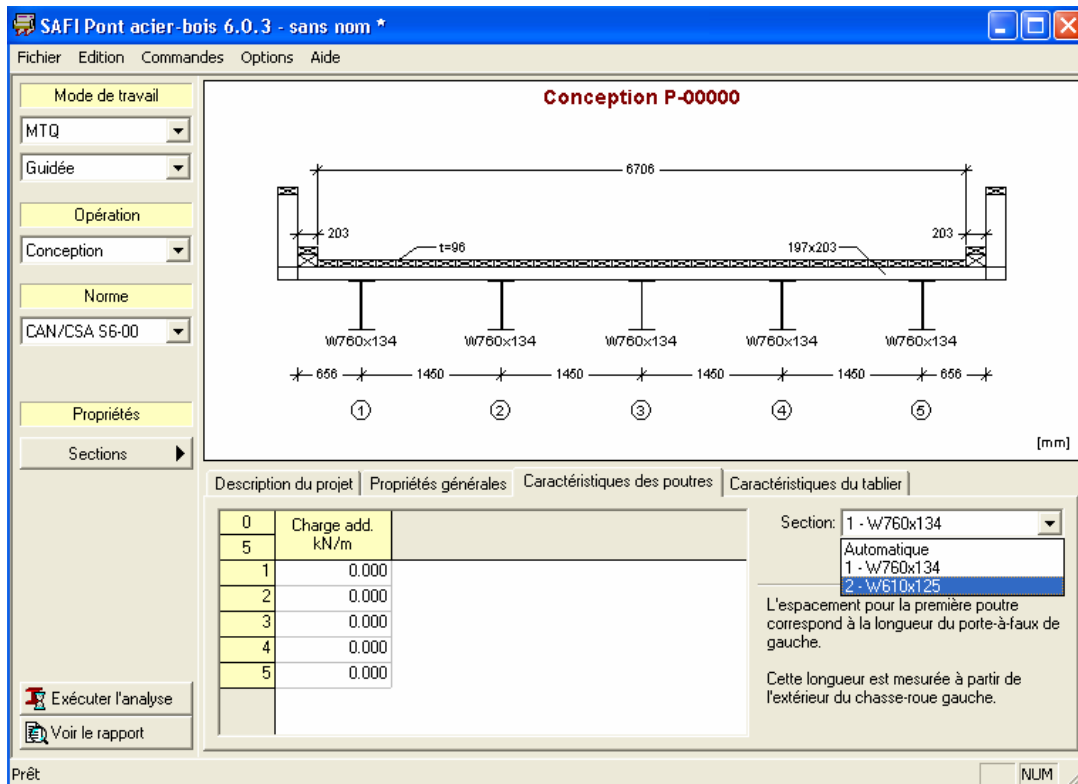


Figure 6.3-15 Choix d'une section pour analyse

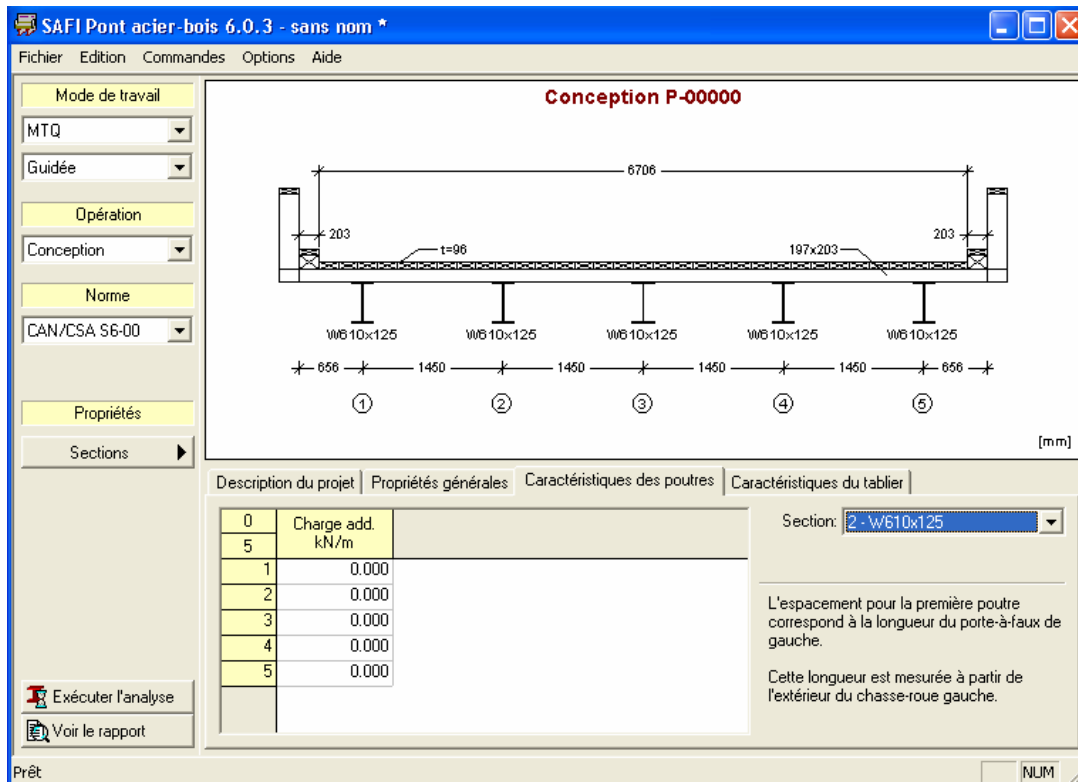


Figure 6.3-16 Identification de la section à analyser

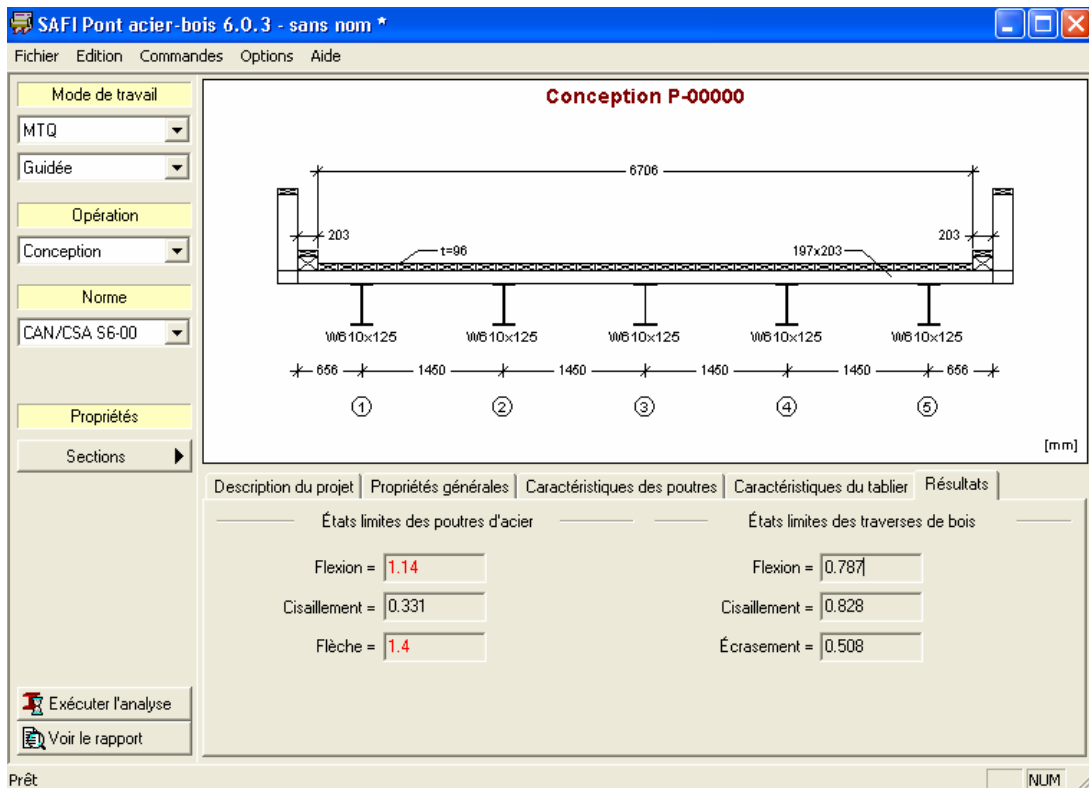


Figure 6.3-17 Onglet – Résultats (mis à jour)

6.3.2 Sortie papier des résultats d'analyse « Conception »

Lorsqu'une analyse « Conception » est réalisée, il est possible de générer un rapport format Word en cliquant sur le bouton **Voir le rapport** localisé en bas à gauche de la fenêtre du logiciel. Ce fichier est ouvert en Word pour consultation et pour sauvegarde; il peut aussi être imprimé en tout temps.

Une sortie papier est présentée aux figures 6.3-18 à 6.3-23. Cette sortie a été annotée de commentaires pour mettre en évidence certains aspects du rapport ou pour expliquer la pertinence de certaines valeurs fournies.

=====

SAFI Pont Acier-Bois Version 6.0

(c) Copyright 1986-2005: Société Informatique SAFI Inc.

=====

Conception des ponts Acier-Bois

Norme: CAN-CSA/S6-00

Dossier : Conception P-00000

Date: 31-Oct-05

Municipalité : Lévis

Route : Route 132

Obstacle : Rivière Etchemin

Direction territoriale: DT 34

Nom de l'ingénieur: Jean Conçois

Initiales: _____

Propriétés générales

Mode de travail : MTQ (Guidé)
Camion de conception : CL1-625A
Classe de route : A
Nombre de voies : 2
Portée du pont : 15000.000 mm
Nombre de poutres d'acier: 5
Angle du biais : 0.000 deg
Largeur carrossable : 6706.000 mm

On a conservé l'identification des surcharges utilisées en évaluation. Le CL1-625A équivaut au CL-625.

En conception, la route est toujours considérée comme une classe A.

Largeur du chasse-roue gauche : 203.000 mm
Largeur du chasse-roue droit : 203.000 mm

Identification du type de charge permanente (D1, D2 ou D3) usuellement D2.

Type des charges additionnelles : D2
Poids du système de retenu : 0.650 kN/m
Supports latéraux : L76x76x9.5
Espacement c/c des supports latéraux : 3250.000 mm (pour le calcul des efforts)

Critère de flèche : L/275
Charge pour la flèche : $0.9 * \text{Camion} * (1 + \text{CMD})$

L'espacement et le type des supports latéraux sont choisis par le logiciel en considérant les critères de conception du manuel. Le poids de ces supports (charge de type D1) sera considéré dans les calculs.

Caractéristiques du tablier

Largeur des traverses : 203.000 mm
Épaisseur des traverses : 197.000 mm
Espacement c/c entre les traverses: 406.000 mm
Chevauchement des traverses : Poutre No 3
Épaisseur des madriers : 96.000 mm

Figure 6.3-18 Sortie des résultats – Page 1

Dossier : **Conception P-00000**

Date: 31-Oct-05

Initiales: _____

Caractéristiques des poutres

No	Section	Longueur non supportée mm	Distance c/c mm
1	W760x134	3250.000	-----
2	W760x134	3250.000	1450.000
3	W760x134	3250.000	1450.000
4	W760x134	3250.000	1450.000
5	W760x134	3250.000	1450.000

L'espacement des supports latéraux est précisé à la page 1.

Pour l'espacement des poutres, voir aussi la coupe du pont à la page 6.

Porte-à-faux gauche : 656.000 mm
 Porte-à-faux droit : 656.000 mm

Caractéristiques des sections

No	Section	Méth. Fabri.	Fy MPa	b sup mm	t sup mm	b inf mm	t inf mm	d mm	w mm
1-5	W760x134	Lamin.	350.000	264.000	15.500	264.000	15.500	750.000	11.900

Dimensions de la section retenue.

Vérification des poutres d'acier

Facteurs de Pondérations

AlphaL	AlphaD1	AlphaD2	AlphaD3
1.70	1.10	1.20	1.50

Limite élastique de l'acier.

Charges Permanentes non pondérées

No	Poutre d'acier (D1) kN/m	Tablier de bois (D2) kN/m	Additionnelle kN/m
1	1.309	2.262	0.000
2	1.309	1.692	0.000
3	1.309	1.692	0.000
4	1.309	1.692	0.000
5	1.309	2.262	0.000

Poutre d'acier = Charge permanente de type D1;
 Platelage = Charge permanente de type D2;
 Charge additionnelle = Type défini à la page 1.

Figure 6.3-19 Sortie des résultats – Page 2

Charges Permanentes Pondérées

(Mf au centre de la portée, Vf à l'appui)

Les efforts de flexion dus aux charges permanentes sont calculés au centre de la travée. Ceux du camion sont calculés au point de moment maximum.

No	Poutre d'acier		Tablier de bois		Supports latéraux		Additionnelle	
	Moment kN-m	Cisail. kN	Moment kN-m	Cisail. kN	Moment kN-m	Cisail. kN	Moment kN-m	Cisail. kN
1	40.497	10.799	76.330	20.355	3.973	1.104	0.000	0.000
2	40.497	10.799	57.110	15.229	7.946	2.207	0.000	0.000
3	40.497	10.799	57.110	15.229	7.946	2.207	0.000	0.000
4	40.497	10.799	57.110	15.229	7.946	2.207	0.000	0.000
5	40.497	10.799	76.330	20.355	3.973	1.104	0.000	0.000

Efforts Pondérés du camion et des charges permanentes

(Mf camion à une distance "x", Mf charges permanentes au centre, Vf à l'appui)

Facteur d'essieu (Flexion : 0.567, Cisail. : 0.615, Flèche : 0.544)
 Coef. majoration dynamique (CMD) pour Mf : 0.250

No	Poutre	Camion			Charges permanentes		Total		Flèche mm
		Pos. "x" mm	Mf kN-m	Vf kN	Mf kN-m	Vf kN	Mf kN-m	Vf kN	
1	6750.00		1240.898	431.181	120.800	32.258	1361.698	463.439	50.150
2	6750.00		1240.898	431.181	105.553	28.236	1346.451	459.417	50.150
3	6750.00		1240.898	431.181	105.553	28.236	1346.451	459.417	50.150
4	6750.00		1240.898	431.181	105.553	28.236	1346.451	459.417	50.150
5	6750.00		1240.898	431.181	120.800	32.258	1361.698	463.439	50.150

Résistance des poutres d'acier

Phi (Flexion) = 0.95
 Phi (Cisaillement) = 0.95

Facteurs d'essieux (fe) calculés par la méthode simplifiée du code S6. Pour les ponts à une voie ou à deux voies, le fe pour la flèche est égal à 0.604.

No	Classe	Lu mm	Mr kN-m	Vr kN	États limites		
					Mf/Mr	Vf/Vr	Ratio flèche
1	2	3208.89	1533.730	1712.284	0.888	0.271	0.919
2	2	3208.89	1533.730	1712.284	0.878	0.268	0.919
3	2	3208.89	1533.730	1712.284	0.878	0.268	0.919
4	2	3208.89	1533.730	1712.284	0.878	0.268	0.919
5	2	3208.89	1533.730	1712.284	0.888	0.271	0.919
Max.					0.888	0.271	0.919

Moment résistant pondéré pour la longueur non supportée (espacement des supports latéraux de la page 2).

Longueur non supportée pour l'obtention du moment résistant maximum pour la section.

Figure 6.3-20 Sortie des résultats – Page 3

Vérification des traverses de bois

Propriétés du matériau

Essence de bois: É.-P.-S. (Qualité No. 1)

fbu = 9.600 MPa
 fvu = 0.700 MPa
 fqu = 3.600 MPa

Répartition des charges de roues sur trois traverses dont 50 % sur la traverse centrale (25 % sur les autres).

Efforts pondérés

Facteur de distribution latérale : 0.500
 Coefficient de majoration dynamique (CMD) : 0.280

Traverse	Roue kN	Longueur mm	Mf kN-m	Vf kN	Qf kN
1	62.500	4267.200	15.439	24.969	68.000
2	62.500	4267.200	15.439	24.969	68.000

Résistance des traverses

Phi (Flexion) = 0.90
 Phi (Cisaillement) = 0.90
 Phi (Écrasement) = 0.80

Effort pondéré (écrasement des traverses).

Traverse	Mr kN-m	Vr kN	Qr kN	Mf/Mr	Vf/Vr	Qf/Qr
1	19.606	30.153	154.345	0.787	0.828	0.441
2	19.606	30.153	154.345	0.787	0.828	0.441

Ces rapports doivent être inférieurs à l'unité.

Figure 6.3-21 Sortie des résultats – Page 4

6.4 SAFI PONT ACIER-BOIS – VOLET « ÉVALUATION »

Le logiciel offre deux modes de travail de base : « Général » et « MTQ ». Seuls les modes « MTQ-Guidé » et « MTQ-Libre » peuvent être utilisés au Québec, car ils possèdent l'ajustement du facteur d'essieux propre au Ministère (voir section 5.6.5 du présent manuel). La Direction des structures recommande de se limiter à l'utilisation du mode « MTQ-Guidé ».

Le volet « Évaluation » du logiciel a été élaboré pour servir à l'évaluation des poutres d'acier et des traverses en bois d'un pont acier-bois selon les exigences du chapitre 14 de la norme CAN/CSA-S6-00 « Code canadien pour le calculs des ponts routiers ».

Le logiciel d'évaluation peut être employé pour calculer la capacité portante d'un pont acier-bois qui déroge des dimensions standardisées pour les ponts neufs à une voie ou à deux voies.

6.4.1 Entrée des données et analyse « Évaluation »

Pour l'évaluation d'un pont acier-bois à l'aide du logiciel SAFI (mode « MTQ-Guidé »), il est possible de personnaliser les données d'entrée suivantes :

- le nombre de poutres (variable de 3 à 20);
- la largeur du tablier;
- la limite élastique de l'acier (pour chacune des poutres);
- les sections de poutres (pour chacune des poutres);
- l'espacement entre chacune des poutres;
- la longueur des porte-à-faux gauche et droit;
- la longueur non supportée (pour chacune des poutres);
- les dimensions des pièces de bois (traverses, madrier, chasse-roues);
- le poids des chasse-roues;
- la classe de la route;
- le critère de flèche.

Toutes ces valeurs se rajoutent aux données d'entrée requise en conception. Elles sont saisies à l'intérieur des onglets suivants :

– Onglet – Description du projet (figure 6.4-1)

- les coordonnées du pont à des fins d'identification du pont traité;
- le nom du concepteur.

Ces données sont optionnelles puisqu'elles ne sont pas requises pour le calcul d'évaluation.

– **Onglet – Propriétés générales** (figure 6.4-2)

- le nombre de voies;
- la portée de l'ouvrage;
- le biais (si le pont est à deux voies);
- le type de charges additionnelles (par défaut D2);
- la classe de la route (choisir entre A et C);
- la charge mobile (mode « MTQ-Libre »)
- la largeur de la voie carrossable;
- la largeur du chasse-roue gauche;
- la largeur du chasse-roue droit;
- le poids de chaque garde-corps;
- le critère de flèche;
- le niveau d'inspection (mode « MTQ-Libre »)

Ces données sont obligatoires en évaluation.

La classe de route est importante uniquement pour les ponts à deux voies. Dans ce cas précis, on obtient un facteur d'essieu en flexion plus faible si la classe de route est de niveau C. Le facteur d'essieu est le même si la classe de route est A ou B.

Le poids associé aux chasse-roues (0.65 kN/m) est une charge standardisée qui comprend le poids de l'ensemble du dispositif de retenue (poteaux, lisses et glissière).

Le critère de flèche $L/275$ est spécifique aux ponts acier-bois et a été choisi pour s'adapter au facteur d'essieu calculé par la méthode simplifiée de la norme CAN/CSA-S6-00 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

– **Onglet – Caractéristiques des poutres** (figure 6.4-3)

- le choix d'une section pour chacune des poutres;
- la longueur non supportée pour chacune des poutres;
- l'espacement entre chacune des poutres;
- la charge permanente additionnelle pour chacune des poutres.

L'évaluateur doit définir les sections de poutre qu'il entend utiliser lors des calculs :

- Cliquer sur le bouton **Sections** à la gauche de la fenêtre (figure 6.4-4) et choisir un des deux types de sections proposés. En évaluation, l'évaluateur doit s'attendre à utiliser fréquemment les sections non standards en raison de la dégradation non uniforme des semelles. Néanmoins, il peut arriver dans certains cas qu'une poutre en bon état soit choisie parmi les sections standards (section 6.3 – données d'entrée « Conception »);
- Dans la fenêtre **Sections non standards** (figure 6.4-5), donner un nom à la section (dans l'exemple : la section est nommée *Poutre 1*);
- Choisir par la suite dans la liste déroulante une limite élastique d'acier pour cette section (dans l'exemple : $F_y = 250$ MPa);
- Choisir dans la liste déroulante un type de section (dans l'exemple : *section I simplement symétrique*; figure 6.4-6);
- Choisir la méthode de fabrication, laminée ou soudée, à partir du menu déroulant;
- Entrer les dimensions de la section I simplement symétrique et cliquer sur le bouton **Ajouter** (figure 6.4-7). La section *Poutre 1* est alors créée et le numéro de section est incrémenté de 1;
- Pour ajouter une nouvelle section (figure 6.4-8), on doit lui donner un nom (dans l'exemple : *Poutre 2*), lui préciser un matériau, un type de section (dans l'exemple : *section I doublement symétrique*) et une méthode de fabrication; entrer les dimensions requises et cliquer sur le bouton **Ajouter**;
- Pour sortir de la fenêtre de choix de section, cliquer sur **Fermer**;
- La fenêtre **Sections standards et pré-définies** apparaît. Celle-ci permet de consulter et d'éditer les sections qui ont déjà été choisies (figures 6.4-9 et 6.4-10). Cliquer sur **OK** pour sortir de cette fenêtre.

Une fois que les sections sont définies, elles peuvent être associées aux différentes poutres par l'intermédiaire d'une liste déroulante. Dans l'exemple de la figure 6.4-11, deux sections standards (W760 et W610) et deux sections non standards ont été définies pour représenter les cinq poutres du tablier.

– **Onglet – Caractéristiques du tablier** (figure 6.4-12)

- la largeur des traverses;
- l'épaisseur des traverses;
- l'espacement c/c entre les traverses;
- le point de chevauchement des traverses pour les ponts à deux voies;
- l'épaisseur des madriers;
- la largeur efficace des traverses en pourcentage;

- l'épaisseur efficace des traverses en pourcentage;
- le ratio d'une roue sur chaque traverse (mode MTQ-Libre).

Le point de chevauchement des traverses est défini par une poutre. Pour un pont à deux voies (5 poutres), les traverses se chevauchent habituellement sur la poutre centrale (poutre 3). Pour les ponts à une voie, il n'y a normalement pas de chevauchement puisque les traverses sont assez longues pour faire la largeur du tablier.

– Onglet – Résultats

L'onglet **Résultats** apparaît à l'écran dès qu'on exécute une analyse. Pour exécuter une analyse, il faut que les valeurs requises aux onglets mentionnés précédemment soient bien précisées. L'analyse démarre en cliquant sur le bouton **Exécuter l'analyse** présent en bas à gauche de la fenêtre du programme.

Plusieurs messages à l'intention de l'utilisateur du logiciel peuvent apparaître à l'écran lors du processus d'analyse. Certains messages (figures 6.4.13 et 6.4.14) avertissent l'évaluateur que la limite d'utilisation de la méthode simplifiée est dépassée. La norme précise que lorsque les conditions ne sont pas entièrement respectées, l'ingénieur doit se servir de son jugement pour déterminer si le pont évalué les respecte suffisamment pour permettre l'utilisation de la méthode simplifiée. La Direction des structures recommande l'utilisation de la méthode simplifiée, même si les conditions de la norme ne sont pas entièrement respectées. Dans ce cas, l'évaluateur doit adopter le mode « MTQ-Libre » (figure 6.4.16) au lieu du mode « MTQ-Guidé » (figure 6.4.15) pour que les facteurs F des poutres soient visibles à l'écran.

Le logiciel présente à l'onglet **Résultats** le résumé des facteurs de capacité de surcharge (F) des poutres et des traverses pour les trois surcharges d'évaluation. On retrouve aussi sous l'expression « Capacité » un résumé des tonnages permis sur le pont pour les trois configurations de véhicule.

Un message apparaît au bas de l'écran si un affichage est requis ($F < 1.1$). Ce message précise les masses qui devraient figurer sur les panneaux d'affichage aux abords du pont.

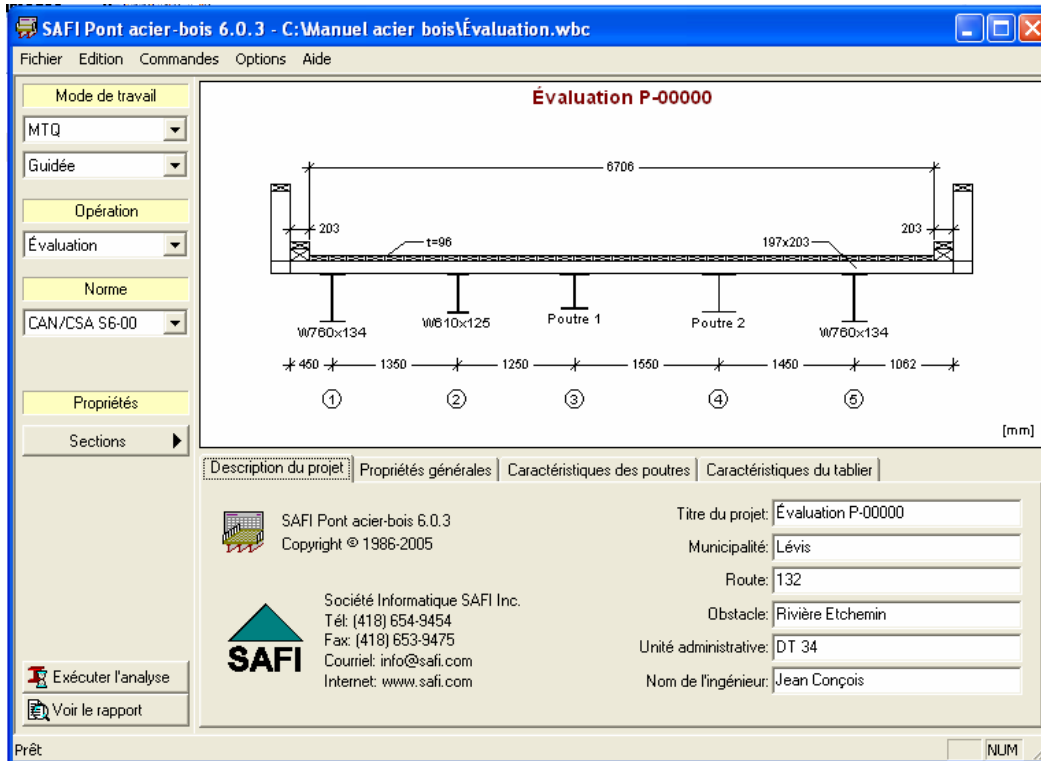


Figure 6.4-1 Onglet – Description du projet

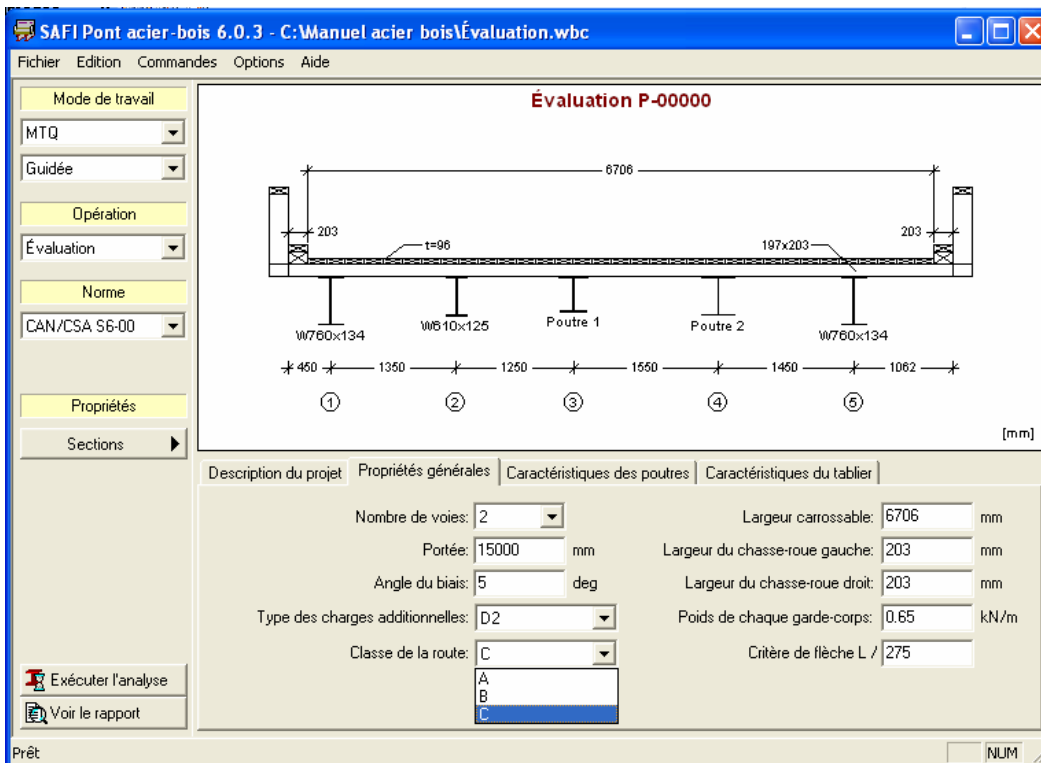


Figure 6.4-2 Onglet – Propriétés générales

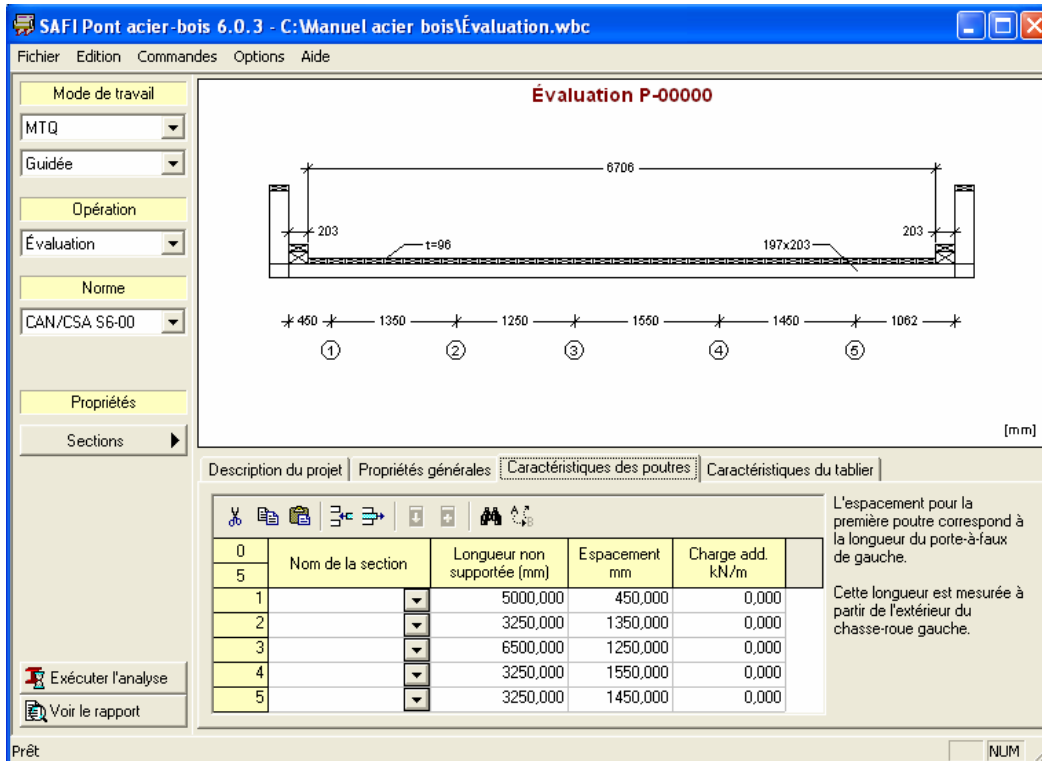


Figure 6.4-3 Onglet – Caractéristiques des poutres

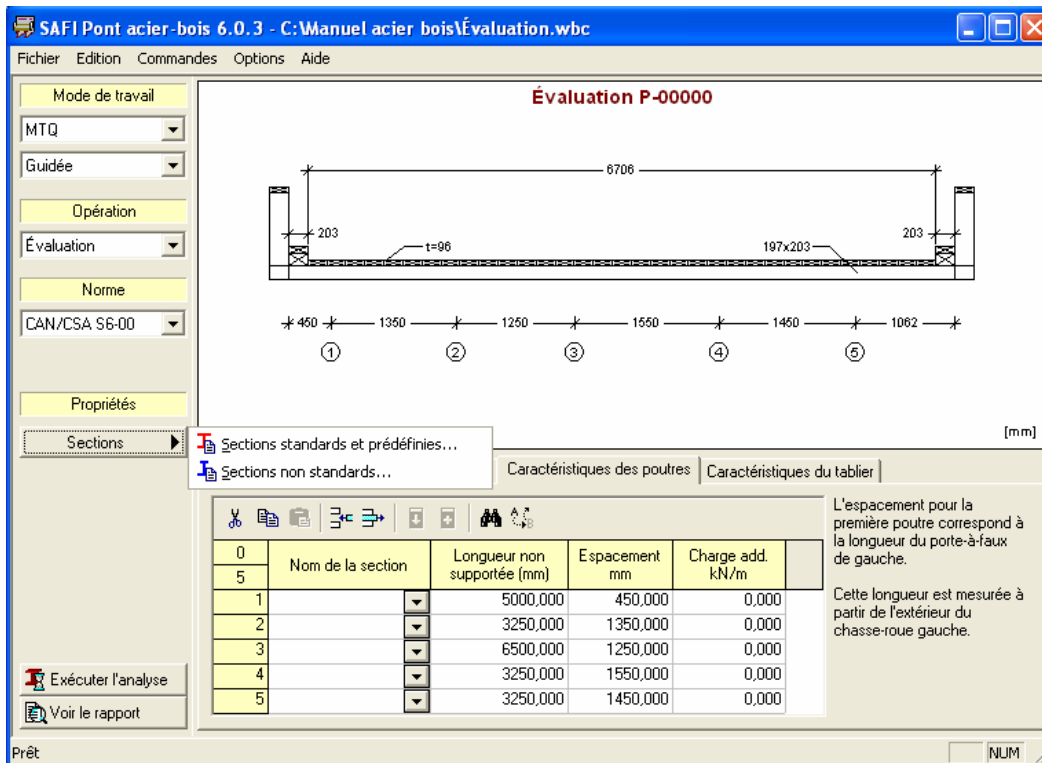


Figure 6.4-4 Onglet – Caractéristiques des poutres – Sections

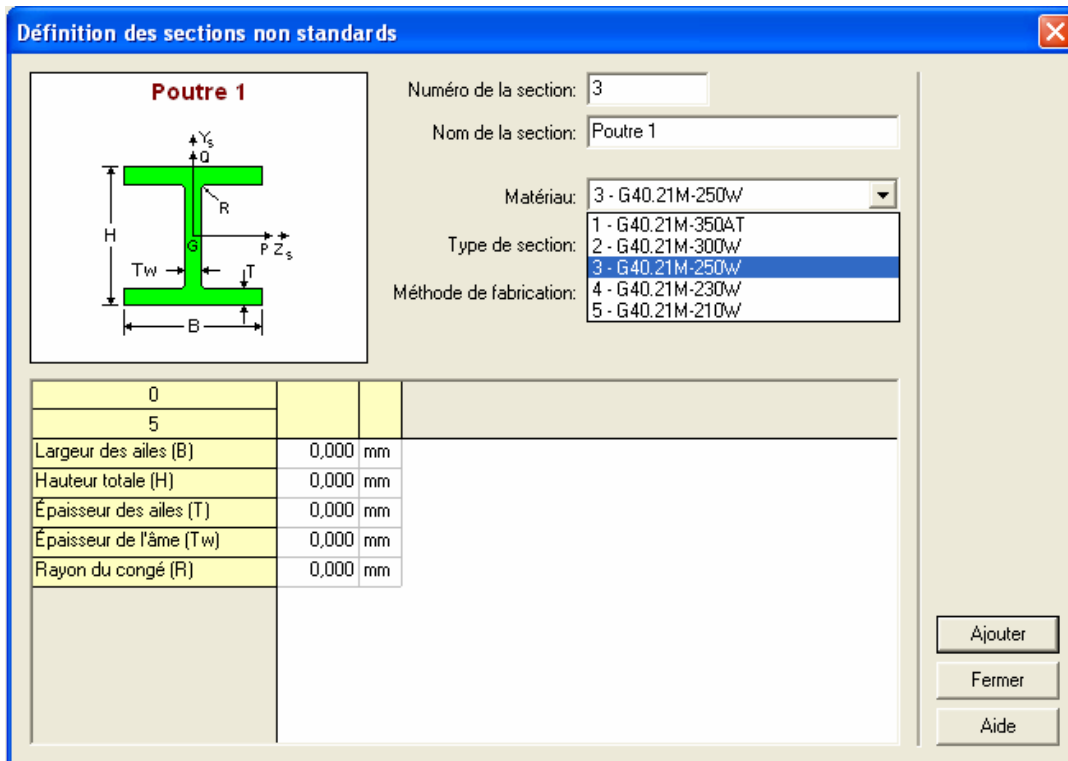


Figure 6.4-5 Définitions des sections non standards – Matériaux

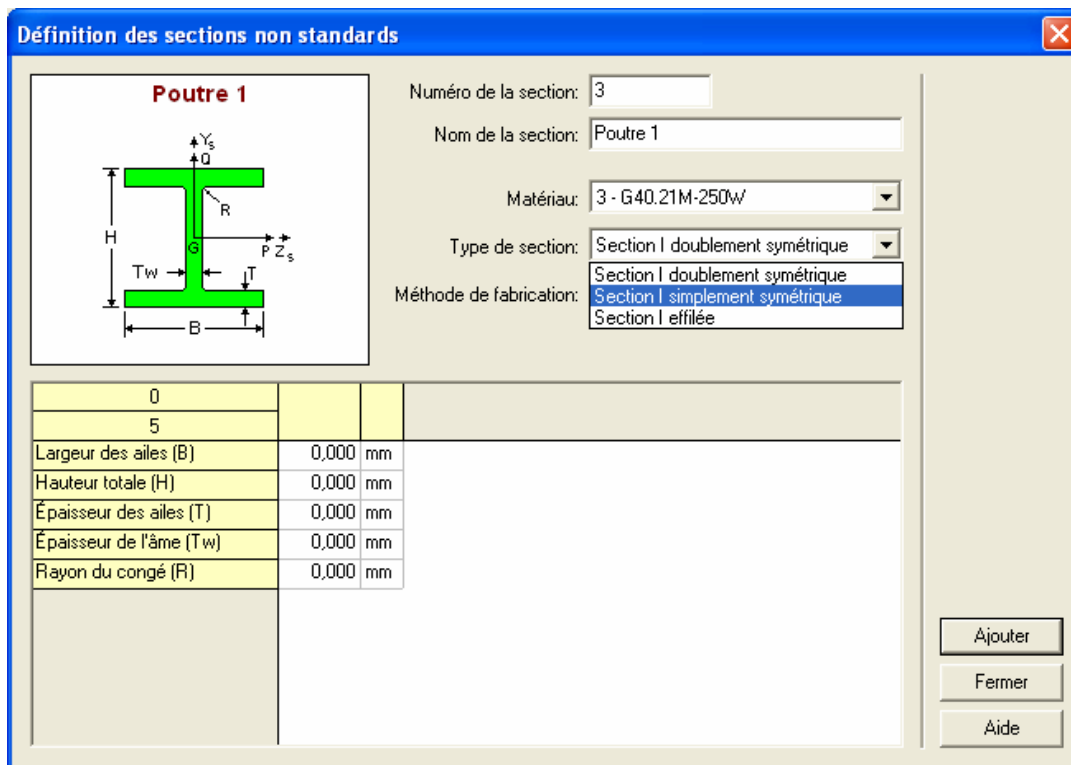
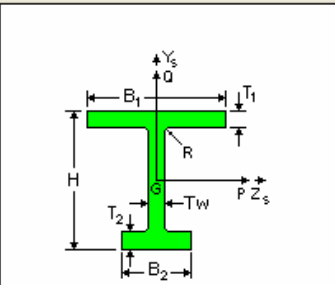


Figure 6.4-6 Définitions des sections non standards – Section

Définition des sections non standards



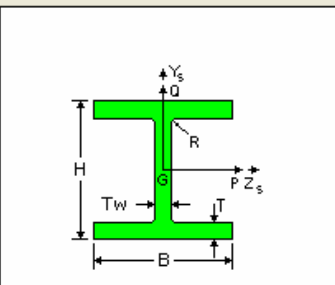
Numéro de la section: 3
 Nom de la section: Poutre 1
 Matériau: 3 - G40.21M-250W
 Type de section: Section I simplement symétrique
 Méthode de fabrication: Laminée

0		
7		
Hauteur totale (H)	550,000	mm
Largeur de l'aile supérieure (B1)	300,000	mm
Largeur de l'aile inférieure (B2)	290,000	mm
Épaisseur de l'aile supérieure (T1)	20,000	mm
Épaisseur de l'aile inférieure (T2)	18,000	mm
Épaisseur de l'âme (Tw)	10,000	mm
Rayon du congé (R)	0,000	mm

Ajouter
Fermer
Aide

Figure 6.4-7 Définition des sections non standards – Poutre 1

Définition des sections non standards



Numéro de la section: 4
 Nom de la section: Poutre 2
 Matériau: 2 - G40.21M-300W
 Type de section: Section I doublement symétrique
 Méthode de fabrication: Laminée

0		
5		
Largeur des ailes (B)	350,000	mm
Hauteur totale (H)	600,000	mm
Épaisseur des ailes (T)	18,000	mm
Épaisseur de l'âme (Tw)	10,000	mm
Rayon du congé (R)	0,000	mm

Ajouter
Fermer
Aide

Figure 6.4-8 Définition des sections non standards – Poutre 2

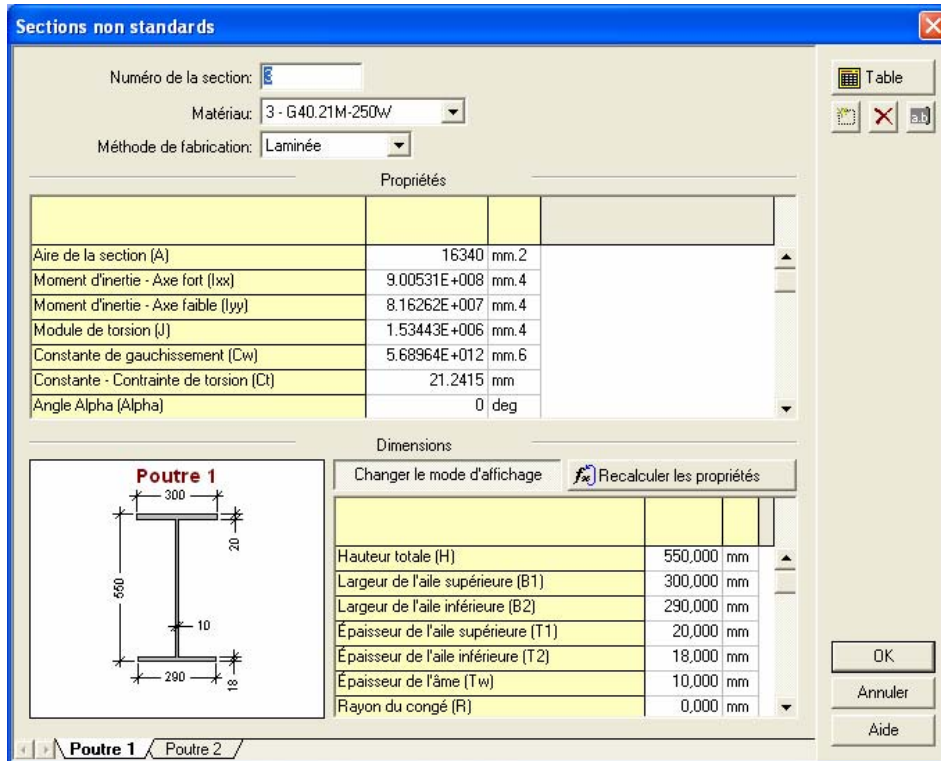


Figure 6.4-9 Sections non standards – Résumé des sections – Poutre 1

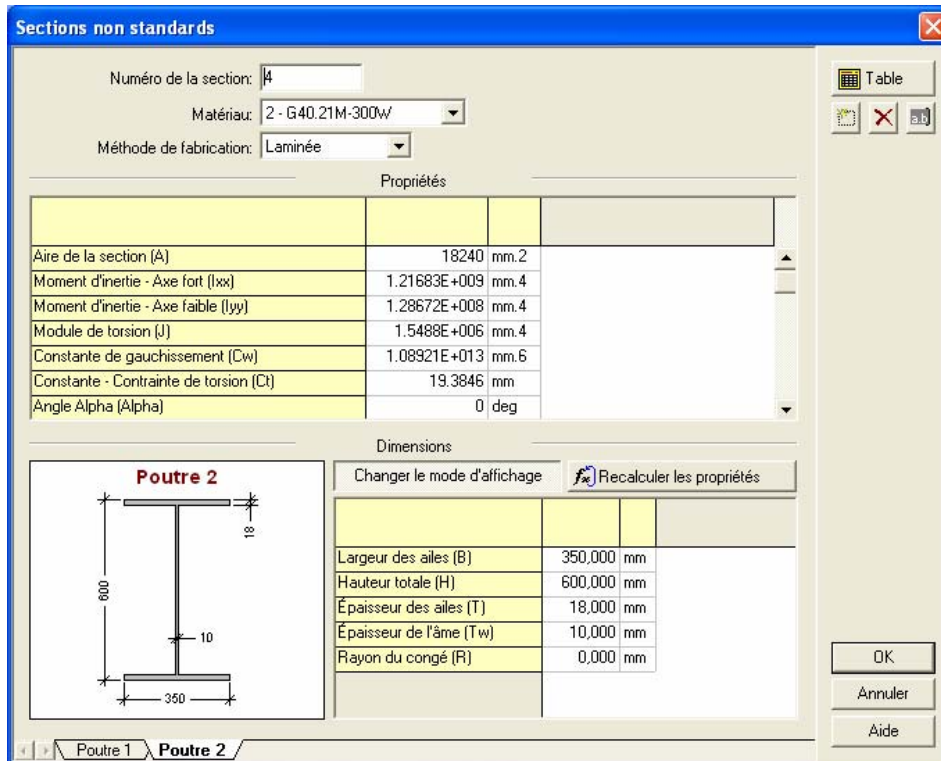


Figure 6.4-10 Sections non standards – Résumé des sections – Poutre 2

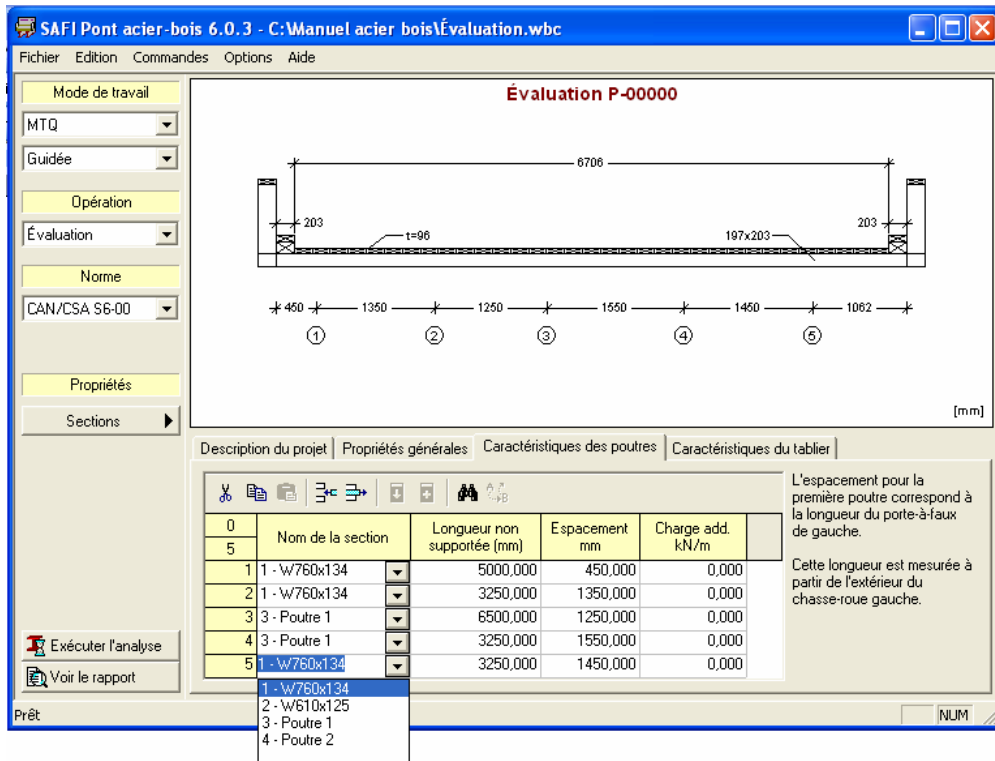


Figure 6.4-11 Onglet – Caractéristiques des poutres – Choix des sections

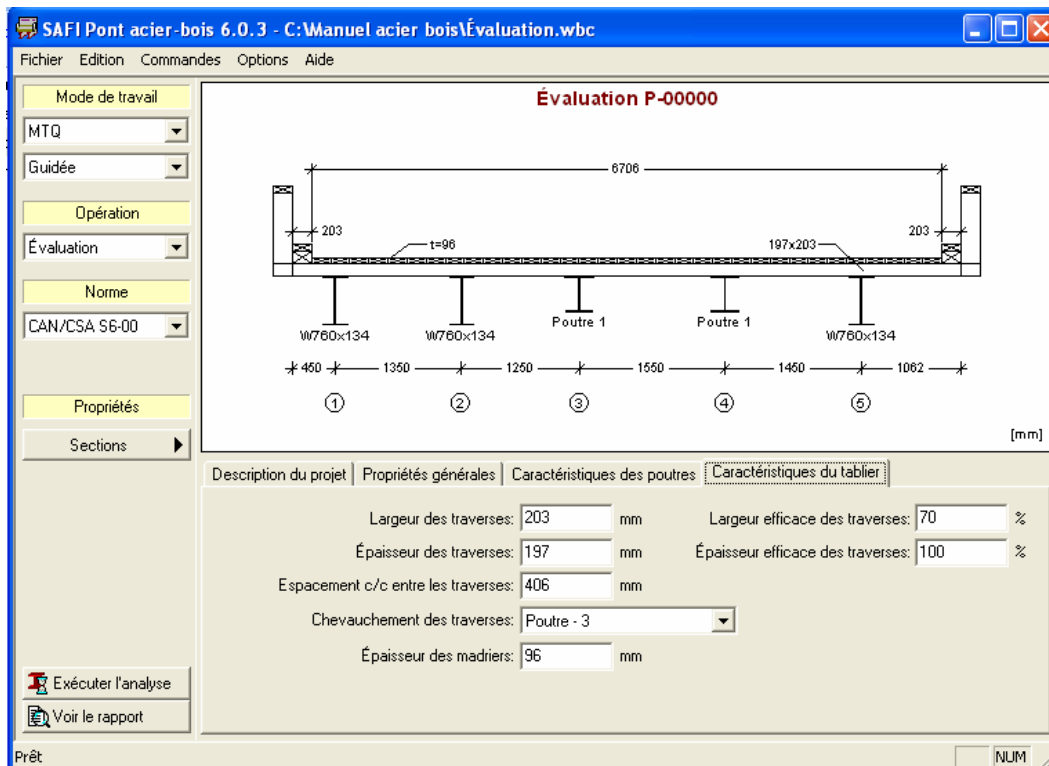


Figure 6.4-12 Onglet – Caractéristiques du tablier

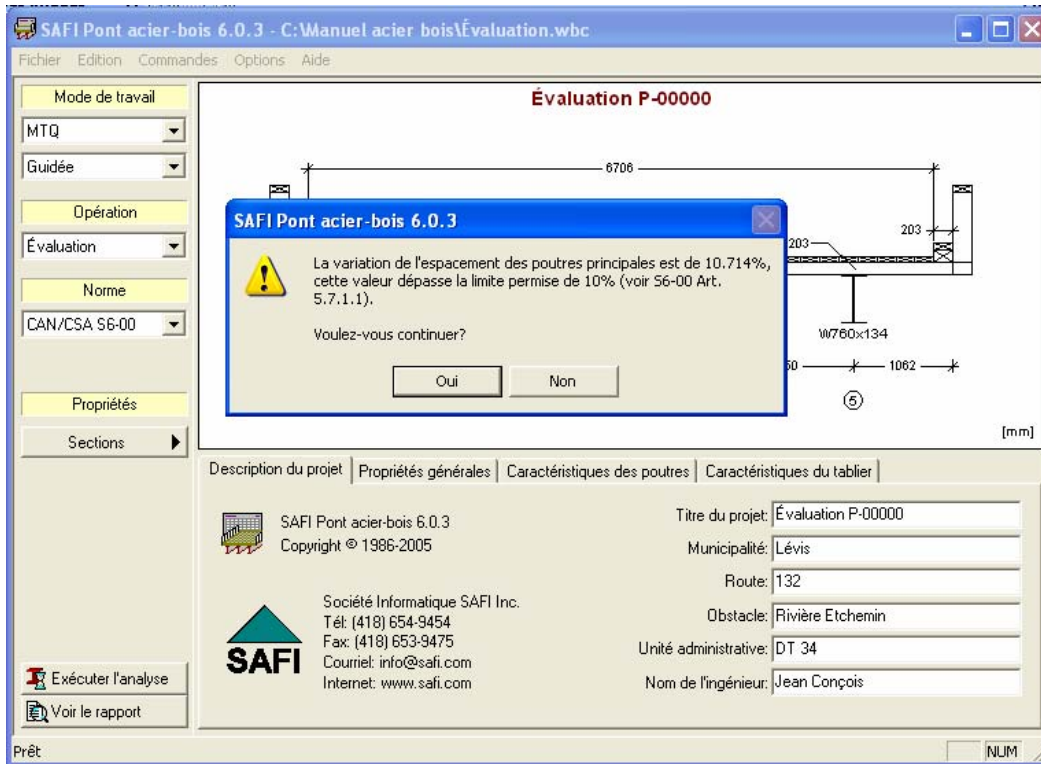


Figure 6.4-13 Message d'avertissement – Espacement des poutres

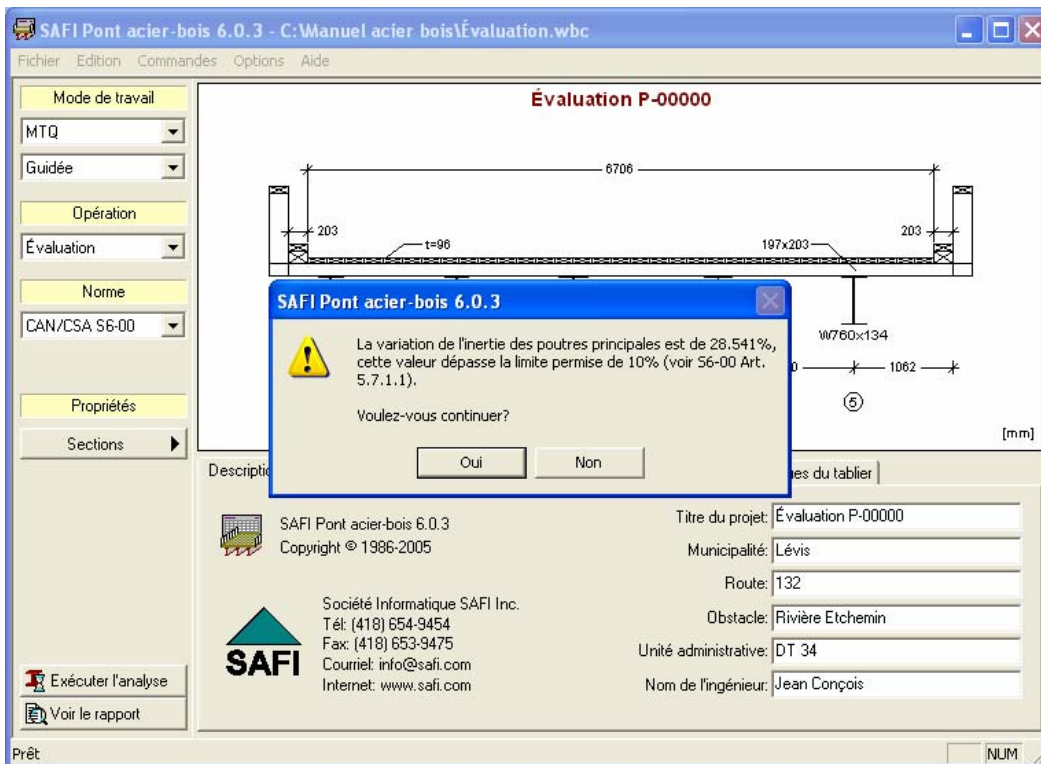


Figure 6.4-14 Message d'avertissement – Inertie des poutres

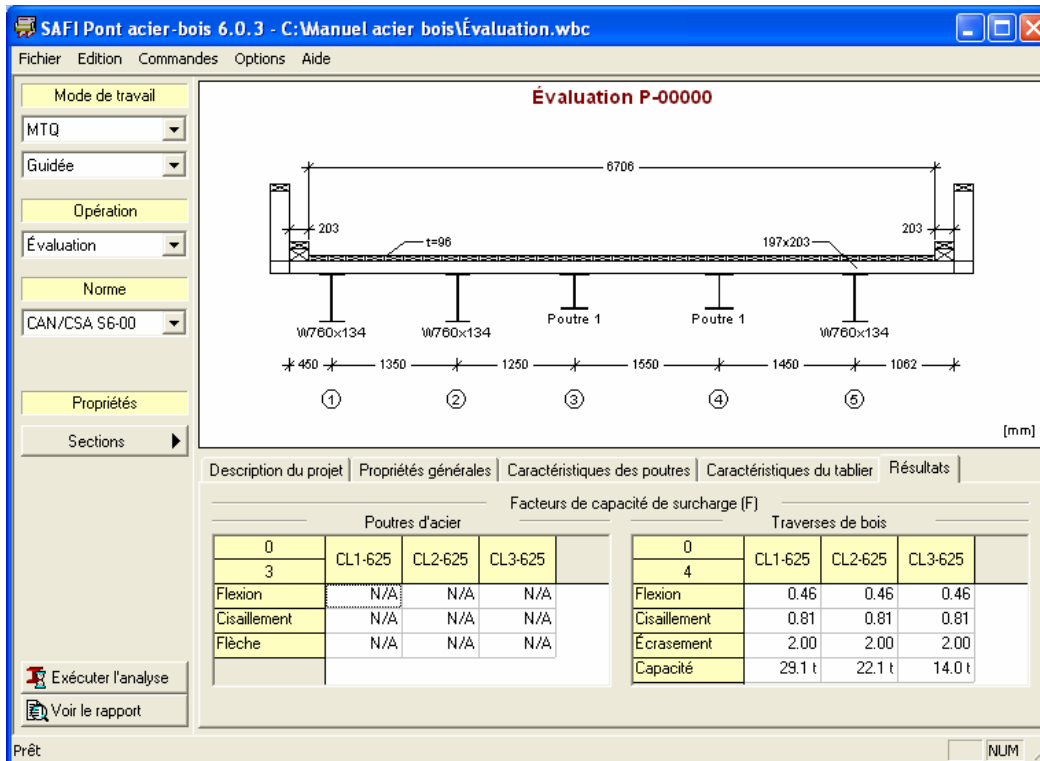


Figure 6.4-15 Onglet – Résultats – Mode « MTQ-Guidé »

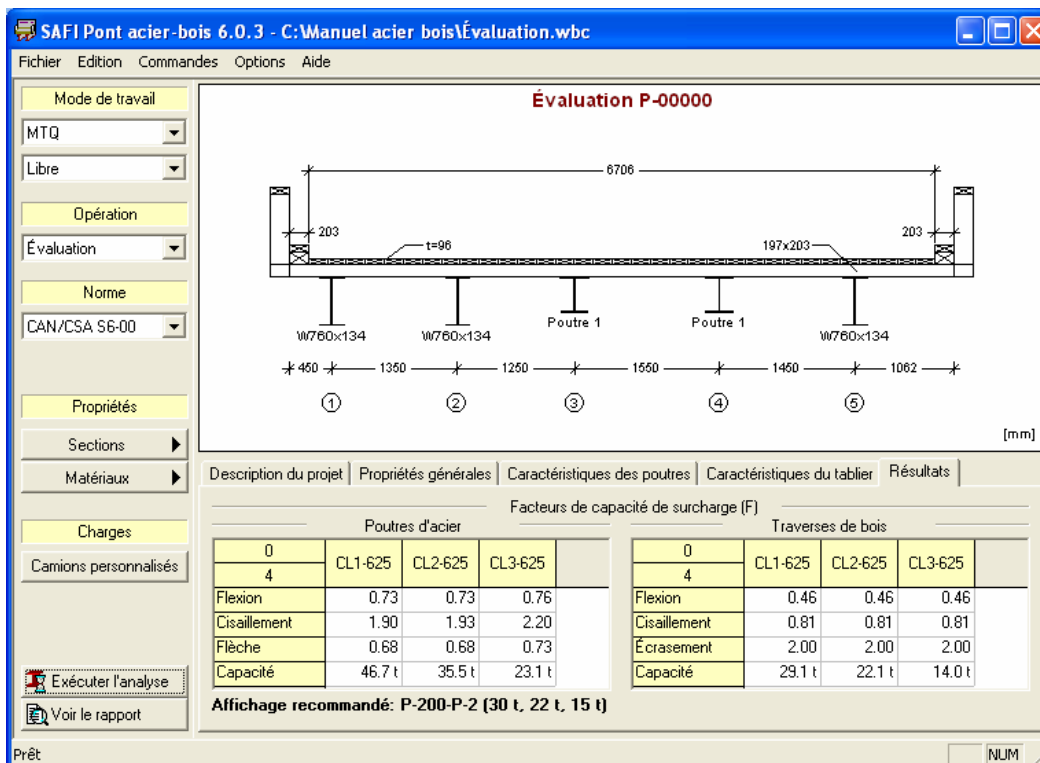


Figure 6.4-16 Onglet – Résultats – Mode « MTQ-Libre »

6.4.2 Sortie papier des résultats d'analyse « Évaluation »

Lorsqu'une analyse « Évaluation » est réalisée, il est possible de générer un rapport format Word en cliquant sur le bouton ***Voir le rapport*** localisé en bas à gauche de la fenêtre du logiciel. Ce fichier est ouvert en Word pour consultation et pour sauvegarde; il peut aussi être imprimé en tout temps.

Une sortie papier est présentée aux figures 6.4-17 à 6.4-23. Cette sortie a été annotée de commentaires pour mettre en évidence certains aspects du rapport ou pour expliquer la pertinence de certaines valeurs fournies.

=====

SAFI Pont Acier-Bois Version 6.0

(c) Copyright 1986-2005: Société Informatique SAFI Inc.

=====

Évaluation des ponts Acier-Bois

Norme: CAN-CSA/S6-00

Dossier : Évaluation
Municipalité : Lévis
Route : 132
Obstacle : Rivière Et
Direction territoriale: DT
Nom de l'ingénieur: Jé

Les trois surcharges utilisées en évaluation sont le CL1-625 (train routier), le CL2-625 (semi-remorque) et le CL3-625 (camion porteur). Chaque camion est représenté par deux chargements : une charge de camion et une surcharge de voie. Le C est associable à la surcharge de voie (charge uniforme de 7 kN/m), ce dernier chargement devient critique pour les ponts à longues travées ce qui n'est jamais le cas avec les ponts acier-bois (usuellement portées < 25 m).

Propriétés générales

Mode de travail : MTQ (Libre)
Camions de d'évaluation : CL1-625C, CL2-625C, CL3-625C
Classe de route : C
Nombre de voies : 2
Portée du pont : 15000.000 mm
Nombre de poutres d'acier: 5
Angle du biais : 5.000 deg
Largeur carrossable : 6706.000 mm

Pour un pont à deux voies, une classe route de niveau C fait légèrement baisser le facteur d'essieux en flexion des poutres.

Largeur du chasse-roue gauche : 203.000 mm
Largeur du chasse-roue droit : 203.000 mm

La largeur carrossable peut être différente de la valeur normalisée.

Type des charges additionnelles : D2
Poids du système de retenu : 0.650 kN/m
Supports latéraux : L76x76x9.5
Espacement c/c des supports latéraux : 3250.000 mm

Identification du type de charge permanente (D1, D2 ou D3) usuellement D2.

Critère de flèche : L/275
Charge pour la flèche : 0.9*Camion*(1+CMD)

Un espacement et un type de support latéral sont choisis par le logiciel de façon à estimer une charge linéaire (charge de type D1) pour les contreventements. Cette charge sera utilisée lors des calculs.

Caractéristiques du tablier

Largeur des traverses : 203.000 mm
Épaisseur des traverses : 197.000 mm
Largeur efficace des traverses : 70.000 %
Épaisseur efficace des traverses : 100.000 %
Espacement c/c entre les traverses: 406.000 mm
Chevauchement des traverses : Poutre No 3
Épaisseur des madriers : 96.000 mm

Pour les ponts à deux voies, on a normalement deux séries de traverses qui font la largeur du pont. Ces traverses se chevauchent au-dessus d'une poutre (poutre 3 dans notre cas).

Figure 6.4-17 Sortie des résultats – Page 1

Identification des sections pour chacune des poutres.

L'espacement entre les supports peut varier d'une poutre à l'autre.

Caractéristiques des poutres

No	Section	Longueur non supportée mm	Distance c/c mm
1	W760x134	5000.000	----
2	W760x134	3250.000	1350.000
3	Poutre 1	6500.000	1250.000
4	Poutre 1	3250.000	1550.000
5	W760x134	3250.000	1450.000

L'espacement entre les poutres peut aussi fluctuer d'une poutre à l'autre.

Porte-à-faux gauche : 450.000 mm
Porte-à-faux droit : 1062.000 mm

Les porte-à-faux ne peuvent pas être supérieurs à 0.8S où S est l'espacement moyen entre les poutres.

Caractéristiques des sections

No	Section	Méth. Fabri.	Fy MPa	b sup mm	t sup mm	b inf mm	t inf mm	d mm	w mm
1	W760x134	Lamin.	350.000	264.000	15.500	264.000	15.500	750.000	11.900
2	W760x134	Lamin.	350.000	264.000	15.500	264.000	15.500	750.000	11.900
3	Poutre 1	Lamin.	250.000	300.000	20.000	290.000	18.000	550.000	10.000
4	Poutre 1	Lamin.	250.000	300.000	20.000	290.000	18.000	550.000	10.000
5	W760x134	Lamin.	350.000	264.000	15.500	264.000	15.500	750.000	11.900

Vérification des poutres d'acier

Description des sections définies par l'utilisateur. Une section peut être définie et ne pas être associée à une poutre.

Paramètres d'évaluation et facteurs de pondération

Poutre	Inspection	Système	Élément	Bêta	Alpha	AlphaD1	AlphaD2	AlphaD3
Extérieures	INSP3	S2	E3	2.75	1.42	1.06	1.12	1.30
Intérieures	INSP3	S2	E3	2.75	1.42	1.06	1.12	1.30

Charges Permanentes non pondérées

$\alpha_L = 1.42$ dans notre cas.

No	Poutre d'acier (D1) kN/m	Tablier de bois (D2) kN/m	Additionnelle kN/m
1	1.309	1.963	0.000
2	1.309	1.517	0.000
3	1.258	1.634	0.000
4	1.258	1.751	0.000
5	1.309	2.735	0.000

Information générale concernant les critères retenus pour le calcul des coefficients de pondération.

Usuellement, les charges additionnelles sont nulles. Si le plancher a été recouvert d'une couche de revêtement bitumineux (poids volumique = 23,5 kN/m³) ce qui n'est pas recommandé, il est alors possible de considérer ce poids supplémentaire lors de l'analyse. Considérer une répartition de la charge en fonction de l'aire tributaire de chacune des poutres.

Figure 6.4-18 Sortie des résultats – Page 2

Charges Permanentes Pondérées

(Mf au centre de la portée, Vf à l'appui)

Les efforts de flexion dus aux charges permanentes sont calculés au centre de la travée. Ceux des surcharges sont calculés au point de moment maximum.

No	Poutre d'acier		Tablier de bois		Supports latéraux		Additionnelle	
	Moment kN-m	Cisail. kN	Moment kN-m	Cisail. kN	Moment kN-m	Cisail. kN	Moment kN-m	Cisail. kN
1	39.025	10.407	61.831	16.488	3.641	1.011	0.000	0.000
2	39.025	10.407	47.789	12.744	7.094	1.971	0.000	0.000
3	37.509	10.003	51.465	13.724	7.877	2.188	0.000	0.000
4	37.509	10.003	55.141	14.704	8.440	2.344	0.000	0.000
5	39.025	10.407	86.166	22.978	3.829	1.064	0.000	0.000

Efforts pondérés pour le calcul des facteurs de capacité de surcharge

(Mf camion à une distance "x", Mf charges permanentes au centre, Vf à l'appui)

Efforts Pondérés: Camion CL1-625C

Représente les trains routiers.

Facteur d'essieu (Flexion : 0.547, Cisail. : 0.566, Flèche : 0.525)
 Coef. majoration dynamique (CMD) pour Mf : 0.250

No Poutre	Pos. "x" mm	Camion		Charges permanentes		Total		Flèche mm
		Mf kN-m	Vf kN	Mf kN-m	Vf kN	Mf kN-m	Vf kN	
1	6750.00	999.580	331.319	104.496	27.906	1104.076	359.225	48.421
2	6750.00	999.580	331.319	93.908	25.121	1093.488	356.440	48.421
3	6750.00	999.580	331.319	96.851	25.915	1096.432	357.233	80.654
4	6750.00	999.580	331.319	101.090	27.051	1100.670	358.370	80.654
5	6750.00	999.580	331.319	129.019	34.448	1128.599	365.766	48.421

Efforts Pondérés: Camion CL2-625C

Représente les semi-remorques.

Facteur d'essieu (Flexion : 0.547, Cisail. : 0.566, Flèche : 0.525)
 Coef. majoration dynamique (CMD) pour Mf : 0.250

No Poutre	Pos. "x" mm	Camion		Charges permanentes		Total		Flèche mm
		Mf kN-m	Vf kN	Mf kN-m	Vf kN	Mf kN-m	Vf kN	
1	6750.00	999.580	325.295	104.496	27.906	1104.076	353.201	48.421
2	6750.00	999.580	325.295	93.908	25.121	1093.488	350.415	48.421
3	6750.00	999.580	325.295	96.851	25.915	1096.432	351.209	80.654
4	6750.00	999.580	325.295	101.090	27.051	1100.670	352.346	80.654
5	6750.00	999.580	325.295	129.019	34.448	1128.599	359.742	48.421

Facteurs d'essieux (fe) calculés par la méthode simplifiée du code S6. Le fe pour la flèche est égal à $S/4.6$ ou S est l'espacement moyen (en m) des poutres du pont.
 Dans notre cas, le fe en flexion proposé par la norme a été ajusté (PAF > 0.6S).

Figure 6.4-19 Sortie des résultats – Page 3

Dossier : Évaluation P-00000

Date: 04-Oct-05

Initiales: _____

Efforts Pondérés: Camion CL3-625C

Représente les camions porteurs.

Facteur d'essieu (Flexion : 0.547, Cisail. : 0.566, Flèche : 0.525)
 Coef. majoration dynamique (CMD) pour MF : 0.300

No Poutre	Pos. "x" mm	Camion		Charges permanentes		Total		Flèche mm
		MF kN-m	Vf kN	Mf	Vf	Mf	Vf	
1	7500.00	969.616	286.097					4.940
2	7500.00	969.616	286.097					4.940
3	7500.00	969.616	286.097					4.855
4	7500.00	969.616	286.097					4.855
5	7500.00	969.616	286.097					4.940

Coefficients d'ajustement de la résistance selon le chapitre 14 de la norme S6. Selon la classe de la section et la longueur non supportée, la valeur U en flexion peut être :
 1,00 (moment plastique);
 1,06 (moment élastique);
 1,04 (flambement inélastique);
 0,96 (flambement élastique).

Résistance des poutres d'acier

Phi (Flexion) = 0.95
 Phi (Cisaillement) = 0.95

No	Classe	Lu mm	Flexion		Cisaillement	
			U	U*Mr kN-m	U	U*Vr kN
1	2	3208.89	1.04	1284.746	0.87	1489.687
2	2	3208.89	1.00	1539.475	0.87	1489.687
3	1	5192.87	1.04	829.082	0.87	655.724
4	1	5192.87	1.00	859.619	0.87	655.724
5	2	3208.89	1.00	1539.475	0.87	1489.687

Résistances pondérées en évaluation. En flexion, la résistance est calculée en considérant l'espacement réel entre les supports latéraux.

Longueur non supportée pour l'obtention du moment résistant maximum d'évaluation pour la section donnée.

No	Flexion			Cisail.			Flèche		
	Flex.	Cisail.	Flèche	Flex.	Cisail.	Flèche	Flex.	Cisail.	Flèche
1	1.18	4.41	1.13	1.18	4.49	1.13	1.22	5.11	1.21
2	1.45	4.42	1.13	1.45	4.50	1.13	1.49	5.12	1.21
3	0.73	1.90	0.68	0.73	1.94	0.68	0.76	2.20	0.73
4	0.76	1.90	0.68	0.76	1.93	0.68	0.78	2.20	0.73
5	1.41	4.39	1.13	1.41	4.47	1.13	1.45	5.09	1.21
Min.	0.73	1.90	0.68	0.73	1.93	0.68	0.76	2.20	0.73

Les critères de flèche ne sont pas considérés en évaluation, le F calculé pour la flèche est seulement fourni à titre d'information.

Figure 6.4-20 Sortie des résultats – Page 4

Dossier : Évaluation P-00000

Date: 04-Oct-05

Initiales: _____

Vérification des traverses de bois

Propriétés du matériau

Essence de bois: É.-P.-S. (Qualité No. 1)
 fbu = 9.600 MPa
 fvu = 0.700 MPa
 fqu = 3.600 MPa

Information générale concernant les critères retenus pour le calcul des coefficients de pondération.

Niveau	Comportement	Comportement	Bêta	AlphaL
Inspection	Système	Élément		
INSP3	S3	E3	2.50	1.35

Efforts pondérés

Répartition des charges de roues sur trois traverses dont 50 % sur la traverse centrale (25 % sur les autres).

Facteur de distribution latérale : 0.500
 Coefficient de majoration dynamique (CMD) : 0.280

Traverse	Roue	Longueur	Mf	Vf	Qf
	kN	mm	kN-m	kN	kN
1	62.500	3657.600	10.290	19.162	54.000
2	62.500	4876.800	30.301	27.017	54.000

Résistance des traverses

Phi (Flexion) = 0.90
 Phi (Cisaillement) = 0.90
 Phi (Écrasement) = 0.80

Effort pondéré (écrasement des traverses).

Traverse	---- Flexion ----		-- Cisaillement --		-- Écrasement --	
	U	U*Mr	U	U*Vr	U	U*Qr
		kN-m		kN		kN
1	1.000	13.852	1.000	23.140	1.000	108.041
2	1.000	13.852	1.000	21.972	1.000	108.041

Facteur de capacité de surcharge (F) des traverses

Traverse	Flexion	Cisaillement	Écrasement
1	1.35	1.21	2.00
2	0.46	0.81	2.00

**F ≥ 1,10 = le pont peut supporter les charges légales et les camions en surcharge.
 F 1,10 < F ≥ 1,0 = le pont peut supporter les charges légales.
 F < 1,0, le pont doit être affiché.**

Figure 6.4-21 Sortie des résultats – Page 5

Initials: _____

F retenu par l'analyse et calcul de la masse des trois camions permis. Capacité = F x masse du camion.

Résumé des états limites

	CL1-625C		CL2-625C		CL3-625C	
	F	Capacité	F	Capacité	F	Capacité
Moment	0.73	46.7t	0.73	35.5t	0.76	23.1t
Cisaillement	1.90	120.9t	1.93	93.6t	2.20	67.2t
Flèche Camion	0.68		0.68		0.73	

Traverses de bois

Moment	0.46	29.1t	0.46	22.1t	0.46	14.0t
Cisaillement	0.81	51.8t	0.81	39.4t	0.81	24.9t
Écrasement	2.00	127.5t	2.00	96.9t	2.00	61.2t

Affichage recommandé: 30t 22t 15t

Avertissement:

- La variation de l'espacement des poutres principales est de 10.714%, cette valeur dépasse la limite permise de 10% (voir S6-00 Art. 5.7.1.1).
- La variation de l'inertie des poutres principales est de 28.541%, cette valeur dépasse la limite permise de 10% (voir S6-00 Art. 5.7.1.1).

Dans notre cas, le F des traverses en flexion contrôle l'affichage. Dans ces circonstances, il serait intéressant de remplacer les traverses qui ont une efficacité de 70 %. L'affichage recalculé avec des traverses neuves pourrait être 32T, 26T et 18T. De plus, dans ce cas précis, puisque le platelage serait remplacé, on pourrait en profiter pour déplacer les poutres, augmenter leur espacement et ainsi réduire le porte-à-faux des traverses qui est excessivement long.

Nom de l'accompagnateur pour l'inspection: _____
 et la validation des données d'entrée

 Signature de l'accompagnateur

Avant de transmettre le rapport à la Direction des structures, préciser le nom de l'accompagnateur et apposer les signatures demandées.

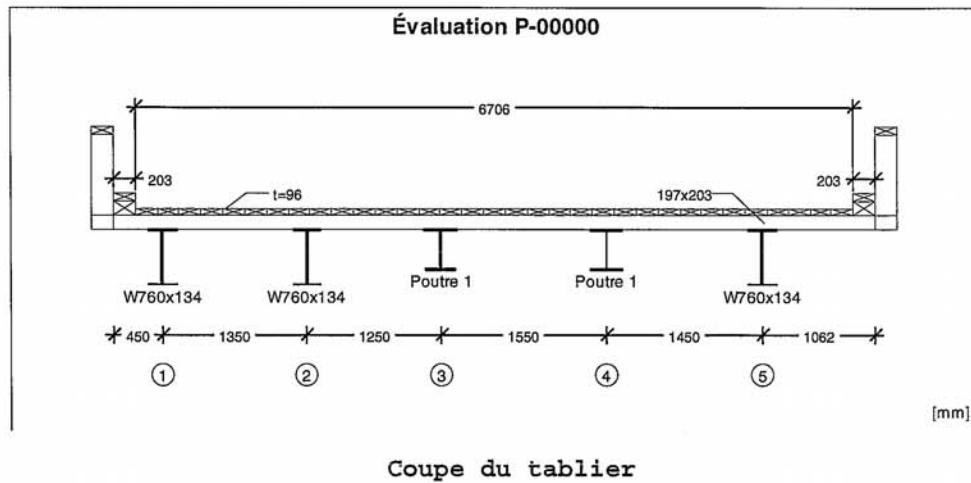
 Signature de l'ingénieur

 Date

 Signature du vérificateur

Le rapport sera signé par le vérificateur de la Direction des structures et retourné à l'évaluateur.

Figure 6.4-22 Sortie des résultats – Page 6



Affichage recommandé si les traverses ne sont pas remplacées.



Affichage recommandé